

# Podatkovna znanost u sportu

---

Jurić, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:726422>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-20**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovne ekonomije – smjer  
menadžerska informatika**

**PODATKOVNA ZNANOST U SPORTU**

**Diplomski rad**

**Matej Jurić**

**Zagreb, lipanj 2023.**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Poslovne  
ekonomije – smjer menadžerska informatika**

**PODATKOVNA ZNANOST U SPORTU  
DATA SCIENCE IN SPORTS**

**Diplomski rad**

**Ime i prezime: Matej Jurić, JMBAG: 0067557025**

**Mentor: Prof. dr. sc. Ivan Strugar**

**Zagreb, lipanj 2023.**

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog izvora te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

---

(vlastoručni potpis  
studenta)

---

(mjesto i datum)

## STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the thesis has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the thesis infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the thesis has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

---

(personal signature of the  
student)

---

(place and date)

## **Sažetak i ključne riječi**

Tema istraživanja ovog rada je upotreba podatkovne znanosti u sportu. Budući da sport iz godine u godinu postaje industrija koja generira sve više novaca pojavljuju se sve veće financijske razlike kako na nacionalnim razinama, tako i na globalnoj. I dok zatvoreni sustavi natjecanja poput košarkaške NBA lige uspijevaju održavati kompetitivnost, u drugim sportovima poput nogometa to je sve teže. Sponzorski ugovori i ugovori za televizijska prava omogućili su određenim sportskim kolektivima da se izdvoje od konkurencije. To im omogućuje više ulaganja u svoje funkcioniranje što posljedično vodi do novih uspjeha i još više prihoda iz nagradnih fondova. Upravo iz tog razloga sve više klubova voljno je riskirati te tražiti alternativne puteve kako bi ostali konkurentni. Stoga primjena podatkovne znanosti i informacijskih tehnologija pronalazi sve više mjesta u svijetu sporta. Tražeći načine da funkcioniraju drugačije, mnogi klubovi odlučili su promijeniti svoje poslovanje upotrebom podataka. Na taj način traže komparativnu prednost pred ostalima i pokušavaju smanjiti jaz između sebe i bogatijih konkurenata. Ukoliko se tom pristupu pruži prilika on može donijeti rezultate što je vidljivo na primjerima brojnih klubova, a prikazano je u četvrtom poglavlju ovog rada.

Međutim upotreba tehnologije nije trend samo u profesionalnom sportu. Naime sve više je rekreativaca i običnih ljudi koji u svom svakodnevnom životu koriste razne oblike tehnologije, a između ostalog i kako bi poboljšali svoje bavljenje sportom. Bilo da se radi o nosivim tehnologijama poput pametnih satova ili analiziranju podataka, sportske aktivnosti sve su češće potpomognute korištenjem tehnologije. Stoga i praktični dio rada (5. poglavlje) pruža uvid u to koliko su građani Republike Hrvatske upoznati s određenim tehnologijama. Također istražuje se koliko se oni sami na tjednoj bazi bave sportskim aktivnostima, te koriste li pri tome pomoć određenih tehnologija, ali i koliko su upoznati s primjerima korištenja tehnologije u svijetu profesionalnog sporta.

**Ključne riječi:** sport, podatkovna znanost, nosive tehnologije, nogomet, podaci

## **Abstract and key words**

The research topic of this paper is the use of data science in sports. Since sport is becoming an industry that generates more and more money year after year, there are increasing financial differences both at the national and global levels. And while closed competition systems like basketball's NBA league manage to maintain competitiveness, in other sports like football it is increasingly difficult. Sponsorship contracts and contracts for broadcasting rights have allowed certain sports teams to stand out from the competition. This allows them to invest more in their functioning, which consequently leads to new successes and even more income from prize funds. It is precisely for this reason that more and more clubs are willing to take risks and look for alternative ways to remain competitive. Therefore, the application of data science and information technology is finding more and more places in the world of sports. Looking for ways to operate differently, many clubs have decided to transform their operations through the use of data. In this way, they seek a comparative advantage over others and try to reduce the gap between themselves and richer competitors. If this approach is given the opportunity, it can bring a result that is visible in the examples of numerous clubs, and is presented in the fourth chapter of this paper.

However, the use of technology is not just a trend in professional sports. Namely, there are more and more recreationists and ordinary people who use various forms of technology in their daily life, among other things, to improve their sports. Whether it's wearable technologies like smart watches or data analysis, sports activities are increasingly supported by the use of technology. Therefore, the practical part of the work (chapter 5) provides an insight into how well the citizens of the Republic of Croatia have become familiar with certain technologies. It is also investigated how much they themselves engage in sports activities on a weekly basis, and whether they use with the help of certain technologies, but also how familiar they are with examples of the use of technology in the world of professional sports.

Key words: sport, data science, wearable technologies, football, data

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Metode istraživanja.....	1
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	1
2. KARAKTERISTIKE MODERNOG SPORTA.....	3
2.1. Sustav i format sportskih natjecanja.....	3
2.2. Uloga znanosti u sportu.....	4
2.3. Rekreativni sport.....	6
3. INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE I PODATKOVNA ZNANOST.....	8
3.1. Nosive tehnologije.....	8
3.2. Internet stvari (IoT).....	10
3.3. Umjetna inteligencija.....	12
3.4. Baze podataka i skladištenje podataka.....	13
3.5. Veliki podaci.....	15
3.6. Općenito o podatkovnoj znanosti i razvoju kroz povijest.....	16
4. PRIMJERI PODATKOVNE ZNANOSTI U SPORTU.....	19
4.1. Primjeri tehnologije u nogometu.....	19
4.2. Primjeri upotrebe tehnologije u košarci i bejzbolu.....	24
4.3. Utjecaj tehnologije na oporavak i zdravlje sportaša.....	27
4.4. Budućnost tehnologije u sportu.....	29
5. PERCEPCIJA KORIŠTENJA PODATKOVNE ZNANOSTI U SPORTU.....	32
5.1. Metodologija istraživanja.....	32
5.2. Analiza rezultata istraživanja.....	33
5.3. Zaključak provedenih analiza.....	43
6. ZAKLJUČAK.....	45
Literatura.....	48
Popis slika.....	52
Popis grafikona.....	53
Životopis.....	54

## **1. UVOD**

### **1.1. Predmet i cilj rada**

U okviru rada cilj je analizirati konkretne primjere upotrebe podatkovne znanosti u sportovima kao što su nogomet, košarka i bejzbol. Na taj način cilj je dati uvid u moderno poslovanje u sportu, važnost upotrebe podatkovne znanosti te utjecaj istih na rezultate poslovanja. Također kroz vlastito istraživanje cilj je na temelju prikupljenih primarnih podataka analizirati spoznaje populacije o važnosti podatkovne znanosti u sportu te koliko je sami građani koriste u svojim sportskim aktivnostima.

### **1.2. Metode istraživanja**

Rad se temelji na podacima i informacijama prikupljenim u stručnoj i znanstvenoj literaturi kao i na web adresama navedenim u tekstu. Znanstvena i stručna literatura prikupljena je na raznim web adresama kao što su na primjer Hrčak i Science Direct. Također prikupljena je i fizički u knjižnicama gradova Zagreba i Siska, te u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici. Osim sekundarnih podataka i informacija rad sadrži i primarne podatke prikupljene provođenjem vlastitog anketnog istraživanja.

### **1.3. Sadržaj i struktura rada**

Rad je podijeljen u šest poglavlja. Prvo poglavlje je uvodno te ono sažeto predstavlja predmet i cilj rada te metode istraživanja. Nakon toga se predstavlja moderni sport kroz strukture i formate određenih sportskih natjecanja, a zatim i kroz ulogu znanosti u današnjem sportu kao industriji. Treće poglavlje za cilj ima predstaviti podatkovnu znanost, ali i informacijske tehnologije općenito. Od osvrta na podatkovnu znanost općenito i razvoj iste kroz povijest do nosivih tehnologija, baza i skladištenja podataka, umjetne inteligencije, Interneta stvari i ostalog. Nakon toga četvrto poglavlje predstavlja svojevrsni spoj prethodna dva gdje se sport i tehnologija spajaju u jedno kroz konkretne primjere. Za početak kroz primjere u nogometu kao najpopularnijem sportu, a zatim i kroz takozvane američke sportove košarku i bejzbol koji predstavljaju svojevrsne pionire u području podataka u sportu. Peto poglavlje je empirijsko i bavi se provođenjem istraživanja o percepciji studentske populacije o korištenju podatkovne



znanosti u sportu, ali i o navikama samih studenata kada je u pitanju korištenje tehnologije u svakodnevnim sportskim aktivnostima. Na koncu šesto poglavlje čini zaključak u kojem autor iznosi vlastite zaključke o određenoj temi.

## **2. KARAKTERISTIKE MODERNOG SPORTA**

### **2.1. Sustav i format sportskih natjecanja**

Od samih početaka čovječanstva sport je oduvijek bio dio društva. Maclean (2017.) navodi da je 1992. godine Vijeće Europe definiralo sport kao sredstvo svih oblika fizičke aktivnosti koje kroz spontano ili organizirano sudjelovanje imaju za cilj izraziti ili poboljšati kondiciju i mentalno blagostanje ostvarivanjem društvene povezanosti ili održavanjem rezultata na svim razinama natjecanja. Iako nije uvijek bio služben i uređen pravilima, način života ljudi kroz povijest odnosno aktivnosti kao što su trčanje, planinarenje, bacanje koplja i slično možemo na neki način poistovjetiti s onim što danas nazivamo sportom. Maclean (2017.) spominje da prvi zapisi o uređenom sportskom natjecanju datiraju iz antičke Grčke gdje su čak 776 godina prije Krista održane prve Olimpijske igre. Ipak ono što uzimamo kao početnu točku modernog sporta je upravo oživljavanje Olimpijskih igara krajem devetnaestog stoljeća u Ateni. Kao što i definicija sporta ističe društvenu povezanost tako su i sportska natjecanja kroz povijest uvijek uz sebe vezala šire društvene i socijalne konotacije. Dežulović (2022.) navodi primjer nogometnog kluba Hajduk koji je umirovio dres s brojem dvanaest u čast svojih navijača koji zbog iznimne povezanosti s klubom i podrške koju pružaju predstavljaju dvanaestog igrača momčadi

Nakon drugog svjetskog rata i rapidnog rasta popularnosti sporta želja za natjecanjem između različitih nacija samo se pojačavala pa se tako preslikala i s nacionalnih na klupska natjecanja. Tako je u nogometu nastao prvo Kup prvaka, a zatim i njegova moderna verzija UEFA Liga prvaka. Prema Holtu (2007.) upravo je Liga prvaka dobar primjer modernog sportskog natjecanja, gdje je ključna uloga u sportskom smislu odigrana prelaskom na kombinirani sustav ligaškog i kup natjecanja, a s poslovne strane su prihodi narasli ponajviše objedinjenjem televizijskih prava u jedan jedinstveni proizvod. Holt (2007.) također ističe da je sličan recept primijenila engleska nogometna liga, koja je 1992. godine prošla kroz transformaciju pri kojoj su osim puke promijene imena važnu ulogu igrali i novi televizijski ugovori o kojima su klubovi elitnog razreda engleskog nogometa kolektivno pregovarali. Uz prethodnu kolonijalnu povijest koja je donijela prisutnost engleske kulture na raznim mjestima, te engleski jezik kao najčešće sredstvo komunikacije u svijetu stvorili su se preduvjeti da engleska liga postane najpopularnija na svijetu te prema zadnjem ugovoru o televizijskim pravima pređe brojku od, dosad

nezamislivih, milijardu dolara. Što se tiče formata i sustava natjecanja, Sjedinjene Američke Države značajno se razlikuju. Iako primjerice košarkaško natjecanje, NBA liga, ima format kombinacije ligaškog i kup sistema što je slično nogometnoj Ligi prvaka, ali se sama struktura natjecanja razlikuje. NBA je jedna od pet velikih profesionalnih sportskih liga u SAD-u. Sustav natjecanja je takav da u takozvanom regularnom dijelu sezone ekipe odigraju osamdeset i dvije utakmice, a zatim na temelju poretka ulaze u doigravanje gdje su ekipe podijeljene u parove u kojima prolazi momčad koja prva ostvari četiri pobjede.

Kissel i Poserina (2017.) ističu da ono što je glavna razlike između NBA-a i nogometnih natjecanja u Europi je što NBA liga funkcionira na principu zatvorenog natjecanja u kojem su klubovi vlasnici lige te ne postoji sustav promocije i relegacije u natjecanja nižeg ranga. Što znači da su ekipe u natjecanju svake godine iste, za razliku od ranije navedene engleske nogometne lige gdje na kraju svake godine tri posljednje ekipe u poretku ispadaju u nižu ligu. Quinn (1997.) ističe da se značajna razlika vidi i na polju regrutiranja i transferiranja igrača, jer NBA liga funkcionira na način da u nju novi igrači ulaze putem drafta, odnosno oni po završetku školovanja ukoliko su dovoljno dobri mogu biti izabrani od strane profesionalnih momčadi. Prema Quinnu (1997.) to da momčadi biraju na način da lošiji plasman prethodnih sezona donosi viši izbor na draftu, naglašava važnost dugoročnog procesa i planiranja te održava kompetitivnost lige. Sami transferi igrača u zamjenu za novac ne postoje već je moguće jedino mijenjati jednog igrača u zamjenu za drugog ili u zamjenu za određeni izbor na draftu. Sve što vrijedi za NBA većinom vrijedi i za ostale velike profesionalne sportske lige u SAD-u. Depken i Globan (2020.) pak ističu da s druge strane u nogometu ne postoje draft i rijetko se igrači mijenjaju jedni za druge već je najčešće sredstvo razmjene novac. Unatoč razlikama između ova dva sustava i formata natjecanja ono što im je zajedničko je važnost dugoročnog strateškog planiranja pri čemu sve veću ulogu igra znanost.

## **2.2. Uloga znanosti u sportu**

Fizička aktivnost postaje sve važnija u životima ljudi. U potrebi za zdravim životnim stilom nužno je uključiti fizičke aktivnosti u svoju svakodnevnicu. Dok je sport nekada bio sinonim za fizičku aktivnost u slobodno vrijeme, danas to više nije tako. Prema Kosu, Wei, Tomažiću i Umeku (2018.) trenutno fizičke aktivnosti možemo podijeliti u ugrubo tri kategorije, a to su rekreativni sport, amaterski sport i profesionalni sport. Kos i sur. (2018.) tvrde da ono što im je svima zajedničko je da ljudi koji se bave sportom na bilo kojoj razini imaju potrebu kvantificirati rezultate svoje fizičke aktivnosti. Tehnologija koja se danas koristi do prije par

godina je bila potpuno nezamisliva, posebno u životima običnih rekreativnih sportaša. Svatko danas na mobitelu ima mogućnost pratiti barem najosnovnije informacije kao što broj prijeđenih koraka taj dan. Lightman (2016.) ističe da su nove tehnološke mogućnosti postale dio svakodnevice bilo da se radi o pametnim satovima i narukvicama kod rekreativaca ili pak visokoj tehnologiji kao što su sistemi za praćenje i bilježenje događaja na nogometnim utakmica kod profesionalaca.

Marković (2019.) navodi da je tehnologiju i sport danas teško odvojiti jedno od drugog, ali zato utjecaj tehnologije možemo podijeliti na tri skupine, a to su sami sportaši, zatim treneri i stožer kao dio sportskog kolektiva te na kraju publika. Zasigurno najvažniji učinak koji tehnologija ima na sport je onaj na same sportaše. Danas više nego ikada ranije sportaši svaku fazu svojih priprema, treninga i samog natjecanja mogu potpomoći korištenjem tehnologija. Prema Lightman (2016.), dobar primjer direktnog utjecaja neke tehnološke inovacije na izvedbu sportaša je upotreba specijalnog plivačkog odijela koje zbog svojih posebnih materijala omogućuje brže kretanje tijela kroz vodu. Međutim osim takve direktne pomoći tehnologije pri izvedbi postoji još mnogo indirektnih koristi. Trenerima je danas znatno olakšan posao analiziranja putem raznih programa koje mogu koristiti kao pripremu za natjecanje, ali i tokom samog natjecanja. Osim toga, Marković (2019.) ističe da putem uređaja za praćenje koje igrači nose na sebi u stvarnom vremenu moguće je pratiti njihove rezultate trčanja, ali i njihovu razinu tlaka, frekvencija srca i slično.

Tehnologija ne samo da je omogućila bolju pripremu i izvedbu sportaša već je i spriječila mnoge zdravstvene probleme sportaša. Lewis (2004.) navodi da su nakon smrtnog slučaja igrača američkog nogometa 2001. godine uloženi su veliki naponi u praćenje vitalnih funkcija igrača tijekom realnog vremena, te su informacije o frekvenciji srca, dehidraciji i temperaturi spasili mnoge živote kasnije. Međutim tehnologija nije pomogla samo sportašima i trenerima da budu uspješniji, također je osigurala sudcima bolje uvjete za rad te se samim time povećala regularnost natjecanja. Clapp (2016.) navodi da je jedna od prvih inovacija koja je uvelike podigla regularnost natjecanja bila tehnologija foto finiša. Isti autor ističe da je već potkraj 19. stoljeća postalo je preteško odrediti pobjednike konjičkih utrka, zato se od 1912. godine i Olimpijskih igara počinje koristiti tehnologija foto finiša, a radi se o automatskom fotografskom uređaju koji zajedno elektronskim satom bilježi sliku i vrijeme svakog natjecatelja u trenutku kada prođu ciljnu ravninu. Kasnije je ista tehnologija postala primjenjiva u plivačkim natjecanjima, ali i u brojnim drugim. Prema Silvi, Marcelinu, Joaou i Lacerdi (2016.) jedan od najpoznatijih primjera upotrebe tehnologije u sportu je „hawk-eye“ ili takozvana oko sokolovo tehnologija. Silva i sur. navode da se radi o video sistemu koji putem kamera iznad i oko terena

snimanjem proračunava najvjerojatniju putanju lopte, a zatim nakon analize prikazuje trodimenzionalni prikaz kretanja lopte. Ova tehnologija najpoznatija je po svojoj prvotnoj upotrebi u tenisu, međutim kasnije se proširila i na odbojku, a posljednjih nekoliko godina svjedočimo i svojevrsnoj verziji i u nogometu putem VAR tehnologije.

Međutim kako je već ranije spomenuto, jedna od skupina na koju tehnologija u sportu utječe je i sama publika. Dok je nekad jedini način praćenja sporta bio odlazak uživo na natjecanje danas je situacija potpuno drugačija. Sad publika ne samo da može uživo putem televizijskih prijenosa pratiti skoro sva sportska natjecanja već tijekom prijenosa dobiva detaljne informacije o sportašima. Kuper i Szymanski (2014.) navode da je tijekom televizijskih prijenosa nogometnih utakmica postao standard imati informacije o broju pretrčanih kilometara igrača, njihovim mapama kretanja te broju i točnosti dodavanja. Međutim nogomet po tome nije iznimka, štoviše takozvani američki sportovi pioniri su po pitanju upotrebe znanosti u sportu. Lewis (2004.) tako navodi da košarkaške prijenose NBA lige prati mnoštvo popratnih statističkih informacija o svakom igraču, a upotreba podataka u bejzbolu seže još do samih početaka 21. stoljeća.

### **2.3.Rekreativni sport**

Sport i sportska natjecanja kroz povijest možemo povezati do najranijih početaka čovječanstva. I dok je kasnije moderni sport počeo kroz Olimpijske igre i slična natjecanja, ljudima je vrlo teško bilo naći vremena za bavljenje sportom iz raznoda zbog teških životnih uvjeta. Kraus (1971.) ističe da ipak početkom industrijske revolucije, a zatim i pojavama sindikata koji su donijeli promjene u obliku standardizacije radnog vremena i pojave slobodnih dana, ljudima se odjednom otvorio prostor za vlastite aktivnosti. Iako je prevladavalo mišljenje da će ljudi koristiti slobodno vrijeme isključivo za odmor i oporavak od napornog rada, ispostavilo se da to nije točno. Međutim i ranije su postojale indikacije da bez obzira koliko ljudi bili zaposleni i opterećeni drugim stvarima svejedno im sportske aktivnosti predstavljaju omiljenu razonodu. Holiga (2018.) navodi jedan od najpoznatijih slučajeva još iz davne 1914. godine kada su britanski i njemački vojnici usred Prvog svjetskog rata sklopili jednodnevno primirje kako bi na Božić te godine odigrali nogometnu utakmicu na ratištu.

Stoga ne čudi da su ubrzo nakon promjena koje su uslijedile u industrijskoj revoluciji te pojave slobodnih dana ljudi krenuli razmišljati kako provesti slobodno vrijeme. Prema Festini (2008.) je, usprkos očekivanju, slobodno vrijeme zapravo vrijeme u kojem prevladava visok intenzitet aktivnosti, što otvara mogućnosti bavljenja sportom na dva načina, a to su uz povećanje ljudske otuđenosti od drugih ili uz smanjenje iste. Iz tog razloga pokretani su programi bavljenja

sportom u sklopu obrazovnih institucija, a rasla su ulaganja i u besplatnu sportsku infrastrukturu za građanstvo. Maddox (2018.) ističe da je važnost bavljenja sportom shvaćena ozbiljno čak i u ekstremnim uvjetima, pa su tako primjerice i u Rusiji za vrijeme Staljinove vladavine u zarobljeničkim logorima imali organizirane tjedne nogometne utakmice. U nekoj mjeri, iako u drugačijim okolnostima, takva praksa postoji i danas. Primjerice diljem Australije postoji praksa suradnje zatvora s neprofitabilnim organizacijama koje nude organiziranje sportskih aktivnosti za zatvorenike. Gallant, Sherry i Nicholson (2014.) su u svojem istraživanju provedenom među zatvorenicima u tim zatvorima utvrdili da bavljenje sportom pozitivno utječe kako na njihovo fizičko tako i na njihovo psihičko zdravlje. Gallant i sur. (2014.) ističu da naravno bavljenje rekreativnim sportom nije usko vezano samo uz zatvore i slične institucije, već obuhvaća puno više od toga i nudi brojne opcije.

Prema francuskom filozofu Dumazdieru (1982.) slobodno vrijeme dijeli se na odmor, razonodu i razvoj osobnosti, te on upravo u sportu vidi mogućnost razvoja ne samo fizičkog zdravlja nego i povećanja intelektualnih i socijalnih vještina. Stoga ne čudi rast rekreativnog sporta posljednjih dvadesetak godina kroz aktivnosti kao što su fitness, teretana i trčanje. McGrath(2013.) ističe da rast rekreativnog sporta prati i rast tehnološkog napretka popratnih sadržaja pa tako postoji sve više aplikacija koje nude različite opcije pomoći pri bavljenju sportom, a sve popularnija opcija su i pametni satovi koji prate otkucaje srca i mjere pretrčane kilometre. Međutim osim tehnoloških pomagala ljudi često koriste teretane i parkove kao mjesta za upoznavanje i socijaliziranje s drugim ljudima. Ne čudi stoga da su tijekom pandemije Covid-19 virusa upravo parkovi bili označeni kao vrlo bitna mjesta. Naime prema istraživanju američke zdravstvene organizacije provedenom na uzorku populacije koja pati od srednje i kronične depresije upravo su parkovi bili označeni kao mjesta koja su im poboljšavala socijalni život i smanjivala anksioznost i depresiju.

Takken, Giardini, Reybrouck i Gewillig (2012.) navode da važnost sporta nije samo u poboljšavanju mentalnog zdravlja već i fizičkog. Naime prema Takken i sur. (2012.) postoji jasna korelacija između bavljenja fizičkim aktivnostima i smanjenja opasnosti od kardiovaskularnih bolesti, zbog čega i postoji sve veća svjesnost važnosti ulaganja u sportsku infrastrukturu. Zbog svega navedenog ne čudi rastući trend bavljenja rekreativnim sportom, a kojeg posljednjih godina dodatno potiče popratni tehnološki rast.

### 3. INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE I PODATKOVNA ZNANOST

#### 3.1. Nosive tehnologije

Otkad je čovječanstvo zagazilo putem tehnološkog razvoja i napretka većina promjena događala se postepeno. Cicek (2015.) navodi da su, u zadnje vrijeme, inovacije kao što su elektronski čipovi, GPS sistemi, Wi-Fi sistemi, internet i slično transformirali su svijet u kojem živimo revolucionarnom brzinom. Među svim tehnološkim razvojem jedno polje se posebno izdvojilo, a radi se o nosivim tehnologijama. Tao (2005.) ističe da iako nema jednostavne i službene definicije, općeprihvaćeno stajalište je da se nosive tehnologije mogu definirati kao tehnološki uređaji koji se nose na tijelu korisnika. Iako postoje već godinama, nosive tehnologije postale su popularne relativno nedavno. Prema Kurwi, Mohammedu i Liu (2008.) nosive tehnologije su svoj uspjeh doživjele su naglim porastom popularnosti zbog svoje funkcionalnosti, ali i prihvaćenosti u modnom smislu. Nosive tehnologije imaju svoje karakteristike koje ih diferenciraju od ostalih tehnoloških uređaja, a da bi se njihova integracija i buduće koristi shvatile potrebno je prvo objasniti karakteristike nosive tehnologije.

Prva i osnovna karakteristika je „hands-free“ funkcija odnosno mogućnost da uređaje nosive tehnologije možemo koristiti bez upotrebe ruku, kao i tijekom svojih svakodnevnih aktivnosti i zadataka (Tao, 2005). Cicek (2015.) ističe da iako postoji teza po kojoj su i mobilni uređaji dio nosive tehnologije zbog načina na koji su postali dio ljudske svakodnevice i ljudi ne mogu bez njih, ipak u strogo tehničkom smislu mobilni uređaji nisu dio nosive tehnologije. Osim osnovne karakteristike, potrebno je voditi računa i o sučelju, komunikaciji, upravljanju podacima, trajanju baterije i slično. Prema Ciceku (2015.) sučelje služi kao medijator za transferiranje podataka između nosača uređaja te samog uređaja. Godfrey i sur. (2018.) navode da se upravljanje podataka odnosi se na njihove skladištenje i procesiranje, a oni se pak mogu skupljati putem senzora, GPS sustava, kamera i sličnog. Važan segment je i upravljanje energijom, odnosno jačina i vijek trajanja baterije. Međutim usprkos velikom naporima poduzeća nisu na tom polju napravila značajan iskorak još od Google naočala čija baterija može trajati šest sati. Cicek (2015.) ističe da ako govorimo o tipovima nosivih tehnologija onda ona dijeli na tri kategorije, a to su zdravstvena nosiva tehnologija, tekstilna nosiva tehnologija te svakodnevna nosiva tehnologija.

Trenutno u svijetu nosiva tehnologija svoju najopširniju i najučestaliju upotrebu ima u zdravstvenom sektoru. Prema Rutherfordu (2010.) najvažniji doprinos nosive tehnologije zdravstvenom sektoru zasigurno predstavlja mogućnost neometanog kontinuiranog

nadgledanja zdravstvenog stanja pacijenta te prikupljanja informacija o pacijentu, a sve to u stvarnom vremenu. Liječnici su tako u stanju pratiti otkucaje srca, tlak, respiratorni sustav i mnoštvo drugih zdravstvenih indikatora, a sve to preko nosivih uređaja koje pacijenti imaju. Ovo je važno ne samo sa stajališta liječnika nego i samih pacijenata. Putem nosive tehnologije pacijenti sami također vide informacije i mogu vidjeti ukoliko nešto nije uredu, te sukladno tome reagirati. Na taj način pacijenti dobivaju veću ulogu te svojim proaktivnim djelovanjem mogu pravovremeno reagirati u slučaju problema.

Naime upravo je to dosada bio veliki problem, prema Institutu za medicinu u SAD-u svake godine nešto manje od sto tisuća ljudi izgubi život zbog pogrešaka ili zakašnjelih reakcija bolničkog osoblja. Primjerice ta brojka veća je od smrtnih slučajeva prouzrokovanih prometnim nesrećama, ali ne privlači ni približno jednaku medijsku pozornost. Još jedan dobar primjer upotrebe nosive tehnologije su starije osobe. Sve veća populacija starijih ljudi predstavlja brojne izazove na svjetskoj razini, a posebice se to tiče sve većih zahtjeva za zdravstvenom brigom, kako u bolnicama tako i u privatnim domovima.

Ova situacija nije jednostavna niti za zdravstvene djelatnike, ali niti za starije osobe koje su često nemoćne voditi brigu same o sebi. Upravo tu se nosiva tehnologija pokazala kao izuzetno korisna. Prema Wangu i sur. (2017.) upotrebom uređaja kao što su pametni satovi, kamere i senzori privatni domovi za brigu o starijim ljudima su si značajno smanjili troškove rada jer više ne trebaju imati osoblje za svakog pacijenta koje mora provoditi s njim cijeli dan. Ovo poželjno i s aspekta praćenja fizičkog zdravlja pacijenata, ali i s mentalnog jer poznato je da upravo odlazak u domove i suočavanje sa čestim boravkom u zatvorenome teško pada starijim ljudima. Wang i sur. (2017.) također ističu da je pomoću kamera koje nose na sebi, a koje ne smetaju njihovim aktivnostima puno jednostavnije pratiti njihove kretnje i na taj način im omogućiti određenu samostalnost i slobodu što je vrlo bitno.

Drugi tip nosive tehnologije jest tekstilna nosiva tehnologija. Cicek (2015.) navodi da iako znatno manjeg obujma i prisustva na tržištu, nosiva tehnologija pronašla je svoje mjesto posljednjih godina u tekstilnoj industriji. Integriranje nosive tehnologije u svijet tekstilne industrije donijelo je razvoj materijala s električnim svojstvima koji imaju mogućnost nadziranja određenih tjelesnih funkcija, ali i iskazivanja poruka prema van. Primjer toga je odjeća koja ima sposobnost mijenjanja boja. Istraživači iz kompanije Philips izradili su posebnu haljinu koja može mijenjati boje ovisno o raspoloženju i emocijama osobe koja ju nosi. Naravno da bi se popularnost ovakvih proizvoda dodatno povećala potrebno je voditi računa o mogućnosti takve odjeće da bude otporna na vodu, dugovječnosti iste, kao i naravno o samom estetskom izgledu (Cicek, 2015). Još jedan idealan primjer nosive tehnologije, a koji djeluje i



u okvirima modnog svijeta, je Bellabeat. Radi se o hrvatskom poduzeću pokrenutom 2013. godine koje proizvodi isključivo proizvode za žene. Krenuli su s pametnim narukvicama koje prate količinu sna, potrošene kalorije prilikom vježbanja, ženski ciklus, razinu stresa i slično (Spremić, 2017). Osim narukvica proizvode i pametne boce za vodu koje prate razinu hidracije, a također su počeli s proizvodnjom satova koji su svojevrsna nadogradnja narukvica te nude dodatne funkcije kao što su otkucaji srca i kardio koherencija.

Treća kategorija odnosi se na svakodnevne elektroničke uređaje nosive tehnologije koje ljudi koriste, a da to nije nužno u zdravstvene ili modne svrhe. Wang i sur. (2017.) navode da su najpoznatiji u ovoj vrsti uređaja narukvice, satovi, naočale i slično. Iako već spomenuti kao važan segment u zdravstvenom sektoru, satovi nude i brojne druge usluge, kao što su primjerice primanje poruka i poziva, elektronske pošte, slušanje glazbe i mnoštvo drugih opcija.

### **3.2. Internet stvari (IoT)**

Cirani, Picone, Ferrari i Veltri (2019.) navode da je izraz Internet stvari prvi put iskorišten je 1999. godine od strane britanskog tehnološkog pionira Kevina Ashtona kako bi se opisao sistem u kojem bi objekti u stvarnom svijetu mogli biti internetski povezani putem senzora. Iako je termin Internet stvari relativno nedavno ušao u upotrebu, već su kasnih sedamdesetih godina prošlog stoljeća postojali primjeri pokušaja da se na daljinu nadziru brojila na električnoj mreži putem telefonskih linija. Prema Vujoviću i Maksimoviću (2015.) danas se Internet stvari ukratko može definirati kao globalnu mrežu pametnih uređaja koji su međusobno povezani te mogu komunicirati kako između sebe tako i sa okolinom, a da pritom razmjenjuju podatke prikupljene u okruženju. U Internetu stvari pod stvari se misli na pametne uređaje kojima je moguće upravljati na daljinu s bilo kojeg mjesta putem određenog komunikacijskog protokola kojeg taj uređaj podržava. Kumar, Tiwari i Zymbler (2019.) ističu da je primjer toga pametni termostat koji mjeri temperaturu te šalje informacije o njenoj visini, a zatim se preko interneta ta temperatura može regulirati. Skup svih poruka, primljenih i poslanih, nalazi se u oblaku (eng. cloud) gdje se također nalaze i podaci o korisničkim aplikacijama i samom korisniku.

Primjena koncepta Interneta stvari moguća je u različitim područjima kao što su napredne elektromagnetske mreže, sigurnost, praćenje prometne infrastrukture, farmaceutska industrija i mnoštvo drugih. Vujović i Maksimović (2015.) navode primjer u zdravstvu gdje je korištenje različitih senzora omogućilo praćenje pacijenata na daljinu, određivanje terapije te prosljeđivanje iste ljekarnama bez da pacijent mora ići kod doktora da bi mu rekao terapiju. Ako govorimo o prometu, Kumar i sur. (2019.) navode da je centraliziranim sistemima moguće

s jednog mjesta pratiti gustoću i opterećenost pojedinih cesta, regulirati svjetla na prometnicama i slično. I same ceste je moguće unaprijediti. Spremić (2017.) navodi primjer savezne države Missouri koja planira na poznatu cestu 66 postaviti solarne panele kao zamjenu za asfalt i beton. Putem panela će skupljati sunčevu energiju i pretvarati je u električnu, a paneli će biti opremljeni senzorima koji će cestu činiti interaktivnom u smislu komuniciranja informacija o ograničenju brzine i stanju na cestama. Osim cestovnog prometa, prema Spremiću (2017.) veliki napredak postignut je i u zrakoplovnom prometu. U 2014. godini je tijekom letova bilo izgubljeno, privremeno ili trajno, čak 24,1 milijun komada prtljage. Tome na kraj je odlučio doskočiti proizvođač prtljage Samsonite, na način da su u prtljagu počeli ugrađivati računalne čipove. Putnici zatim skidanjem aplikacije mogu registrirati svoju prtljagu te je cijelim putem pratiti, a nakon što ovaj sistem primjene i zrakoplovne kompanije i zračne luke ispuniti će se krajnji cilj kreiranja digitalne platforme za praćenje prtljage u kojoj će sudjelovati svi sudionici zračnog prometa.

Za primjenu svega ovoga dovoljno je pogledati projekte pojedinih pametnih gradova. Radi se o ideji gdje je cilj izgraditi cijele gradove koji funkcioniraju na principu Interneta stvari, te se u potpunosti sastoje od pametnih kuća. Kumar i sur. (2019.) definiraju pametne kuće kao domove čiji interijer i eksterijer u svojem funkcioniranju u velikoj mjeri inkorporiraju Internet stvari, a to se ogleda u povezanosti klima uređaja, televizije, audio i video uređaja, sigurnosnih sistema i mnoštva drugih stvari. Prema Khajenasiri, Estebari, Verhelst i Giellenu (2017.) o tome koliko se tržište pametnih kuća razvija najbolje govore prognoze da će u 2022. godini promet na tom tržištu preći brojku od sto milijardi dolara. Pametne kuće nisu samo luksuzne i udobne što se tiče života u njima, već i omogućuju svojim vlasnicima znatne uštede po pitanju potrošnje energije. Osim pametnih kuća drugi aspekt pametnih gradova su i automobili. Razvojem automobilske industrije posljednjih godina sve se više napora ulaže i na polju pametnih automobila. Khajenasiri i sur. (2017.) ističu da kao i kod kuća, radi o automobilima koji su pomoću Interneta stvari povezani od unutrašnjosti do motora automobila. Sa pojavom više ovakvih automobila na prometnicama bila bi moguća komunikacija između pametnih automobila, a to bi u konačnici dovelo do ugodnije i sigurnije vožnje.

Kao i uvijek kada se govori o novim tehnologijama, sigurnost je jedno od bitnijih pitanja. Kumar i sur. (2019.) ističu da adresiranje problema sigurnosti te vođenje računa o proizvodima i sistemima unutar Interneta stvari mora biti jedan od fundamentalnih prioriteta ove tehnologije. Svi korisnici pametnih uređaja trebali bi osjećati sigurnost prilikom korištenja istih, pogotovo jer će s obzirom na rastuću popularnost tehnologije sve više pametnih uređaja biti povezano i integrirano u svakodnevne živote ljudi. S druge strane, logično je i da dio odgovornosti o

očuvanju sigurnosti imaju i sami korisnici, te da ovisno o svojim strategijama zaštite mogu uvelike povećati ili smanjiti sigurnost.

### **3.3.Umjetna inteligencija**

Prister ( 2019.) navodi da je izraz umjetna inteligencija sklopljen 1956. godine kada su se na fakultetu u Dartmouthu okupili pioniri tog područja s namjerom početka vršenja sustavnih istraživanja u području umjetne inteligencije. Usprkos početnim optimističnim prognozama istraživačima je vrlo brzo postalo jasno da postizanje umjetne inteligencije koja je na razini s ljudskom neće biti niti lagan niti brz proces. Još neki od povijesno važnih iskoraka i događaja na tom polju dogodili su se prvo sredinom 20. stoljeća kada je Turing osmislio test koji omogućuje provjeru inteligencije računala, a drugi važan događaj je šahovska partija između tadašnjeg šahovskog prvaka Garrya Kasparova i računala nazvanog Deep Blue. Ghosh, Chakraborty i Law (2018.) danas umjetnu inteligenciju definiraju kao znanost koja se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadatke za koje je tradicionalno potrebna ljudska inteligencija. Ovaj naziv također se koristi i u svrhu označavanja bilo kojeg neživog sustava koji pokazuje inteligenciju, obično se radi o računalnim sustavima, a nerijetko se izraz koristi i za robote iako oni nisu nužno inteligentni. Cilj umjetne inteligencije jest napraviti stroj koji će imati sposobnost prikupljanja podataka na temelju koji će donijeti odluku koja će rezultirati nekom radnjom, ali da će sustav imati sposobnost zapamtiti reakciju te mogućnost primijeniti je ponovo. Ovdje zapravo govorimo o sposobnosti učenja.

Posljedično zbog ovih definicija područje umjetne inteligencije ubrzo je poprimilo moralni aspekt koji izaziva velike podjele po pitanju stavova o mogućnosti računala da budu poput ljudi te imaju svijest. S filozofske strane ovo je naravno potaknulo ionako stare rasprave o tome kako uopće definirati inteligenciju. Iako postoje brojne definicije inteligencije i ne postoji usuglašenost, kao početna točka uzima se Terman koji je još godine 1921. rekao da je to opća sposobnost apstraktnog zaključivanja pri rješavanju problema. Ghosh i sur. (2018.) kao zagovornici umjetne inteligencije smatraju da je moguće razviti računalo ili stroj s dovoljnom procesnom moći i softverom dovoljno dobrim da može imati stav o nekoj odluci što bi značilo da je inteligentno. Druga škola mišljenja, bliže filozofima, je da računala nikad neće imati svijest poput ljudi te neće moći razumjeti problem i donijeti odluku. Ove teze idu u smjeru toga da bi razvoj umjetne inteligencije trebalo ograničiti na izvršavanje zadataka po unaprijed programiranom protokolu.

Posljednje desetljeće predstavlja najnoviju eru područja umjetne inteligencije, a naziva se još i era dubokog učenja (eng. deep learning). Ghosh i sur. (2018.) objašnjavaju duboko učenje kao učenje višeslojnih apstrakcija podataka kroz višeslojne neuronske mreže. Ovo je na neki način preslika rada biološkog rada ljudskog mozga koji je skup neuronski veza koje egzistiraju zajedno, a zatim naša inteligencija donosi zaključke i odluke na temelju informacija koji neuronskim čvorovima dolaze u mozak. Kod umjetne inteligencije to znači da se ide u smjeru da se sustave stavlja u realne situacije i pušta ih se da neko vrijeme uče, a zatim analiziraju rezultate. Ne teži se postizanju mogućnosti zaključivanja već je cilj povezati što više zasebnih entiteta koji imaju mogućnost riješiti jednostavne funkcije i zatim poslati informacije u sustav. Dobar primjer, kojeg navodi Prister, (2019.) dubokog učenja su aplikacije koje na temelju fotografija hrane mogu reći koliko hrana sa fotografije sadrži kalorija. Još jedan sličan primjer je aplikacije koju je Škoda razvila, a radi se o aplikaciji za dijagnosticiranje automobilskih kvarova. Aplikacija funkcionira na način da snima zvuk automobila koji radi, a zatim ga uspoređuje sa bazom podataka pohranjenih zvukova te ukoliko s vozilom nešto nije uredu aplikacije obavještava vlasnika te otkriva u kojem dijelu automobila je problem.

Oba primjera funkcioniraju na sličan način, video i audio, međutim suština je u tome da aplikacije analiziraju informacije te ih uspoređuju s prethodno pohranjenim datotekama, a onda daju povratnu informaciju. Osim ovih primjera postoje još brojni drugi, ali svi skupa neizbježno idu u prilog tome da budućnost nosi sve veću prisutnost umjetne inteligencije u životima ljudi, a ovisno o brzini razvoja možda i zamijeni ljude u pojedinim područjima.

### **3.4. Baze podataka i skladištenje podataka**

Manger (2012.) definira bazom podataka svaki skup podataka koji je međusobno povezan, te pohranjen vanjskoj memoriji računala. Podaci u isto vrijeme mogu biti na raspolaganju korisnicima i aplikacijskim programima, a njihovo brisanje, čitanje i ostale promjene obavljaju se putem zajedničkog softvera. Varga (2020.) ističe da su podaci u bazi organizirani u skladu s modelom podataka, a model podataka služi za koncipiranje, projektiranje i implementiranje baze. Manger (2012.) navodi da sustavi za upravljanje bazama podataka, preko kojih se obavljaju operacije s podacima, obično podržavaju neke od modela kao što su: relacijski, mrežni, hijerarhijski i objektni. Connolly i Begg (2014) navode da, dok su modeli poput hijerarhijskog i mrežnog bili popularni u prošlom stoljeću, danas se većinom radi s relacijskim modelom. U usporedbi s programskim jezicima, baze podataka predstavljaju višu razinu rada s podacima, te se to vidi u ispunjenju ciljeva poput fizičke i logičke nezavisnosti podataka, te

fleksibilnog i istovremenog pristupa podacima. Fizička nezavisnost predstavlja odvojenost logičke definicije od fizičke građe, što znači da u slučaju promjene fizičke građe nema zahtijeva za promjenom u postojećim aplikacijama. Dok logička nezavisnost predstavlja odvojenost cijele baze podataka od lokalne baze za jednu aplikaciju. S druge strane, Varga (2020.) ističe da fleksibilnost pristupa podacima označava promjenu u odnosu na prijašnje modele gdje je pretraživanje bilo unaprijed predviđeno dok u slučaju relacijskih modela je korisnik slobodan pretraživati po svom nahođenju. Istovremeni pristupa, pak predstavlja mogućnost da veći broj korisnika istovremeno koristi iste podatke.

Što se tiče arhitekture baze podataka, ona se prema Mangeru (2012.) dijeli na tri razine, a to su fizička razina, globalna logička razina i lokalna logička razina. Fizička razina predstavlja način fizičkog prikaza te rasporeda podataka na jedinicama vanjske memorije. Globalna logička razina odnosi se na strukturu cijele baze te ju vidi njezin projektant. Prema Connolly i Beggu (2014.), zapis logičke definicije predstavlja shema, odnosno tekst koji definira logičku strukturu i uvodi ograničenja koja čuvaju integritet podataka. Lokalna logička razina predstavlja dio baze kojeg koristi jedna aplikacija, a vidi ju korisnik ili aplikacijski programer. Za razliku od sheme kod globalne razine, zapis lokalne razine naziva se pogled ili pod-shema, a predstavlja tekst koji definiraju lokalni tipovi podataka i veza između istih (Manger, 2012). Ako govorimo o jezicima za rad s bazama podataka, oni dijele na tri kategorije, a to su: jezici za opis podataka, jezici za manipuliranje podacima i jezici za postavljanje upita. Ova podjela je međutim poprilično zastarjela te se u slučaju relacijskih baza koriste integrirani jezici kao što je primjerice SQL. Pojavom baza podataka s vremenom došla je i potreba za skladištenjem podataka.

Golfarelli i Rizzi (2009.) definiraju skladištenje podataka kao proces pri kojem se skup metoda i alata koristi kao potpora višim slojevima menadžera, direktora i analitičara u svrhu analiziranja podataka i pružanja potpore pri odlučivanju. Karakteristike skladišta podataka su sljedeće:

- Pristupačnost
- Fleksibilnost
- Integracija
- Informacijska konciznost
- Višedimenzionalan prikaz
- Korektnost i potpunost

Skladišta podataka sadržavaju veliku količinu podataka kojima se može manipulirati, Golfarelli i Rizzi (2009.) međutim ističu da kako menadžeri i analitičari da dođu do podataka ne bi morali

pisati kompleksne upite posao im olakšavaju podatkovni centri. Podatkovni centri predstavljaju subjektivno orijentirane baze koje sadrže podskup podataka koji odgovara određenoj poslovnoj jedinici (Manger, 2012). Pomoću njih proces poslovanja znatno je ubrzan jer se skraćuje vrijeme za pristup podacima, a podatkovni centri mogu se izgraditi pomoću dva pristupa. Prvi je konstruiranje iz postojećih skladišta podataka te se taj pristup naziva još i odozgora prema dolje, a drugi pristup je izgradnja iz vanjskih podataka.

### **3.5. Veliki podaci**

Zbog rastuće brzine prikupljanja podataka, njihove obrade i analize te stalne pojave novih načina dolaska do podataka nije jednostavno precizno definirati pojam velikih podataka. Prema Elgendy i Elragalu (2014.) generalno može se reći da su to podaci koji nadilaze kapacitet procesuiranja tradicionalnih baza podataka, to jest da su to podaci koji su preveliki te se ne uklapaju u konvencionalnu arhitekturu baza podataka. Wang, Xu, Chen L. i Chen X. (2016.) navode da veliki podaci kao koncept obuhvaćaju tehnike prikupljanja, spremanja, daljnjeg distribuiranja te analiziranja podataka na način na koji tradicionalne metode upravljanja nisu spremne niti prikladne. Iz tog razloga veliki podaci predstavljaju naprednu podatkovnu analitiku i brzo otkrivanje znanja iz ogromne količine podataka. Prema Spremiću (2017.) općenito tehnologiju velikih podataka možemo definirati preko tri ključna pojma, a to su opseg, raznovrsnost i brzina.

Opseg ili volumen je uvijek znatno veća nego kod uobičajenih baza podataka. Wang i sur. (2016.) ističu da iako granice nisu striktno određeno na velike podatke mislimo kada govorimo o veličini koja se kreće u granicama od terabajta do petabajta. Veličina naravno ovisi i o tržištu i industriji u kojoj se prikupljaju i obrađuju, ali gotovo uvijek radi se o svojevrsnim pokretnim podacima zbog njihovog neprestanog rasta. Spremić (2017.) navodi da raznolikost predstavlja prikazivanje podataka u različitim formatima. Dok su nekada podaci većinom bili strukturirani, kod velikih podataka radi se većinom o podacima koji nisu strukturirani ili su polu-strukturirani. Iz tog razloga to korisnicima predstavlja izazov u smislu dobivanja najveće vrijednosti iz nestrukturiranih podataka. Treći pojam, brzina, predstavlja brzinu stvaranja podataka.

Zbog razvoja tehnologije podaci se danas stvaraju neviđenim brzinama, upravo zato brzina dosega i analitike omogućuje stvaranje i pohranu novog znanja (Spremić, 2017). To je iznimno važno jer je često uvid u podatke potreban u stvarnom vremenu jer se protokom vremena tijekom kojega nisu obrađeni njihova vrijednost smanjuje.

Spremić (2017.) navodi da je dobar primjer upotrebe velikih podataka online platforma Netflix. Ukoliko putem Netflixa-a gledate seriju ili film velika je vjerojatnost da vam je preporučen. Čak 70 posto sadržaja kojim su korisnici zadovoljni preporučen je od strane sustava velikih podataka koji proučavajući preferencije korisnika, njegovih poznanika i prijatelja, oznaka svidanja i sličnog predlaže ono za što smatra da će se korisnicima svidjeti. To je moguće jer Netflix sav svoj sadržaj sprema na računalnim oblacima koji se distribuira korisnicima dok analitički algoritmi praćenjem preferencija stalno predlažu sljedeće sadržaje.

Drugi sličan primjer je Amazon. Ova velika online trgovina kao i mnoge druge na temelju podataka kupčevih prijašnjih kupnji, pregledanih artikala ili stvari koje su dodane u favorite svaki put kada korisnik otvori neki proizvod ispod njega već ima pripremljene sljedeće proizvode za koje je algoritam odredio da postoji najveća šansa da će ih korisnik otvoriti i pregledati. Naravno Amazon nije jedini u ovom načinu korištenja podatka, isti sustav koristi i Ikea, a dodatna korist je što više online kupnji omogućuje jednostavniju logistiku skladištenja i dostave kupcima.

Međutim osim svojih očiglednih prednosti, veliki podaci imaju i određene nedostatke. Prema Elgandy i Elragalu, kao jedan od najvećih nedostataka navodi se manjak osoblja s vještinama potrebnim za analitiku velikih podataka. Veliki podaci relativno su nova tehnologija te su kao takvi često nedovoljno poznati zaposlenicima, stoga poduzeća moraju ulagati velika sredstva u dodatno obrazovanje radnog kadra kako bi bili u mogućnosti raditi s velikim podacima.

### **3.6. Općenito o podatkovnoj znanosti i razvoju kroz povijest**

Povijest baza podataka počinje s dva najranija računalna primjera. Bosilj-Vukšić i Pejić Bach (2009.) navode primjer Charlesa Bachmana koji je dizajnirao prvu kompjuteriziranu bazu podataka ranih 1960-ih. Ova prva baza podataka bila je poznata kao Integrirana pohrana podataka ili IDS. Bosilj-Vukšić i Pejić Bach (2009.) navode da je ubrzo uslijedio Information Management System, baza podataka koju je izradio IBM. Obje baze podataka bile su preteče "navigacijske baze podataka". Prema Čeriću i Vargi (2004.), navigacijske baze podataka zahtijevale su od korisnika da se kreću kroz cijelu bazu podataka kako bi pronašli informacije koje žele. Postojala su dva glavna modela ovoga: hijerarhijski model i mrežni model. Hijerarhijski model razvio je IBM. U njemu su podaci organizirani poput obiteljskog stabla. Svaki unos podataka ima nadređeni zapis, počevši od korijenskog zapisa. Marakas (2003.) navodi da je mrežni model u međuvremenu objavljen na Konferenciji o jezicima sustava

podataka (CODASYL). Razlikovao se od hijerarhijskog modela po tome što je dopuštao da zapis ima više od jednog roditeljskog i podređenog zapisa.

Također Marakas (2003.) ističe da se možda jedan od najutjecajnijih događaja u povijesti baza podataka dogodio se 1970-ih. U tom je desetljeću E. F. Codd objavio svoj rad "Relacijski model podataka za velike zajedničke banke podataka". Ovaj je dokument skovao pojam 'relacijska baza podataka' na početku desetljeća i potaknuo razvoj ovog novog načina pohrane i pristupa podacima. Relacijska baza podataka je ona koja pokazuje odnos između različitih zapisa podataka. Za razliku od svojih navigacijskih, relacijske baze podataka mogle su se pretraživati. Također su bile prostorno učinkovitije, što je značilo smanjene troškove pohrane podataka. Ono što je uslijedilo bilo je kreiranje INGRES-a, skraćenica za Interactive Graphics and Retrieval System, radilo se o modelu relacijske baze podataka. INGRES je koristio upitni jezik nazvan QUEL. IBM je tada objavio svoj pogled na relacijsku bazu podataka. Poznat kao System R, bio je prvi u povijesti baza podataka koji je koristio strukturirani jezik upita (SQL).

1980-te u povijesti baza podataka označile su vrijeme rasta. Konkretno, bilo je to vrijeme rasta za model relacijske baze podataka. Bosilj-Vukšić i Bach (2009.) navode da su se raniji navigacijski modeli našli su se sve više izvan upotrebe, dok je komercijalizacija relacijskih sustava dovela do povećanja upotrebe i popularnosti ove vrste baze podataka. 1980-ih također je SQL postao standardni jezik koji se koristi za baze podataka, a koristimo ga i danas. Još jedan značajan događaj za povijest baza podataka bila je pojava Objektno orijentiranih sustava za upravljanje bazama podataka (OODBMS). Ovaj koncept pojavio se sredinom 80-ih. Objektne baze podataka gledale bi podatke kao objekte, a radili bi s programskim jezicima koji podržavaju objektno orijentirani pristup.

Halpern (2015.) navodi da rani dani objektno orijentiranog upravljanja bazom podataka nisu vidjeli ovu ideju kao popularnu. To je djelomično zbog troškova i vremena potrebnog za ponovno pisanje postojećih baza podataka za podršku pristupu. Međutim, objektno orijentirani sustavi baza podataka postaju sve popularniji u 90-ima. Halpern (2015.) također ističe da je drugi ključni događaj koji je utjecao na povijest baza podataka u 90-ima bilo stvaranje World Wide Weba. Visoka ulaganja u online poslovanje potaknula su potražnju za sustavima baza podataka klijent-poslužitelj.

Marakas (2003.) navodi da je kao takav, internet pomogao eksponencijalnom rastu industrije baza podataka u 1990-ima. Značajan rezultat toga bilo je stvaranje MySQL-a 1995. godine, koji je bio otvorenog koda. Prema Marakasu (2003.) to je značilo da je pružao alternativu sustavima baza podataka koje nude velike tvrtke poput Oraclea i Microsofta. MySQL i danas mnogi koriste. Godine 1998. skovan je pojam NoSQL (ne samo strukturirani upitni jezik). Čurko



(2001.) navodi da se to odnosi na baze podataka koje koriste jezik upita koji nije SQL za pohranjivanje i dohvaćanje podataka. NoSQL baze podataka korisne su za nestrukturirane podatke i doživjele su rast u 2000-ima. Ovo je značajan razvoj u povijesti baza podataka jer je NoSQL omogućio bržu obradu većih, raznolikijih skupova podataka. NoSQL baze podataka su fleksibilnije od tradicionalnih relacijskih baza podataka koje su se razvile desetljeće prije.

2010. godine bile su desetljeće povećane svijesti o podacima, s porastom velikih podataka i povećanim naglaskom na zaštitu podataka. Ti trendovi prirodno oblikuju povijest baza podataka. Dobivši svoje ime desetljeće prije, veliki podaci bili su glavna poštapalica 2010. godine — a veliki podaci značili su velike baze podataka za njihovo pohranjivanje. Halpern (2015.) navodi da je s potrebom za prikupljanjem, organiziranjem i korištenjem tako velikih hrpa podataka, softver za automatizaciju postao je popularan alat u interakciji s bazama podataka. Ovo je desetljeće u kojem je vrijednost podataka doista pogodila javnu svijest. A s time i važnost čuvanja podataka na sigurnom. Zakonodavstvo poput GDPR-a i NIS direktive samo je dodatno naglasilo važnost čuvanja podataka — pa tako i baza podataka — dobro zaštićenih i sigurnih. Uz to je i utjecaj globalizacije na evoluciju baza podataka, pri čemu se više pažnje posvećuje distribuiranim bazama podataka. To su baze podataka koje pohranjuju podatke na više fizičkih lokacija, a ne na jednom mjestu.

## 4. PRIMJERI PODATKOVNE ZNANOSTI U SPORTU

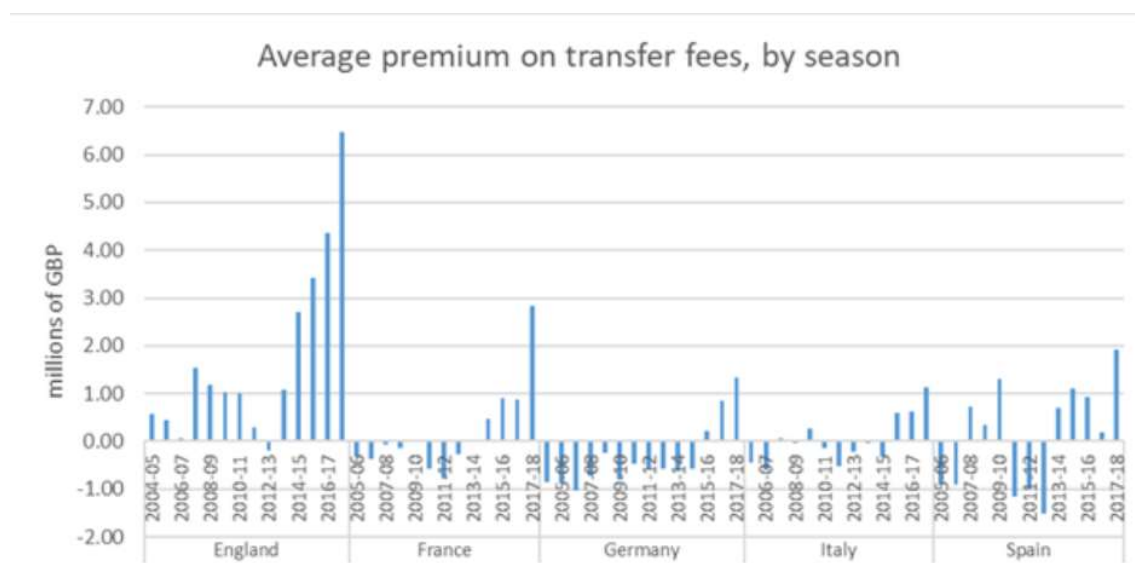
### 4.1. Primjeri tehnologije u nogometu

Povijest analitike i upotrebe podataka u nogometu seže sve do 1950. godine i utakmice dva kluba nižih razreda engleskog nogometa. Utakmica sama po sebi nije bila poseban događaj, ali zahvaljujući jednom gledatelju na tribinama počela je povijest nogometne analitike. Tippet (2019.) navodi da je taj gledatelj bio Charles Reep, tada član britanskog zrakoplovstva nezadovoljan igrom momčadi za koju je navijao odlučio je bilježiti sve napadačke akcije ekipe kako bi otkrio u čemu je problem (Tippet, 2019). Nakon što je neko vrijeme bilježio događaje s različitih utakmica Reep je analizom podataka došao do zaključka da je većina pogodaka u nogometu posljedica akcija s tri ili manje dodavanja. Tippet (2019.) navodi da je na temelju toga Reep zaključio da je najefikasniji način igranja nogometa što brže doći pred protivnički gol, te se upravo iz toga izrodila Engleska kultura igranja dugih dodavanja prema naprijed. Međutim njegov zaključak nije uzeo u obzir da je većina golova koji se događaju nakon tri ili manje dodavanja posljedica oduzete lopte blizu protivničkog gola. Upravo na ovome primjeru vidimo kako podaci u nogometu, pogotovo danas kad ih je na stotine, pružaju razne informacije, ali bez razumijevanja konteksta teško je izvući ispravne zaključke. Prema Biermannu (2019.) od 1950. godine do dana na polju tehnologije u nogometu napravljeni su ogromni iskoraci, pojavom kompanija kao što su Opta, Instat i Wyscout te mnogih drugih otvorile su se brojne mogućnosti, ali u generalnom smislu tehnologiju u nogometu danas možemo podijeliti na tri razine, a to su podaci u nogometu, video analize, te tehnologija u svrhu treninga i oporavka igrača.

Iako je u svijetu nogometa sve veća svijest o važnosti tehnologije i sve više je nogometnih klubova koji implementiraju njene razne oblike u svakodnevno poslovanje, ipak prema Biermannu (2019.), izdvaja se jedan klub koji je pomaknuo granice po tom pitanju, a radi se o engleskom prvoligašu Brentfordu. Klub koji je desetljeća proveo u nižim rangovima engleskog nogometa promjenom vlasnika 2012. godine potpuno je zaokrenuo poslovanje i doživio strelovit uspon. Vlasnik Brentforda je Matthew Benham koji je 2002. godine pokrenuo kompaniju Smarodds koja je primjenom podataka i analitike ostvarila ogromne profite na tržištu klađenja. Prema istraživanju koje je profesor ekonomije Stefan Szymanski (2014.) proveo na uzorku od 92 nogometna kluba u engleskoj u razdoblju od devet godina dokazana je korelacija

između troška koji klubovi troše na plaće i njihovog konačnog plasmana na tablici. Biermann (2019.) navodi da ako se pogleda koja dva kluba u engleskom nogometu najviše prebacuju očekivanja u engleskom nogometu u odnosu na ulaganja to su onda Brentford i Brighton. Brighton je također uspon doživio nakon promjene vlasnika, a njegov vlasnik je Tony Bloom, koji je zanimljivo bivši Benham-ov poslovni partner iz kompanije Smartodds. Anderson i Sally (2018.) navode da politika kojom se u Brentfordu vode je da ako će raditi jednako kao i ostali klubovi onda će zbog manjih financijskih sredstava biti lošiji od njih, zato su odlučili raditi potpuno drugačije od drugih. Danas je Brentford klub koji prednjači po upotrebi tehnologije u nogometu, o kojem god da se segmentu poslovanja radi. Ogromna baza podataka o svim igračima, korištenje video analiza, kombinacija podataka i videa pri dovođenju novih igrača i mnoštvo drugih stvari. Prema Globanu i Depkenu (2021.), posljednjih godina sve je veći trend toga da engleski klubovi pri kupnji igrača moraju preplatiti istoga u odnosu na njegovu tržišnu cijenu jer su ostali klubovi svjesni novca kojim engleski klubovi raspolažu.

Slika 1: Prikaz plaćenih premija na transferne odštete



Izvor: Globan i Depken, 2021

Biermann (2019.) ističe da je Brentford ovaj trend zaobišao kupnjom na manjim neistraženim tržištima poput primjerice nižih rangova francuskog nogometa ili Skandinavije. Razlog dobrog poznavanja Skandinavskog tržišta je što dijele istog vlasnika sa danskim prvoligašem Midtjyllandom, kojeg su kao svoju filijalu zapravo pretvorili u svojevrnsni laboratoriji u kojem mogu isprobavati najnovije tehnologije. Prema Andersonu i Sally (2018.), iako su Englezi

inovativni u mnogim područjima, ipak postoji jedna stvar oko koje je Brentford sagradio svoju priču, a to je metrika očekivanih golova (eng. expected goals).

Prema Tippettu (2019.) očekivani golovi predstavljaju metriku koju je najlakše objasniti kao metodu ocjenjivanja kvalitete udarca prema голу. Očekivani golovi baziraju se na podacima prošlih identičnih situacija. Za primjer najlakše je uzeti jedanaesterac jer je kao standardna situacija uvijek ista. Sumpter (2017.) navodi da je na uzorku od nekoliko tisuća jedanaesteraca utvrđeno je da je šansa za postizanje pogotka oko 72 posto. S obzirom da pogodak u nogometu vrijedi kao jedan, onda i očekivani golovi imaju maksimalnu vrijednost jedan, što znači da jedanaesterac sa svojih 72 posto šanse predstavlja vrijednost od 0.72 očekivanih pogodaka. Jednak proces vrijedi i za bilo koji drugi udarac koji se dogodi za vrijeme utakmice, svakome se na temelju tisuća takvih udaraca koji postoje u bazi podataka dodjeljuje određena vrijednost. Očekivani golovi prikazuju se na tri moguća načina, a to su mape udaraca, vremenski dijagrami te vremenski zapisi uživo.

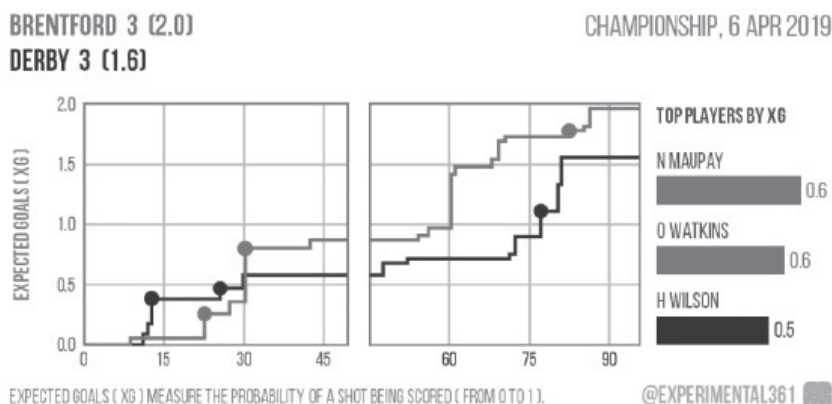
*Slika 2: Mapa udaraca*



Izvor: Tippet, 2019, str.60

Slika 2. je prikaz mape udaraca, Tippett navodi da se radi o pogledu na nogometno igralište iz ptičje perspektive gdje se svakom upućenom udarcu pridružuje krug koji je veći što je veća visina vrijednosti očekivanog gola, dok zvijezde predstavljaju udarce koji su rezultirali pogotkom, a veličina im također ovisi o visini vrijednosti očekivanog gola.

Slika 3: Vremenski dijagram očekivanih golova



Izvor: Tippett, 2019, str. 63

Slika 3. je prikaz vremenskog dijagrama koji prikazuje kako su obje ekipe tijekom utakmice akumulirale očekivane golove dok točke na linijama predstavljaju udarce koji su zapravo rezultirali pogotkom (Tippet, 2019). Treća mogućnost bilježenja očekivanih golova je da se jednostavnom svakom udarcu pripiše vrijednost očekivanog gola te vrijeme kada se dogodio. Vrijednost metrike očekivanih golova je u tome da ona otkriva pravu sliku svake utakmice. Kao što je vidljivo na slici 2. ako se pogledaju očekivani golovi vidi se da je Chelsea akumulirao čak 2.40 očekivanih golova, a Leicester je prikupio tek 0.46. To nam otkriva da stvarni rezultat utakmice u kojem je Leicester pobijedio ne predstavlja realno stanje onoga što se događalo na terenu, te da se ta utakmica odigrala više puta, puno je veća vjerojatnost da bi ju Chelsea pobijedio u većem broju navrata.

Upravo na temelju te izračunate vjerojatnosti moguće je napraviti izvedenicu iz očekivanih golova, a to su očekivani bodovi. Očekivani bodovi predstavljaju broj bodova koje je neka ekipa trebala osvojiti u utakmici, a ne koliko je zapravo osvojila, zbrojem očekivanih bodova tijekom sezone može se dobiti tablica očekivanih bodova. Biermann (2019.) navodi primjer Jurgena Kloppa koji je danas jedan od najpoznatijih trenera na svijetu i trenutno je na klupi engleske ekipe Liverpool-a, ali pitanje je bi li dobio taj posao ikada da Liverpoolov tim analitičara predvođen direktorom Ianom Grahamom nije ocjenjivao Kloppov prethodni posao na temelju očekivanih bodova.

Slika 4: Tablica Njemačke lige

Position	Team	xPts	Points	Deviation
1	Bayern München	41	45	4
2	VfL Wolfsburg	30	34	4
3	Bayer 04 Leverkusen	30	28	-2
4	Borussia Dortmund	30	15	-15
5	Eintracht Frankfurt	26	23	-3

Izvor: Biermann, 2019, str. 24

Slika 4. prikazuje tablicu njemačke nogometne lige u trenutku kada je Jurgen Klopp vodio momčad Borussije Dortmund, a tablica prikazuje usporedbu stvarno osvojenih bodova sa očekivanim bodovima. Prema Biermannu (2019.), iako je Dortmund prema očekivanim bodovima trebao imati njih 30 i biti četvrti u poretku na tablici, u stvarnosti je imao tek 15 bodova te se nalazio na posljednjem mjestu tablice. Kada je Klopp došao u Liverpool na razgovor, Graham mu je rekao da je njegova ekipa trebala imati više bodova iako zapravo nije pogledao niti jednu utakmicu. Syzmanski i Kuper (2014.) navode da su upravo iz tog razloga su podaci u nogometu vrlo korisni, ne samo da je moguće dobiti informacije vrlo brzo i tako si skratiti proces analiziranja, već je puno lakše isključiti emocije iz procesa odlučivanja i donijeti odluke na temelju činjenica.

Podatci nisu važni samo pri analiziranju momčadi, već se uvelike koriste kako bi se analizirali i pojedini igrači. Bilo da se radi o ocjenjivanju izvedbi igrača koji je u klubu ili analiziranju igrača koji je potencijalno pojačanje. Anderson i Sally (2018.) navode da se značaj podataka u nogometu vidi se u primjeru iz 2013. kada su godinu dana nakon što su prešli iz Manchester City-a u Liverpool tri podatkovna analitičara neovlašteno koristili programe i podatke do kojih su imali pristup zbog svog prethodnog posla. Slučaj je rezultirao sudskom tužbom te je Liverpool morao City-u platiti odštetu od milijun funti zbog upotrebe njihovih podataka.

Osim podataka važan dio tehnologije u nogometu predstavljaju i video analize. Ono što u Brentfordu odavno rade, a što su počeli slijediti i mnogi drugi je upotreba drona koji snima svaki trening i utakmicu. Također na svakom treningu kojeg snima dron, pokraj terena nalazi se veliki zid s ekranom koji prikazuje ono što dron snima uživo te se na taj način treninzi odmah analiziraju na licu mjesta (Biermann, 2019). Također video analize se koriste i u kombinaciji s podacima u svrhu analiziranja potencijalnih pojačanja. Osim video analiza mnoštvo klubova na skoro svim razinama nogometa danas koristi i druge pomoći tehnologije kao što su primjerice

GPS uređaji koje igrači nose ispod svojih dresova te se na taj način prikupljaju brojni podatci kao što su broj pretrčanih kilometara, intenzitet trčanja, otkucaji srca i mnoštvo drugih informacija.

#### **4.2.Primjeri upotrebe tehnologije u košarci i bejzbolu**

U odnosu na ostale sportove, posebice košarku i nogomet, bejzbol je vrlo jednostavan u smislu promatranja kroz podatke. Elitzur (2018.) navodi da je bejzbol lišen momčadske dinamike u smislu da se gotovo sve svodi na individualne duele bacača i udarača loptice, a to značajno olakšava vođenje statistike za svakog igrača. Bodovi se osvajaju na način da napadač odnosno udarač nakon što udari lopticu za cilj ima oprčati sve četiri baze prije nego obrambeni igrači uhvate i vrate lopticu na bazu. Elitzur (2018.) navodi da zbog jednostavnosti ne čudi da se statistika u sportu pojavila već 1971. godine kada je Bill James u javnost izašao s pojmom sabemetrike, pojam je to koji označava empirijsku analizu bejzbola, a posebno u smislu vođenja detaljne statistike tijekom bejzbol utakmica. Međutim iako je od tog trenutka počelo vođenje statistika kao što su postotak uspješnog udaranja, oprčavanja baze i slično, svejedno u svijetu bejzbola nisu pri slaganju momčadi obraćali previše pažnje na statistiku. Lewis (2004.) ističe da je bejzbol i dalje ovisio o tradicionalnim skautima koji se nisu zamarali brojkama te su svoje analize igrača bazirali na pet faktora, a to su: trčanje, bacanje, igranje obrane, udaranje i udaranje sa velikom snagom. Svaki od tih pet faktora za nekog igrača gotovo uvijek je bio procijenjen na temelju malog broja utakmica koje su skauti pogledali uživo.

Međutim uoči početka bejzbol sezone 2002. godine uslijedile su promjene koje su oblikovale budućnost upotrebe tehnologije ne samo u bejzbolu već u sportu općenito. Kako Lewis navodi generalni menadžer momčadi Oakland Athletics-a Billy Bean se uoči sezone suočio s činjenicom da je momčad ostala bez tri vrlo važna igrača, a vlasnici su stavljali pritisak smanjivanja budžeta. Kao što je vidljivo na slici 5. Oakland je u tu sezonu ušao s trećim najmanjim budžetom za plaće od svih momčadi, a na kraju sezone je ostvario jednak broj pobjeda kao i najbogatija momčad lige New York Yankees-i. Generalni menadžer Billy Bean je vrlo brzo shvatio da ako će tražiti igrače kao svi drugi da je osuđen na neuspjeh jer je čak 28 ekipa u natjecanju bogatije od njegove momčadi, stoga je odlučio zauzeti potpuno drugačiji pristup te pomoću statistike tražiti vrijednost tamo gdje ju ostali nisu vidjeli. Lewis objašnjava kako su Bean i njegov pomoćnik, Paul DePodesta, odlučili zanemariti mišljenje tradicionalnih skauta te ignorirati predrasude o fizičkom izgledu, mentalnim kapacitetima te su se oslonilo isključivo na statistiku kako bi pronašli podcijenjene igrače. DePodesta je rekao da je greška

ljudi u bejzbolu što kupuju igrače, trebale bi se kupovati pobjede, a pobjede se ostvaruju optrčavanjem baze (Lewis, 2004).

Slika 5: Budžet plaća u MLB-u

2002 Payrolls by MLB Team				
Rank	Team Name	Team Payroll	W	L
1	New York Yankees	\$ 125,928,583.00	103	58
2	Boston Red Sox	\$ 108,366,060.00	93	69
3	Texas Rangers	\$ 105,726,122.00	72	90
4	Arizona Diamondbacks	\$ 102,819,999.00	98	64
5	Los Angeles Dodgers	\$ 94,850,953.00	92	70
6	New York Mets	\$ 94,633,593.00	75	86
7	Atlanta Braves	\$ 93,470,367.00	101	59
8	Seattle Mariners	\$ 80,282,668.00	93	69
9	Cleveland Indians	\$ 78,909,449.00	74	88
10	San Francisco Giants	\$ 78,299,835.00	95	66
11	Toronto Blue Jays	\$ 76,864,333.00	78	84
12	Chicago Cubs	\$ 75,690,833.00	67	95
13	St. Louis Cardinals	\$ 74,660,875.00	97	65
14	Houston Astros	\$ 63,448,417.00	84	78
15	Anaheim Angels	\$ 61,721,667.00	99	63
16	Baltimore Orioles	\$ 60,493,487.00	67	95
17	Philadelphia Phillies	\$ 57,957,999.00	80	81
18	Chicago White Sox	\$ 57,052,833.00	81	81
19	Colorado Rockies	\$ 56,851,043.00	73	89
20	Detroit Tigers	\$ 55,048,000.00	55	106
21	Milwaukee Brewers	\$ 50,287,833.00	56	106
22	Kansas City Royals	\$ 47,257,000.00	62	100
23	Cincinnati Reds	\$ 45,050,390.00	78	84
24	Pittsburgh Pirates	\$ 42,323,599.00	72	89
25	Florida Marlins	\$ 41,979,917.00	79	83
26	San Diego Padres	\$ 41,425,000.00	66	96
27	Minnesota Twins	\$ 40,225,000.00	94	67
28	Oakland Athletics	\$ 40,004,167.00	103	59
29	Montreal Expos	\$ 38,670,500.00	83	79
30	Tampa Bay Devil Rays	\$ 34,380,000.00	55	106

Izvor: Lewis, 2004, str. 132

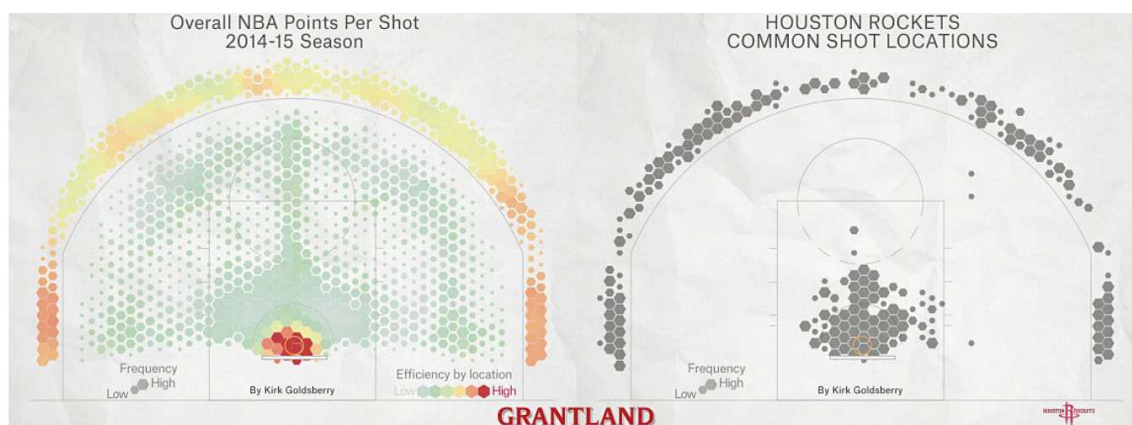
Stoga su se pri pronalasku novih igrača u Oaklandu fokusirali na statistike optrčavanja baze te odbacili mnoge druge faktore. Rezultat svega je bio vrlo uspješna sezona tijekom koje je u jednom trenutku ostvaren niz od 20 uzastopnih pobjeda što je u tom trenutku bio povijesni rekord. Ta sezona donijela je promjenu u pogledu na statistiku u bejzbolu, te danas primjerice sve momčadi imaju velike analitičarske odijeje koji pokušavaju na temelju podataka pronaći igrače. O uspjehu Oaklanda i genijalnosti Bean-ove ideje je napisana i knjiga, a nekoliko godina kasnije snimljen i višestruko nagrađivani film naziva Moneyball s Bradom Pittom u glavnoj ulozi.



Oakland kao grad međutim nije dao samo bejzbol momčad, već se i jedna od najuspješnijih NBA momčadi u posljednjem desetljeću dio vremena nalazila u istom gradu, a to su Golden State Warriors-i. Sa čak četiri naslova prvaka u posljednjih 10 godina najuspješniji su u tom razdoblju, a samo je još Miami uzeo više od jednog naslova prvaka. Prema Wangu i Fanu (2021.) ono što je poveznica Golden State-a s bejzbolom je također njihova upotreba tehnologije i analitike. Njihov direktor analitike i inovacija Pabail Sidhu zagovarao je implementaciju sustava video kamera koji bilježe sve akcije igrača Golden State-a, bilo da se radi o utakmicama ili samo treninzima. Primjerice u protekloj sezoni njihov najbolji igrač Steph Curry imao je utakmicu u kojoj je pogodio samo jedan od četiri pokušaja za tri poena u prvom poluvremenu. Nakon toga u nastavku je prestao pucati te je dodavao dvojici suigrača koji su pucali s točno određenih pozicija te zajedno zabili 14 od 19 pokušaja što je vrlo visok postotak od 75 posto pogođenih koševa.

Wang i Fan (2021.) ističu da to nije bila slučajnost, na temelju svojih podataka i analiza u Golden State-u su odradili simulacije i bili spremni za točno takav scenariji. No Golden State nije jedini koji kamerama prati utakmice, štoviše već od 2013. godine su na razini lige u svakoj dvorani postavljene kamere, a sve to pomoću poduzeća StartVU. Woo (2018.) navodi da kamere ne samo da prate utakmicu već i same igrače, njihove pozicije te brzinu. Ipak kako kamere nisu jedina inovacija u NBA ligi, tako ni Golden State nije jedina momčad koja koristi podatke. Ekipa Houstona i njihov generalni menadžer Darly Morey su predvodnici jedne od najveći revolucija u košarci posljednjih godina. Morey i njegov tim analitičara su zapravo vrlo jednostavnom matematikom došli do zaključka da je isplativije pucati za tri poena nego za dva jer prosječna konverzija šutova za tri poena oko 35 posto dok je prosječna konverzija lopti za dva poena 50 posto. Kako Woo (2018.) objašnjava nakon što su izveli svojevrni eksperiment i testirali tezu na igri svoje rezervne razvojne ekipe u Houstonu su ubrzo počeli ovo primjenjivati i na igri prve momčadi koja je od sezone 2015 počela upućivati uvjerljivo najviše šutova za tri poena, što je i vidljivo na slici 6.

Slika 6: Lokacija upućenih šutova



Izvor: Mandić, 2019.

Prelazak na više šutova za tri poena nije jedina promjena. Wang i Fan (2021.) navode kako je dugo u košarci vladala ideja da igrač koji pogodi nekoliko šutova u nizu ima veća šanse da će i sljedeći put ponovo pogoditi zbog samopouzdanja koje je stekao prethodnim uspješnim pokušajima. To je dugo vremena utjecalo na same taktike momčadi na terenu kako u napadu tako i u obrani jer su se momčadi prilagođavale igraču koji je u nizu zabijenih poena. Međutim nakon provedene analize zaključeno da ne postoji korelacija između prethodnih postignutih poena i sljedećeg pokušaja.

### 4.3. Utjecaj tehnologije na oporavak i zdravlje sportaša

Pripreme nogometnih momčadi uoči početka sezone nekada su bile poznate isključivo po dugotrajnim trčanjima po šumama i uzbrdicama. Međutim kako Biermann (2019.) ističe ta vremena su odavno prošla. Iako i dalje postoje dijelovi treninga i priprema koji obuhvaćaju trčanje kao vježbu danas je velik dio podizanja fizičke spremne igrača zamijenjen takozvanim igrama na malom prostoru. Biermann (2019.) ističe da neki od najpoznatijih trenera na svijetu, poput primjerice Thomasa Tuchela, preferiraju treninge u kojima intenzitet postižu traženjem od igrača brze reakcije, smanjuju im vrijeme za razmišljanje te prostore za trening smanjuju kako bi bilo više fizičkih duela između igrača. Anderson i Sally (2019.) navode da sve ovo i mnoštvo drugih inovacija došlo je kao posljedica mnoštva istraživanja koja su dokazala da pripreme koje se sastoje od isključivo trčanja zapravo imaju kontraefekt na igrače koji kao posljedicu početak sezone dočekaju umorni. Ovo nije samo trend u nogometu nego i u većini drugih sportova koji su također promijenili metodologiju treninga. Nisu samo istraživanja ta

koja su promijenila način treninga, nove tehnologije također su i unaprijedile neke od načina oporavka i brige o zdravlju sportaša.

Nekada je ledena kupka i vrijeme provedeno u njoj predstavljalo uobičajenu praksu oporavka nakon treninga. Iako neki taj način koriste i danas, oni drugi koji su u mogućnosti prešli su na korištenje krioterapije. Kako Giblin, Tor i Parrington (2016.) objašnjavaju krioterapija ili hladna terapija je tehnika pri kojoj se tijelo izlaže iznimno niskim temperaturama. Radi se o komorama u koje se ulazi, pritom glava može ostati iznad komore da samo tijelo bude izloženo temperaturi koja ide i do minus 200 stupnjeva celzijusa. U komori se provodi između dvije i četiri minute, a koristi koje ovakav vid terapije nosi su brojne. Giblin i sur. (2016.) ističu da izlaganje ovakvim temperaturama pomaže opuštanju mišića, smanjuje migrene, pridonosi smanjenju promjena raspoloženja te sveukupno ubrzava oporavak. Ovo nije jedini način oporavka, već nekoliko godina sportaši neposredno nakon treninga koriste i kompresijske čizme. Preatoni i sur. (2022.) navode kako se radi o vrsti regeneracijskih hlača koje pomoću kompresije zraka pulsiraju te na taj način potiču svojevrsnu masažu nogu koja utječe na bolji krvotok te brži oporavak upaljenih mišića.

Osim oporavka, za sportaše vrlo je važna i prevencija ozljeda, a ona je uvelike olakšana uređajima nosive tehnologije. Kako Thomas i sur. (2018) navode, osim uobičajenih satova i narukvica koje mjere pretrčane kilometre i puls srca, sve je više modernijih verzija koje mjere i sate sna, računaju koliko je tijelu potrebno odmora za oporavak te prema njima sportaši mogu uzimati dane odmora. Ovo je vrlo važno jer je kod sportaša često postojala bojazan od uzimanja slobodnih dana zbog mišljenja da će tako usporiti razvoj, međutim korištenjem nosive tehnologije i analizom podataka puno je jednostavnije vjerovati podacima koji govore kada im je odmor nužno potreban. Giblin i sur. (2016.) tvrde da čak i ukoliko dođe do ozljeda danas je proces oporavka znatno ubrzan te neke ozljede koje su prije označavale potencijalni kraj karijere danas nisu više toliko problematične. Primjer koji navode Giblin i sur. (2016.) je oporavak od ozljeda ligamenata koljena uvelike je olakšan novim anti-gravitacijskim trakama za trčanje. Da bi se traka koristila potrebno je obući uske neoprenske kratke hlače. Na kratke hlače je pričvršćena neka vrsta suknje, a suknja je podstavljena zupcima na patentni zatvarač. Nakon što se zakorači na traku za trčanje, unutar rupe na plastičnom kućištu, od struka prema dolje sportaši su zakopčani zatvaračem te su uvučeni u hermetičnu plastičnu vrećicu. Dok stoje na traci, ona im mjeri težinu i nudi opcije različitih intenziteta treninga. Thomas i sur. (2018.) objašnjavaju kako uređaj koristi tehnologiju za odmjeravanje težine te ukoliko je potrebno može učiniti da se sportaš osjeća i do 80 posto lakši nego što to uistinu jest. Sve ovo samo je dio rastućeg trenda ulaganja u tehnologiju za oporavak i brigu o zdravlju sportaša, primjerice

najpoznatiji košarkaš današnjice, LeBron James, izjavio je jednom prilikom da u svoje treninge i oporavak godišnje ulože i do 2 milijuna dolara.

#### **4.4. Budućnost tehnologije u sportu**

Iako su u posljednjem desetljeću postignuti veliki iskoraci po pitanju upotrebe tehnologije u sportu, svejedno i dalje postoji ogroman prostor za napredak. Primjeri korištenja podataka i video analiza postoje, ali i dalje to nije općeprihvaćena praksa u svijetu sporta. Međutim, kako Biermann (2019.) ističe, dok sportske organizacije na nižim razinama pokušavaju uhvatiti korak s tehnološkim napretkom, najbogatiji klubovi već istražuju nove mogućnosti i potencijalne koristi naod novih tehnologija. Anderson i Sally (2019.) navode da, iako to pokušavaju sakriti, poznato je da neki nogometni klubovi poput Manchester City-a, već neko vrijeme vrše istraživanja nad genetskim kodom sportaša kako bi pokušali ustanoviti predispozicije koje budući naraštaji trebaju imati kako bi bili uspješni na vrhunskoj razini. Naravno kao i po pitanju umjetne inteligencije i ovdje se javlja pitanje etičke dileme. Ispitivanje te kasnije potencijalne izmjene genetskog koda spadaju u vrlo sivo područje sporta. Sumpter (2016.) izražava brigu oko toga da ne samo da je upitno koliko su takvi eksperimenti potencijalno štetni za ljudsko zdravlje već se javlja i pitanje prevelikog upliva tehnologije u sport i zasjenjivanja prirodnog talenta.

Međutim postoje i druge inovacije koje su pred vratima sporta i sve češće ćemo ih imati priliku vidjeti u upotrebi. Biermann (2019.) navodi primjer naočala koje pružaju uvid u virtualnu stvarnost i vrlo brzo mogle bi zamijeniti klasične video analize koje sportaši imaju u pripremi utakmica i natjecanja. Pomoću virtualne stvarnosti tijekom analize igrači i treneri mogli bi se staviti u stvarnu situaciju koja se odigrala tijekom utakmice, na taj način postiglo bi se bolje međusobno razumijevanje. Igračima bi bilo jasnije što se od njih traži dok bi s druge strane treneri mogli dobiti uvid kako stvari izgledaju iz igračke perspektive. Takav način analize zanimljiv je sportašima, ali i gledateljima. Popratne emisije koje prate nogomet ulažu sve više napora u što zanimljivi način prikazivanja događaja na terenu, pa se tako tijekom protekle godine mogla vidjeti upravo upotreba proširene stvarnosti kako bi se određene situacije rekreirale iz perspektive igrača na terenu.

Osim takvih tehnologija koje postoje, ali nisu do kraja najbolje implementirane, postoje i tehnologije koje je moguće odmah koristiti. Naime nekoliko je trenera, prije sve Nijemac Julian Nagelsmann, koji već neko vrijeme lobira za uvođenje bežičnih slušalica i mikrofona koje bi igrači nosili na sebi tijekom utakmice te bi na taj način mogli jasnije komunicirati s trenerom i

stručnim osobljem za vrijeme igre (Biermann, 2019). Također kako Sumpter (2016.) navodi, osim ranije navedenih primjera klubova koji koriste podatke kako bi doveli nove igrače, postoje i obrnuti primjeri igrača koji koriste usluge analitičkih kuća pri odabiru sljedećeg kluba. Primjerice kada je 2017. godine tadašnji napadač Manchester United-a Memphis Depay u potrazi za više minuta na terenu odlučio promijeniti klub, odlučio se platiti usluge poduzeća SciSports od kojeg je tražio da analizom podataka pronađu novi klub za njega. Nakon što im je rekao zahtjeve koje očekuje od novog kluba, dobio je od poduzeća listu od pet potencijalnih novih klubova od kojih je jedan bio i francuski prvoligaš Lyon u kojeg je Depay na kraju i preselio. Uslijedile su tri uspješne sezone u kojima je ukupno zabio preko 60 golova te na koncu prešao u Barcelonu što je bio znatan iskorak u karijeri.

Međutim kako Biermann (2019.) navodi, osim pri promijeni kluba, igrači sve više koriste usluge analitičara pri pregovorima o novom ugovoru. Kada je Kevin De Bruyne prije nekoliko godina počeo pregovore s Manchester City-em o novom ugovoru umjesto da se pouzdao u pregovaračke vještine svog agenta odlučio je koristiti usluge analitičara koji je trebao klubu podacima prezentirati koliko De Bruyne znači za igru kluba. Anderson i Sally (2018.) navode da su pregovori bili uspješni i igrač je dobio novi poboljšani ugovor, međutim ovaj slučaj mogao bi imati dugoročne posljedice na nogometno tržište jer bi sve više igrača moglo poučeni ovim primjerom moglo isključiti svoje agente i menadžere iz pregovora i onemogućiti im uzimanje postotka od ugovora.

Ipak, sportaši nisu jedini koji čije djelovanje tehnologija može unaprijediti. Suđenje je u nekolicini sportova već doživjelo značajan napredak upravo zbog tehnologije. Nogometni suci na terenu, sada su već standardno pridruženi sa svojim kolegama izvan terena koji imaju mogućnost pregledavanja snimki i komunikacije s glavnim sudcem na terenu. Ipak i dalje postoji mnogo kontroverzi i spornih odluka, posebice kod situacija kada je u pitanju odluka oko zaleđa. Stoga je razvijen novi sustav polu automatskog zaleđa. Kako Yang i Cole (2022.) navode, radi se o sustavu koji je premijeru imao na prošlogodišnjem Svjetskom Prvenstvu, a funkcionira na način da su na krovu svakog stadiona bile postavljene 22 kamere koje prate kretanje svakog igrača te u kombinaciji s loptom koja ima ugrađene senzore daju puno precizniju odluku nego što je to slučaj s uobičajenom tehnologijom. Također svaka situacija bila je u obliku 3D animacije prikazana na velikim ekranima na stadionu tako da ih i publika vidi. Takvo uključivanje publike samo je još jedan korak prema promjeni stadiona. Nakon pametnih gradova i kuća, Osim privlačenja gledatelja restoranima na stadionu i grijanim sjedalicama, sve je više i brige o održivosti stadiona. Yang i Cole (2022.) tako navode primjer novog stadiona engleskog prvoligaša Tottenham-a koji ima ugrađen najnoviji sustav energetske

učinkovitosti, a čija je primarna značajka preventivno djelovanje u smislu automatizirane optimizacije rasvjete i temperature u ciklusima od svakih pet minuta. Krov stadiona sačinjen je od solarnih panela koji dodatno pridonose uštedi energije, a ostatak stadiona pomoću tehnologije interneta stvari potpuno je umrežen kako bi nadzor cjelokupnog sustava bio jednostavniji i brži.

## **5. PERCEPCIJA KORIŠTENJA PODATKOVNE ZNANOSTI U SPORTU**

U ovom poglavlju slijedi prikaz rezultata istraživanja o percepciji korištenja podatkovne znanosti u sportu. Istraživanje je provedeno putem online ankete s ciljem da se upozna percepcija građana Republike Hrvatske o korištenju podatkovne znanosti u sportu.

### **5.1. Metodologija istraživanja**

Istraživanje je započelo na način da je prvo određen cilj istraživanja. Kao cilj je određeno spoznati u kojoj mjeri su ispitanici upoznati s nosivim tehnologijama i podatkovnom znanosti, u kojoj mjeri se sami bave sportom, a zatim i vidjeti korelira li bolje poznavanje tehnologije s upotrebom iste pri sportskim aktivnostima. Odabrana metoda ispitivanja bio je anketni upitnik postavljen na Internet. Ispitanici su upitniku mogli pristupiti putem poveznice postavljene na društvene mreže Facebook i WhatsUp. Također, ispitanicima je anketi upitnik bio poslan i putem elektroničke pošte.

Anketa se sastojala od 18 pitanja podijeljenih u 3 dijela. Pitanja su bila kombinirana na način da se na njih odgovaralo s jednim točnom odgovorom ili s više točnih odgovora, a u pojedinim pitanjima bilo je potrebno i napisati kratak odgovor. Sva pitanja formirana su od strane samog autora. Prvi dio ankete sastavljen je od pitanja koja se bave socio-demografskim karakteristikama ispitanika kojima su prikupljene općenite informacija kao što su dob, spol, stupanj obrazovanja i zaposlenost te broj sportskih aktivnosti u tjednu.

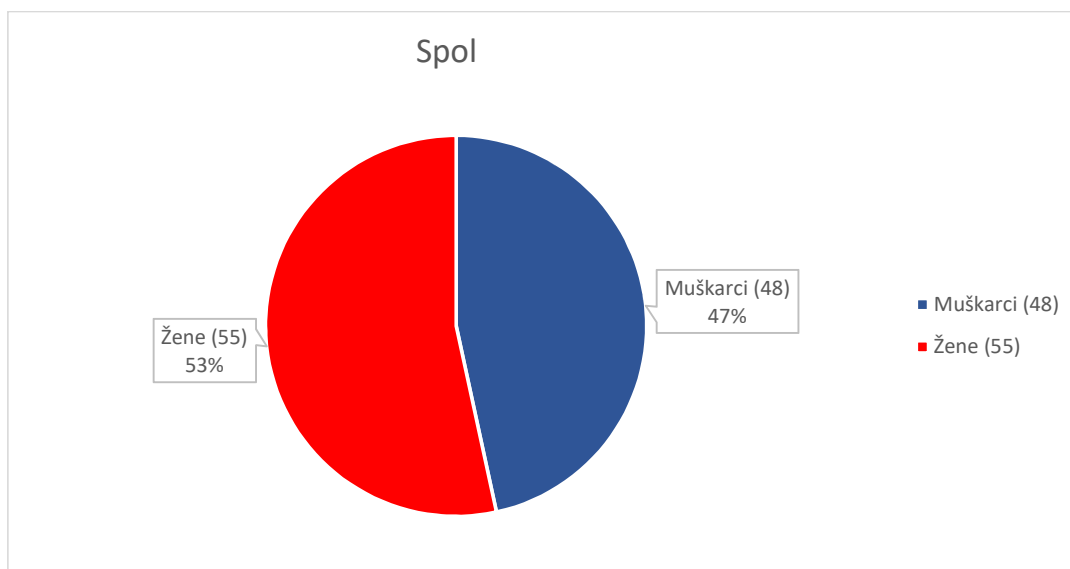
Drugi dio ankete napravljen je u obliku tvrdnji, a odgovori su u obliku skale od 1 do 5, gdje početna vrijednost 1 znači da se ispitanik uopće ne slaže s iznesenom tvrdnjom, a vrijednost 5 da se ispitanik u potpunosti slaže s iznesenom tvrdnjom. Četiri tvrdnje iznesene u drugom dijelu ankete bave se upoznatosti ispitanika s nosivim tehnologijama, internetom stvari, bazama podataka i velikim podacima.

Treći dio ankete sastoji se od pitanja koja istražuju učestalost korištenja tehnologije pri sportskim aktivnostima, te poznavanje primjera korištenja tehnologije u profesionalnom sportu.

## 5.2. Analiza rezultata istraživanja

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 28. kolovoza do 1. rujna 2022. godine, na uzorku od 103 ispitanika, Ispitanici su dobrovoljno sudjelovali u anketnom istraživanju, a ispitivanje je bilo anonimno. U sljedećem nizu grafikona prikazani su rezultati odgovora na pitanja iz prvog dijela ankete. Kao ograničenje cijelog istraživanja može se uzeti u obzir relativno mali uzorak ispitanika.

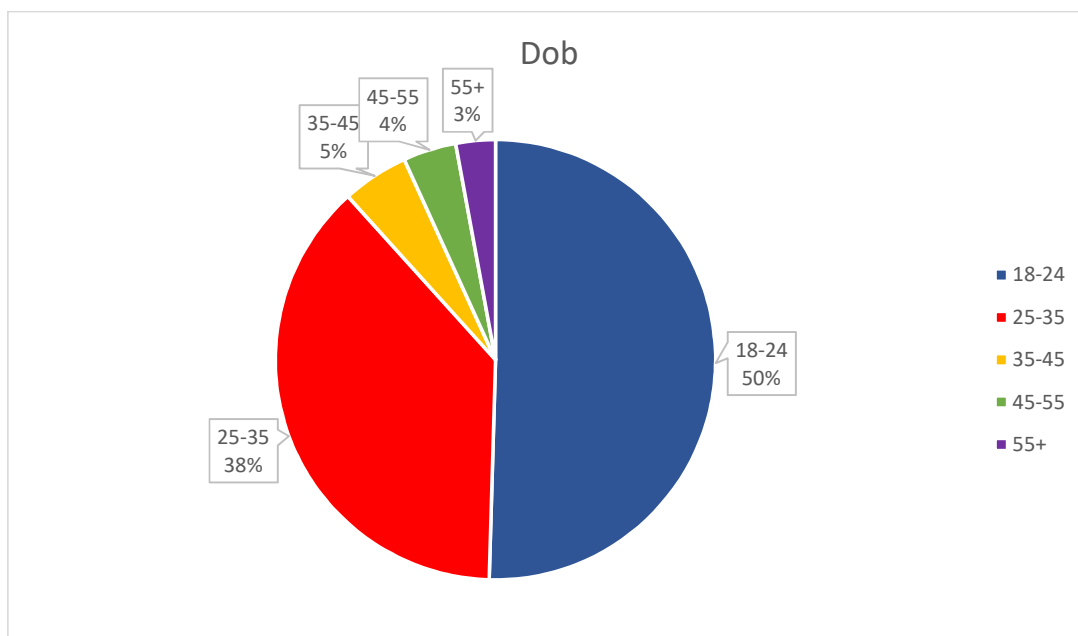
Grafikon 1: Spolna struktura ispitanika



Izvor: Rezultati istraživanja autora

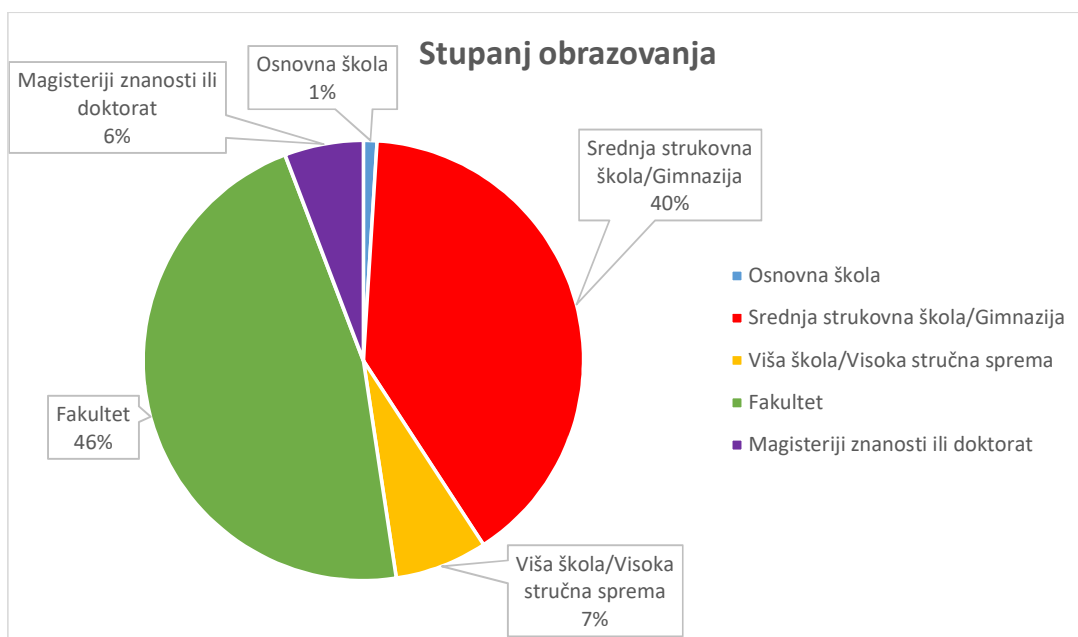


Grafikon 2: Dobna struktura ispitanika



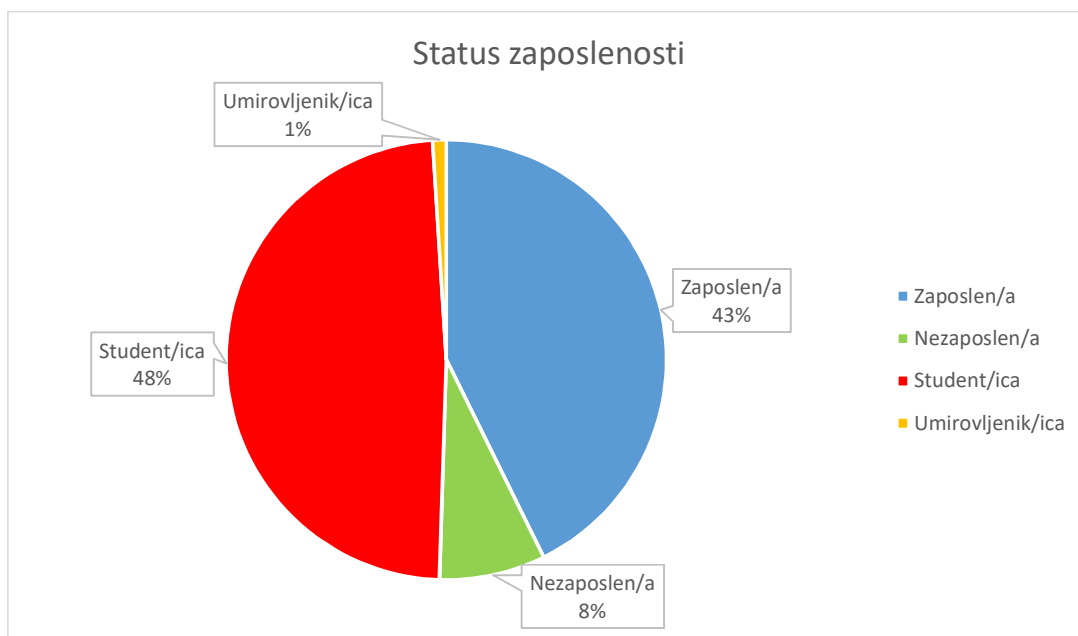
Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 3: Stupanj obrazovanja ispitanika



Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 4: Status zaposlenosti ispitanika



Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 5: Sportska aktivnost ispitanika



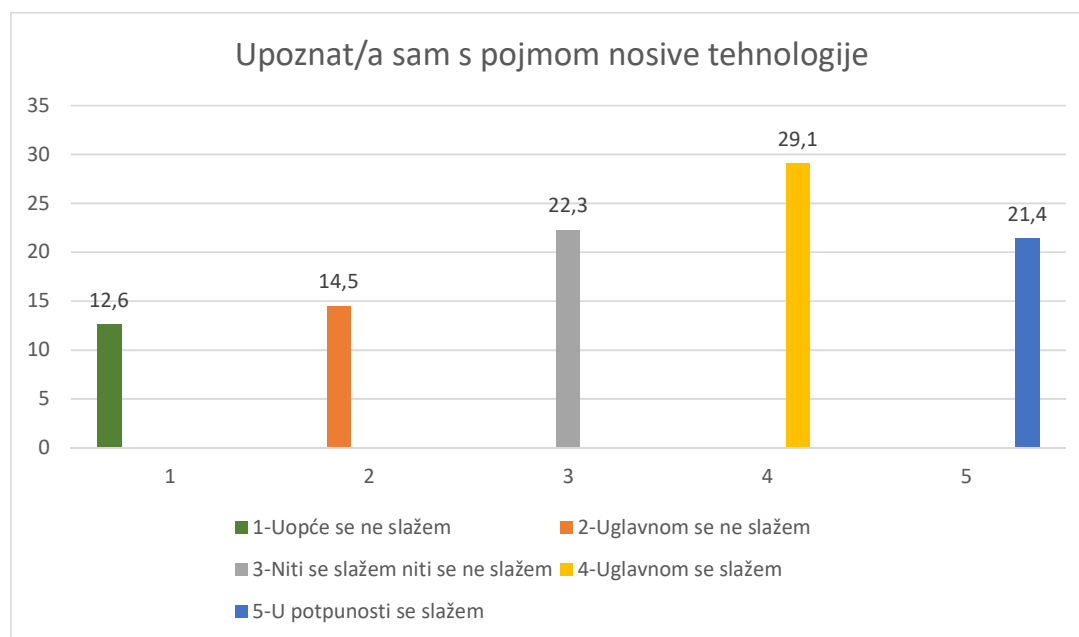
Izvor: Rezultati istraživanje autora

Kao što je prikazano u grafikonu 1 omjer muškaraca i žena u istraživanju ide 53% u korist žena naspram 47% muškaraca. Grafikon dobne strukture prikazuje da čak 50% ispitanika spada u dobnu kategoriju u rasponu od 18 do 24 godine. Od ostatka ispitanika, 38% se nalazi u rasponu od 24 do 35 godina, a preostalih 9% je raspoređeno na ostale tri dobne kategorije. Što se tiče

stupnja obrazovanja, dvije najveće skupine raspoređene su na 46% ispitanika sa završenim fakultetskim obrazovanjem te 40% ispitanika sa završenom srednjom stručnom spremom ili gimnazijom. Slična podjela je i kod grafikona koji prikazuje status zaposlenosti. Najveći dio grafikona, 48%, otpada na studente i studentice, a tek neznatno manje odnosno 43% predstavlja zaposlene ispitanike. U brojkama to iznosi 50 studenta naspram 44 zaposlena, a nezaposlenih je 7 te jedan jedini umirovljenik. Završni dio prvog dijela ankete odnosi se na broj sportskih aktivnosti u tjednu, a najveći postotak ispitanika odnosno njih 42% izjasnilo se da se sportom bave 2 do 3 puta tjedno. Ostatak grafikona je ujednačen, 5% ispitanih se ne bavi sportom, a 28% ih se sportom bavi jednom tjedno. S druge strane 17% odnosno 18 ispitanih se sportom bavi 4 do 5 puta tjedno, a tek 8% ih se sportom bavi čak više od 5 puta u tjednu.

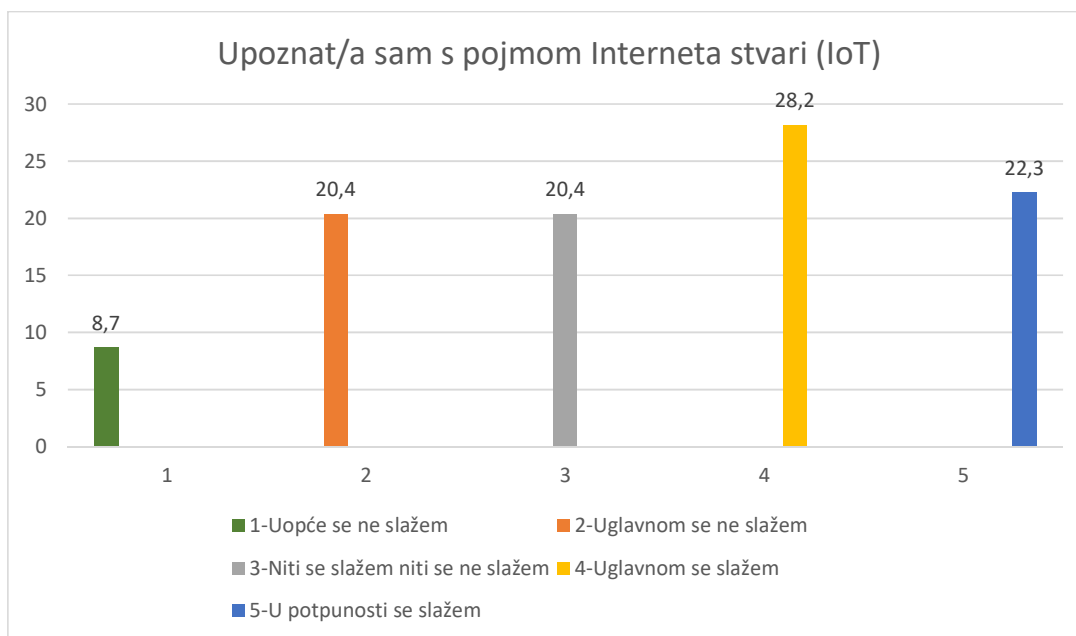
Drugi dio anketno istraživanja odnosio se na upoznatost ispitanika s određenim tehnologijama. U pitanjima su bile iznesene tvrdnje, a odgovori su nosili vrijednosti od 1 do 5, pri čemu je vrijednost 1 označavala da se ispitanik uopće ne slaže s tvrdnjom, a vrijednost 5 da se ispitanik u potpunosti slaže s tvrdnjom. U sljedećim grafikonima prikazani su rezultati drugog dijela ankete.

Grafikon 6: Nosiva tehnologija



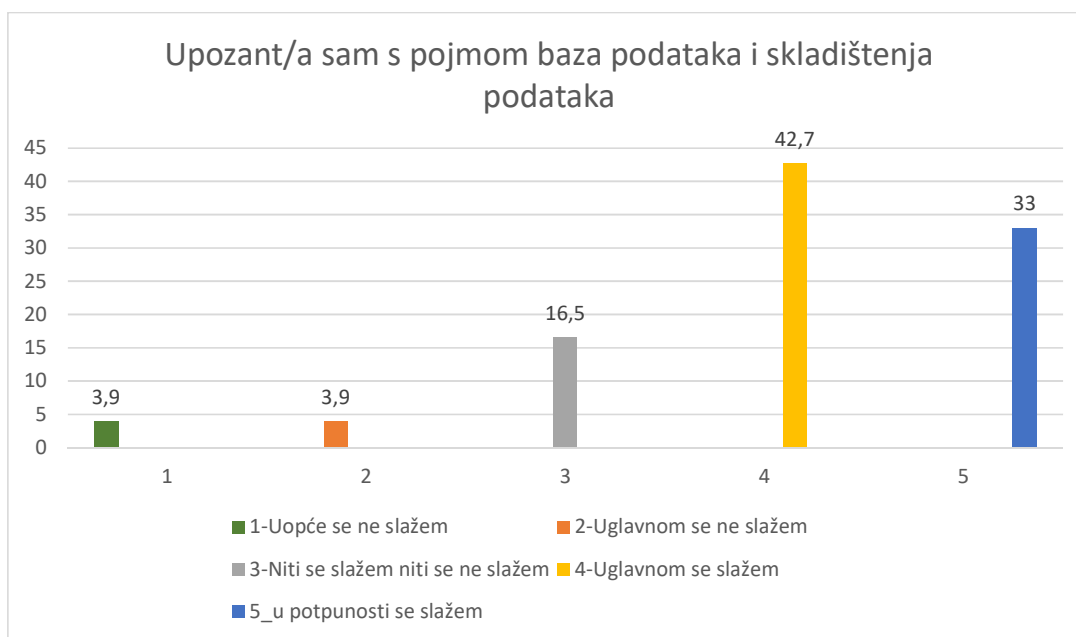
Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 7:Internet Stvari



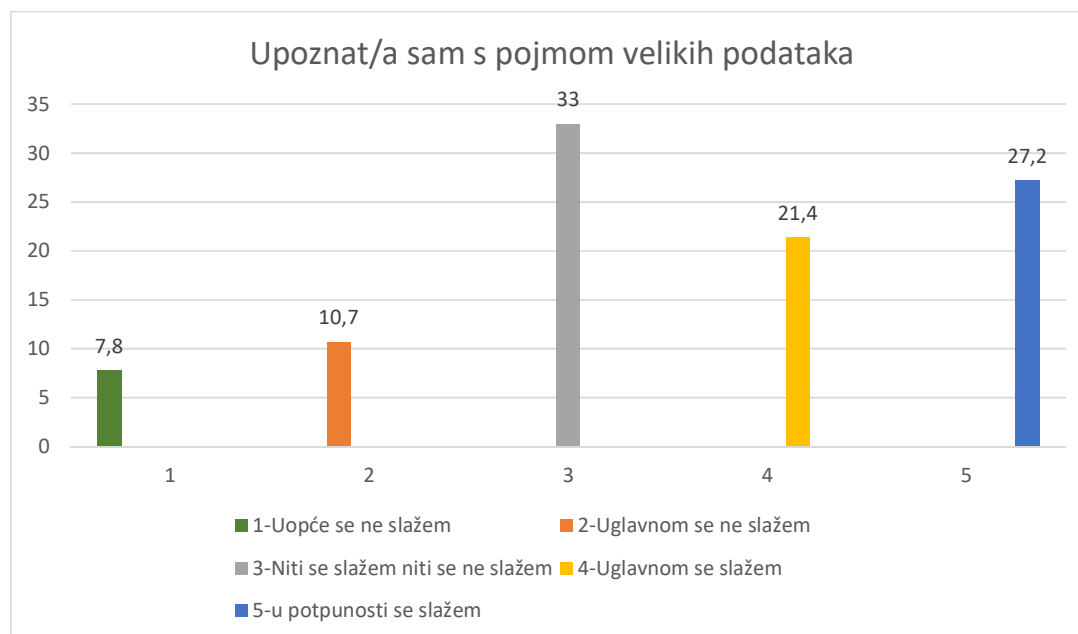
Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 8:Baze podataka



Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 9:Veliki podaci

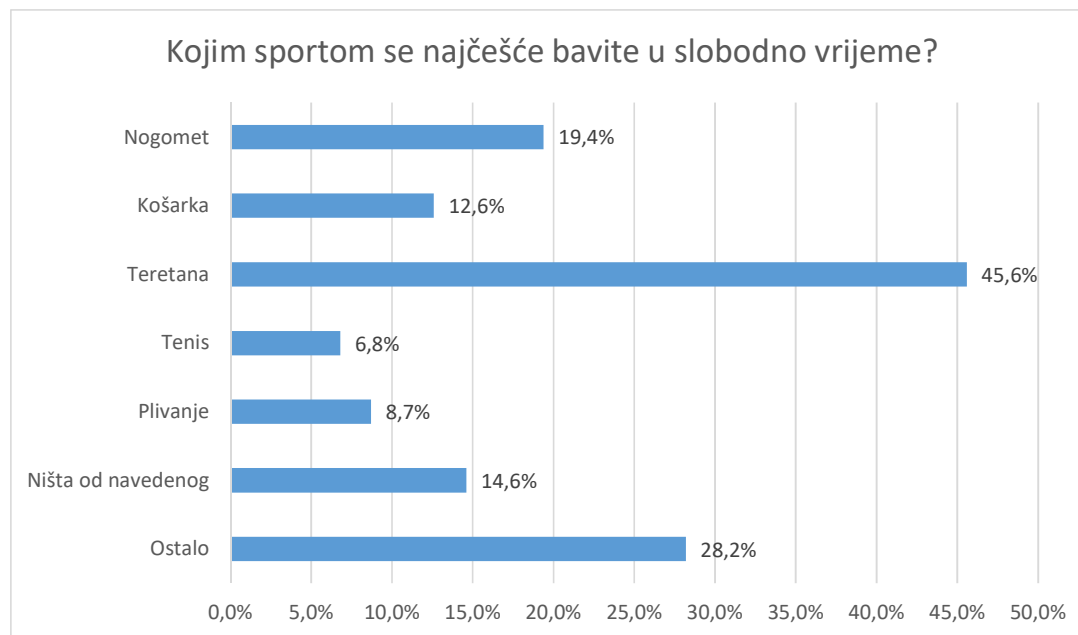


Izvor: Rezultati istraživanja autora

Rezultati grafikona upoznatosti s nosivom tehnologijom pokazuju najravnomjerniju rasprostranjenost odgovora. Svaka vrijednost od 1 do 5 dobila je preko 10% odgovora, ali najviše ispitanika, njih 29,1%, ipak je izabralo odgovor s vrijednosti 4 što znači da se uglavnom slažu da su upoznati s pojmom nosivih tehnologija. Graf upoznatosti s pojmom Interneta stvari poprilično je sličan prethodno analiziranom. Ipak u ovom slučaju nešto je više odgovora s vrijednosti 2, preciznije njih 20,4%. Odgovor s vrijednosti 1 koji predstavlja to da ispitanici nisu upoznati s pojmom Interneta stvari izabralo je 8,7% ispitanika, za razliku od prethodnog grafa gdje s nosivim tehnologijama nije upoznato 12,6% ispitanika. Neodlučnih ispitanika je u oba slučaja sličan broj, njih 22,3% za nosive tehnologije odnosno njih 20,4% za Internet stvari. Graf poznavanja baza podataka i skladištenja podataka prikazuje da su ispitanici najbolje upoznati s tim pojmovima jer čak preko 70% odgovora otpada na vrijednosti 4 i 5. Točnije odgovor 4 koji predstavlja da su ispitanici uglavnom upoznati s pojmom odabralo je njih 42,7%, a njih 33% u potpunosti je upoznato s pojmom baza podataka. Neodlučnih je u ovom slučaju 16,5%, dok je na vrijednosti 1 i 2 otpalo neznatnih 4% za svaku od dvije vrijednosti. Posljednji graf drugog dijela ankete odnosi se na upoznatost ispitanika s pojmom velikih podataka, a zanimljivo je da upravo ovaj graf prikazuje da je najviše ispitanika neodlučno, njih čak 33% nisu sigurni jesu li ili nisu upoznati s navedenim pojmom. Također zanimljivo, više je ispitanika u potpunosti upoznato s velikim podacima nego uglavnom upoznato, preciznije 27,2% naspram

21,4% u korist odgovora pod brojem 5. Treći i završni dio ankete bavio se istraživanjem upotrebe tehnologije pri sportskim aktivnostima ispitanika te njihovom upoznatosti s primjerima upotrebe tehnologije u profesionalnom sportu.

Grafikon 10: Sportske aktivnosti u slobodno vrijeme



Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon iznad prikazuje raspored odgovora na sportske aktivnosti kojima se ispitanici bave u slobodno vrijeme. Radi se o pitanju na koje su ispitanici mogli izabrati više odgovora, a uvjerljivo najveći postotak, njih 45,6%, odabrao je teretanu kao najčešći vid sportske aktivnosti. Osim teretane od ostalih ponuđenih sportova 20 ispitanika ili 19,4% odabralo je nogomet, a 12,6% košarku. Tek 6,8% odgovora odnosi se na tenis kao sportsku aktivnost, dok 14,6% ispitanih nije odabralo niti jedan od ponuđenih sportova. Zanimljivo drugi najveći postotak odnosi se na odgovor ostalo, a koji se nadovezuje na sljedeće pitanje gdje su ispitanici u slučaju da su odabrali odgovor „ostalo“ mogli kratkim odgovorom navesti sportsku aktivnost kojom se bave. Odgovori su ravnomjerno raspoređeni između odgovora kao što su šetnja, trčanje, biciklizam, odbojka i ples. Dok se po jedan odgovor odnosi na aktivnosti kao što su kriket, hokej na travi i padel.

Sljedeći graf predstavlja podjelu ispitanika po njihovim stavovima vezanim uz to poboljšava li upotreba tehnologije sportske rezultate. Čak 56,3% ispitanih izjasnilo se da smatra da tehnologija poboljšava sportske rezultate, a njih 35,9% nije bilo sigurno oko svog odgovora.

Tek 7,8% ispitanih se ne slaže s tim da upotreba tehnologije pridonosi boljim sportskim rezultatima.

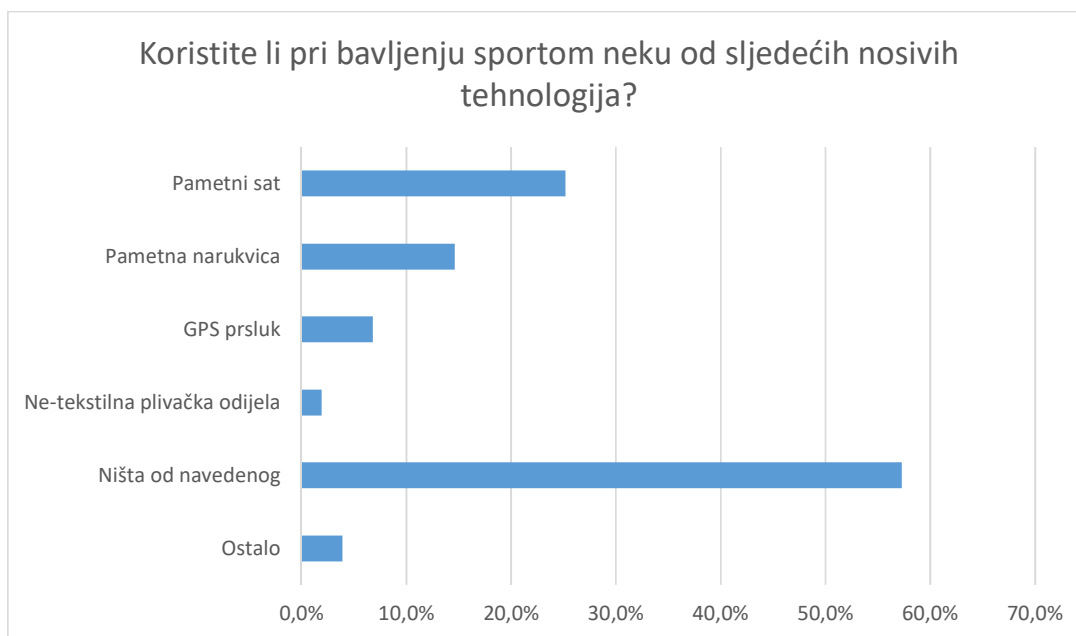
Grafikon 11: Pridonosi li tehnologija boljim rezultatima



Izvor: Rezultati istraživanja autora

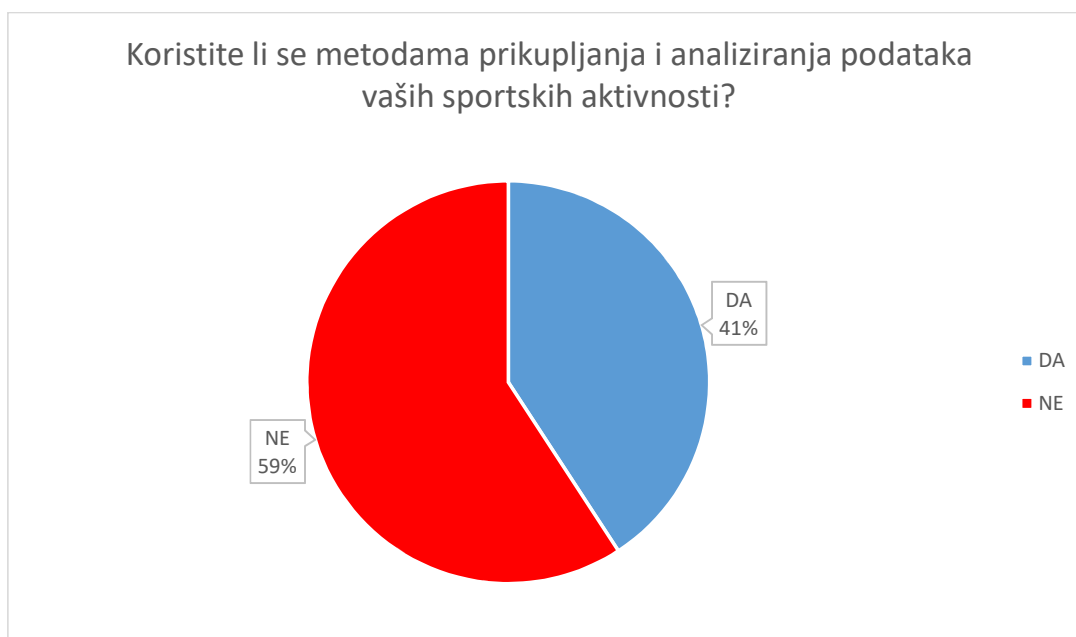
Sljedeći graf odnosi se na prikaz nosivih tehnologija koje ispitanici koriste pri bavljenju sportom. Uvjerljivo najviše ispitanika, njih 59 izjasnilo se da ne koristi niti jednu od ponuđenih nosivih tehnologija. 25,2% ispitanih koristi pametni sat kao sredstvo nosive tehnologije, a nešto manje ih koristi pametnu narukvicu, točnije njih 14,6%. GPS prsluk kao odgovor je odabralo 7 ispitanika, a tek dvoje ih se izjasnilo da koriste posebna ne-tekstilna plivačka odijela. Slično kao u prvom pitanju ovog dijela ankete, ispitanici su mogli odabrati opciju ostalo, a zatim u sljedeće, pitanju navesti kratak odgovor koju tehnologiju koriste. Od 4 ispitanika koja su se odlučila za tu opciju, njih dvoje je navelo pametnu kacigu kao odgovor, dok je drugo dvoje izabralo mobitel.

Grafikon 12:Korištenje nosivih tehnologija



Izvor: Rezultati istraživanja autora

Grafikon 13:Analiza podataka



Izvor: Rezultati istraživanja autora

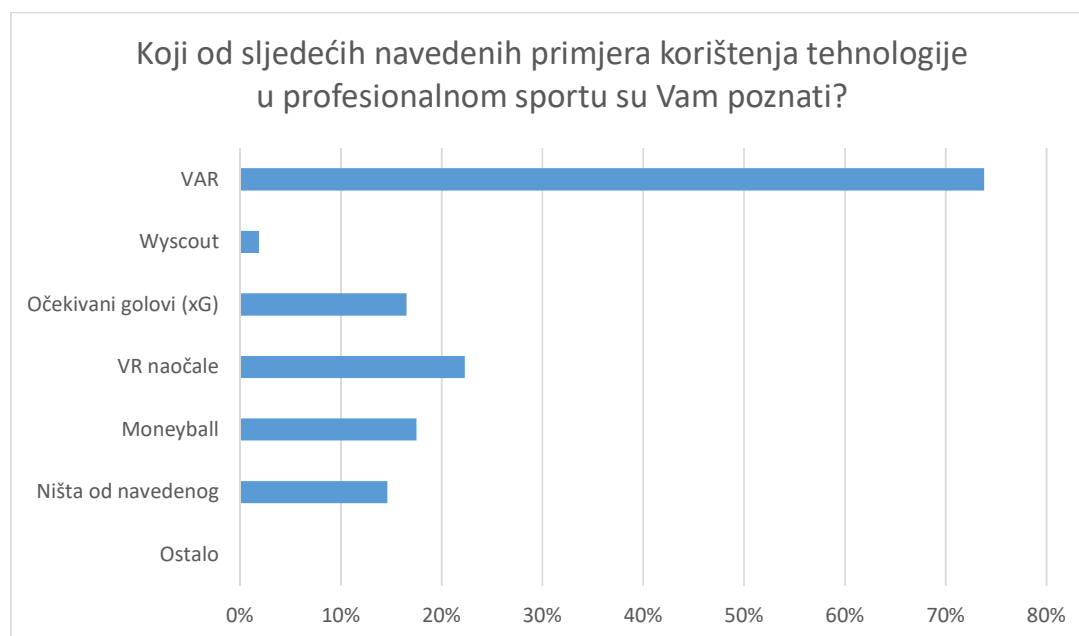
Graf iznad pokazuje rezultate odgovora na pitanje koriste li ispitanici metode prikupljanja i analiziranja podataka svojih sportskih aktivnosti. U omjeru 59% naspram 41% ispitanici su se odlučili za odgovor ne. Sljedeći pitanje tražilo je odgovor na to koliko puta tjedno ispitanici



uživo ili putem televizijskih prijenosa prate sportska događanja. Graf ispod prikazuje da najviše ispitanih (38,8%) tjedno prati ili prisustvuje jednom sportskom događaju tjedno. Nešto manje ispitanih, točnije njih 31,1% tjedno prati 2 do 3 sportska događaja. Na 3 do 4 sportska događaja tjedno vrijeme izdvoji 13,6% ispitanih što je neznatno više od 9,7% ispitanih koji prate više od 5 događaja tjedno. Najmanji postotak ispitanih (6,8%) tjedno ne prati niti jedan sportskih događaj.

Pretposljednje pitanje u anketi odnosilo se na prepoznavanje primjera tehnologije u profesionalnom sportu, te su ispitanici imali na izbor 7 odgovora. Daleko najviše ispitanih, čak 73,8% odnosno njih 76 čulo je za upotrebu VAR tehnologije. Najmanje ispitanih, njih tek dvoje ih je čulo za korištenje Wyscout video platforme. Od ostalih 5 ponuđenih odgovora 4 su dobila približno jednak broj glasova. Tri su se odnosila na tehnologije, pa je tako za VR naočale čulo 22,3% ispitanih, za metriku očekivanih golova 16,5%, a za Moneyball strategiju korištenja tehnologije njih 17,5%. Niti jednu od navedenih tehnologija nije prepoznalo 14,6% ispitanih, a postojala je i opcija ostalo, pri čemu bi u posljednjem pitanju ispitanici imalo priliku navesti tehnologiju za koju su čuli, a da nije prethodno navedena, međutim za ovu opciju se nitko nije odlučio.

Grafikon 14: Primjeri korištenja tehnologije



Izvor: Rezultati istraživanja autora

### 5.3. Zaključak provedenih analiza

Prvi dio ankete koji se odnosio na ispitivanje socio-demografskih karakteristika ispitanika je svojim rezultatima dobrim dijelom išao u prilog autoru jer osim praktički ujednačene slike po pitanju muškaraca i žena, dobra stvar je što se većina ispitanika po dobnoj strukturi nalazila u prve dvije ponuđene kategorije, to jest u rasponu od 18 do 35 godina. To znači da se većinom radi o mladim ljudima u najboljim godinama koji su samim time aktivniji i više se bave sportom. Stupanj obrazovanja i status zaposlenosti u velikoj mjeri koreliraju u smislu da su slični rezultati ispitanika sa završenim fakultetskim obrazovanjem i onih koji su zaposleni. Isto tako i postotak onih koji su završili srednjoškolsko obrazovanje, a sada su u statusu studenta. Samim time imaju i slobodniji životni ritam koji im dopušta vrijeme za sportske aktivnosti što se jasno vidi u zadnjem pitanju prvog dijela ankete jer se od 103 ispitanika tek 5 njih ne bavi sportom niti jednom na tjednoj bazi.

Drugi dio ankete koji se bavi poznavanjem tehnologija dao je poprilično ujednačene rezultate. Zaključak je da su ispitanici uvjerljivo najbolje upoznati s bazama podataka i njihovim skladištenjem jer se tek 8 ispitanika odlučilo za odgovore koji sugeriraju da nisu najbolje ili nisu uopće upoznati s pojmom. Također i za odgovor 3 koji znači na nisu sigurni koliko su upoznati odlučilo se 17 ispitanika što je manje nego u bilo kojem od preostala tri slučaja. Zanimljivo iako su veliki podaci svojevrсни nastavak baza podataka i često se vežu jedno uz drugo u ovom slučaju s kod ispitanika izazvali puno više nerazumijevanja nego baze podataka. Naime čak 33 ispitanika nisu sigurni u kojoj mjeri su upoznati s pojmom, a još ukupno njih 19 se odlučilo za odgovore 1 i 2 koji se odnose na slabo poznavanje ove tehnologije. Kada su u pitanju nosive tehnologije i Internet stvari rezultati su poprilično slični, naime u oba slučaja se ukupno 52 ispitanika odlučilo za odgovore 4 i 5 na skali što sugerira upoznatost s pojmovima, ali ipak u manjoj mjeri u odnosu na ukupno 78 ispitanika koji su se odlučili za iste odgovore kada su u pitanju baze podataka. U slučaju nosivih tehnologija svi odgovori na skali dobili su više od 10% glasova, što sugerira da se u ukupnom zbroju radi o prilično prosječnoj upoznatosti s pojmom. Kod Interneta stvari se pak za vrijednost 1 koja sugerira potpuno nerazumijevanje pojma odlučilo 9 ispitanika, ali zato ih se po 21 odlučilo i za vrijednost 2 i za vrijednost 3. Tako da je i ovdje zaključak da se radi o ujednačenoj podjeli onih koji su upoznati s pojmom i onih koji nisu.

Treći dio ankete koji jasno ukazuje da se većina ispitanika pri bavljenju sportom najčešće odlučuje za aktivnosti u teretani. Također jasno se vidi korelacija između ispitanika u ovom djelu, jer 58 ispitanika se izjasnilo da smatra da tehnologija pomaže pri sportskim rezultatima,

a 54 ih je navelo koji oblik tehnologije koriste. Tu se jasno vidi da postoji prostor za napredak pri korištenju tehnologije, jer tek 8 ispitanika se ne slaže s tvrdnjom da tehnologija pomaže, što znači da ni od 37 neodlučnih ispitanika nitko ne koristi tehnologiju. Međutim još lošiji rezultati su po pitanju prikupljanja podataka jer iako se većina prethodno složila da je tehnologija korisna, svejedno 60% ispitanih ne koristi pomoć podataka. Kada je praćenje sporta u pitanju, vidi se očita povezanost s tim koliko se sami ispitanici bave sportom jer je raspodjela po odgovorima relativno slična. I za kraj očit je zaključak da je nogomet na uzorku ispitanika najpopularniji sport barem kada je u pitanju poznavanje tehnologije jer je uvjerljivo najviše ispitanika čulo za upotrebu VAR-a.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je analizirati primjere korištenja podatkovne znanosti u sportovima kao što su nogomet, košarka i bejzbol. Također na taj način dati uvid u moderno poslovanje u sportu te važnost podatkovne znanosti u ostvarivanju rezultata. Za početak je kroz drugo poglavlje rada opisan razvoj sporta kroz povijest, a zatim i kroz primjere objašnjen sustav i format pojedinih sportskih natjecanja danas. Također opisana je uloga znanosti u sportu, ali i stavljen naglasak na rekreativni sport i njegovu važnost kao zasebnu granu sporta. Naglasak poglavlja stavljen je na razlike između različitih sportova, ali i razlike unutar samih sportova. Primjerice u košarci su europski klubovi odavno izgubili financijsku bitku, te je američka NBA liga postala svijet za sebe. U nogometu pak, posljednjih godina svjedočimo sve većem interesu klubova, posebice s kontinenta, za stvaranjem Superlige, novog zatvorenog natjecanja za elitne klubove. Sve veći sponzorski ugovori, a posebice ugovori o TV pravima osigurali su engleskim klubovima ogromne prihode koje osim par europskih velikana rijetko tko može pratiti.

Treće poglavlje bavi se informacijskim tehnologijama te prolazi kroz nekoliko vrsta počevši od nosivih tehnologija do velikih podataka. Nosive tehnologije predstavljaju polje tehnološkog razvoja koje se izdvojilo po svojoj popularnosti i masovnoj upotrebi. Pametni satovi, narukvice i slično postali su dio svakodnevnog života te više nije neuobičajeno vidjeti osobe koje poruke primaju prvenstveno putem svojih satova, a tek onda koriste mobitele za lakše odgovaranje. Također kao što je spomenuto u poglavlju, opširnu i učestalu upotrebu nosiva tehnologija ima i u zdravstvenom sektoru gdje pacijenti pomoću nosivih tehnologija mogu u stvarnom vremenu vidjeti informacije kao što su broj otkucaja srca, sati sna i slično te na taj način preuzimaju proaktivnu ulogu u zdravstvu.

Osim nosivih tehnologija naglasak je stavljen i na Internet stvari te umjetnu inteligenciju. Kroz opis interneta stvari ističu se primjeri upotrebe u pametnim kućama gdje interijer i eksterijer djeluju kao povezane cjeline kojima je moguće upravljati na daljinu. Osim domova pozitivan primjer Interneta stvari istaknut je kroz mogućnost razvoja i unapređenja prometne infrastrukture, ponajprije cestovne i zrakoplovne. Dio koji se bavi umjetnom inteligencijom pruža osvrt na povijesni razvoj područja te predstavlja duboko učenje kao smjer u kojem se umjetna inteligencija razvija, a čiji je dobar primjer chat GPT koji predstavlja najpopularniju stvar danas u svijetu umjetne inteligencije. Četvrto poglavlje predstavlja temelj rada i bavi se konkretnim primjerima upotrebe tehnologije u sportu. Prvenstveno kroz primjere u nogometu

gdje su istaknuti engleski klubovi Brentford i Brighton. Oba kluba predstavljaju savršen primjer kontinuiranog preskakanja očekivanja.

Iako se od ulaska u prvu englesku nogometnu ligu, prvo Brighton, a kasnije Brentford nalaze na posljednjem mjestu po količini novca koje troše na plaće igrača svejedno uspijevaju ostvarivati rezultate značajno bolje od toga. Oba kluba savršeno predstavljaju razumijevanje svoje pozicije na tržištu te kompenziranje iste strateškim i dugoročnim planiranjem. Kako je u poglavlju i navedeno, Brentford jasno eksterno komunicira da ako će raditi kao svi ostali onda će biti najslabiji jer imaju najmanje novca. Upravo iz tog razloga pokušavaju svoje šanse povećati razmišljajući drugačije od ostalih. To se vidi po primjerima navedenima u radu, od korištenja metrike očekivanih golova preko upotrebe video analiza do korištenja dronova. Brighton je samo u prošloj godini uložio preko dva milijuna eura u svoj odjel za podatkovnu znanost što mnogi vide kao ogroman iznos, ali je zapravo zanemariva svota u odnosu na gubitke koji se mogu ostvariti dovođenjem pogrešnog igrača ili trenera. Upravo je Brighton tijekom pisanja ovog rada promijenio trenera. Ugovor prošlog trenera Pottera je otkupio veći i bogatiji Chelsea, ali ono što je zanimljivo je način na koji je klub reagirao. Ubrzo nakon proćula se lista potencijalnih novih trenera, a za većinu imena na listi čak ni zagriženi nogometni fanovi nisu čuli. Na kraju je izbor pao na Talijana Roberta De Zerbija koji ne samo da je održao klub na istom nivou nego ga je unaprijedio te se sad bori za prvi nastup u Europi što je do prije nekoliko godina bilo nezamislivo.

Osim u nogometu, pozitivnih primjera upotreba podatak i tehnologije ima i u drugim sportovima, a u poglavlju su istaknuti bejzbol i košarka. Kao što je u drugom dijelu četvrtog poglavlja i navedeno, bejzbol je začetnik moderne analitike u sportu. Zbog svoje jednostavnosti u smislu da se većina događaja na terenu svodi na individualne duela bacača i udarača bejzbol je praktičan za vođenje statistike o igračima. Stoga ne čudi da se statistika pojavila već sedamdesetih godina prošlog stoljeća, ali prekretnica se dogodila tridesetak godina kasnije u Oaklandu. Slično kao i spomenuti Brentford i u Oakland-u su zbog manjka financija shvatili da moraju razmišljati drugačije od drugih. Iako im je ostatak lige i medija predviđao debakl, vizija generalnog menadžera Billya Beana vodila je klub do rekordnih dvadeset pobjeda u nizu. Koliko je to preokrenulo sport i pogled na analitiku i statistiku najbolje svjedoči da je prema toj priči snimljen i film s Bradom Pittom u glavnoj ulozi.

S obzirom da se radi o istom tržištu ne čudi da se korištenje podataka brzo prebacilo i u fokus košarkaških momčadi u NBA ligi. Zanimljivo da je Oakland kao grad osim bejzbol momčadi dao i NBA franšizu koja je jedna od predvodnika, Golden State Warriors-e. Kao što je spomenuto upravo je njihov direktor analitike inzistirao na uvođenju sustava video kamera koje

prate sve akcije igrača i na utakmicama i na treninzima. To je značajno olakšalo individualni rad s igračima i njihovo napredovanje. Osim video analiza, velika je promjena u košarci uslijedila nakon što je ekipa Houstona na temelju velikih podataka i izračuna shvatila da je isplativije pucati za tri poena nego za dva. To je u potpunosti promijenilo paradigmu igre i pokrenulo najnoviju modernu eru sporta.

Zadnje poglavlje bavi se analizom istraživanja percepcije ljudi o korištenju podatkovne znanosti u sportu. Uzorak ispitanika bio je pogodan za istraživanje o ovoj temi jer se pretežno radilo o mladim ljudima koji se relativno često bave sportom. Ipak zanimljivo je da, iako su ispitanici u dobroj mjeri upoznati s tehnologijama spomenutim u prethodim poglavljima, to ne korelira s brojem njih koji koristi tehnologije pri sportskim aktivnostima.

Općenita svrha i suština ovog rada bila je približiti pojmove podatkovne znanosti i ostalih tehnologija te dati konkretne primjere njihovog korištenja u svijetu sportu. U svim spomenutim primjerima kao jedna konstanta može se provući teza da su sportski kolektivi koji koriste tehnologiju bili vođeni željom da razmišljaju drugačije od ostalih. Korištenje nosivih tehnologija, velikih podataka ili bilo koje od drugih, u tekstu nabrojanih tehnologija, nije čudesno rješenje za pobjeđivanje u sportu, ali indikativno je da svaka uspješna sportska priča ima poveznicu sa korištenjem tehnologije. Upravo iz tog razloga sve više klubova pokušava svoje šanse povećati razmišljajući drugačije od ostalih. Upotreba podatkovna znanosti te ostalih informacijskih tehnologija postala je sve češća praksa, posebice na nižim razinama na kojima su sportski kolektivni spremni više riskirati i ići u nepoznato da bi premostili jaz prema bogatijim kolektivima.

Potrebu za praćenjem novih trendova sve više prepoznaju i mediji, posebice inozemni, pa se tako u posljednjih par godina izmijenio način praćenja sportskih događaja. Video analize više nisu rezervirane samo za sportaše već su postale standardni dio popratnih emisija, a umjesto uobičajenih fraza češće se može čuti analiza podataka. Na ovaj način dolazi do educiranja publike, stoga ne čude ni rezultati provedenog istraživanja. Iako se radi o relativno malom uzorku, te u prilog istraživanju ide što su ispitanici većinski mlađe populacije, svejedno se jasno vidi da građani većinski upoznati s tehnologijama spomenutim u istraživanju. Također činjenica da je od nešto malo preko sto ispitanih njih šesnaest čulo za metriku očekivanih golova dovoljno govori o razvoju svijesti građana o upotrebi tehnologije u sportu. Iako je istraživanje nemoguće svesti na jedan primjer on je ipak simboličan jer se radi o tehnologiji koja je u nogometu prisutna tek nešto manje od deset godina, a pravi uspon je doživjela posljednjih tri ili četiri godine. Ovaj i brojni drugi primjeri sugeriraju da je upotreba podatkovne znanosti i informacijskih tehnologija u sportu prošla svoju početnu fazu. Sve šira primjena kako kod profesionalaca tako

i kod rekreativaca govori da iako ima još prostora za napredak, svijet sporta definitivno ulazi u svoju tehnološku eru.

## Literatura

1. Anderson, C., & Sally, D. (2013). *The numbers game: Why everything you know about soccer is wrong*. Penguin.
2. Bosilj-Vukšić, V., & Bach, M. P. (2009). *Poslovna informatika*. Element.
3. Čiçek, M. (2015). Wearable technologies and its future applications. *International Journal of Electrical, Electronics and Data Communication*, 3(4), 45-50.
4. Cirani, S., Ferrari, G., Picone, M., & Veltri, L. (2018). *Internet of things: architectures, protocols and standards*. John Wiley & Sons.
5. Clapp, B. (2016.). Six Technological Advancements That Have Changed Sports.
6. Connolly, T., & Begg, C. (2014). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*
7. Čerić, V., & Varga, M. (2004). *Informacijska tehnologija u poslovanju: urednici: Vlatko Čerić, Mladen Varga*. Element.
8. Ćurko, K. (2001). Skladište podataka-sustav za potporu odlučivanju. *Ekonomski pregled*, 52(7-8), 840-855.
9. Depken, C. A., & Globan, T. (2021). Football transfer fee premiums and Europe's big five. *Southern economic journal*, 87(3), 889-908.
10. Dumazedier, J. (1982). Social time, free time. *Loisir et Societe*, 5(2), 339-361.
11. Dežulović, B. (2022). *Bili libar*. Zagreb: Telegram media grupa
12. Elgendy, N., & Elragal, A. (2014, July). Big data analytics: a literature review paper. In *Industrial conference on data mining* (pp. 214-227). Springer, cham.
13. Elitzur, R. (2020). Data analytics effects in major league baseball. *Omega*, 90, 102001.
14. Festini, H. (2009). Slobodno vrijeme i rekreativni šport. *Filozofska istraživanja*, 29(3), 443-448.
15. Gallant, D., Sherry, E., & Nicholson, M. (2015). Recreation or rehabilitation? Managing sport for development programs with prison populations. *Sport management review*, 18(1), 45-56.

16. Giblin, G., Tor, E., & Parrington, L. (2016). The impact of technology on elite sports performance. *Sensoria: A Journal of Mind, Brain & Culture*, 12(2).
17. Ghosh, A., Chakraborty, D., & Law, A. (2018). Artificial intelligence in Internet of things. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 3(4), 208-218.20
18. Godfrey, A., Hetherington, V., Shum, H., Bonato, P., Lovell, N. H., & Stuart, S. (2018). From A to Z: Wearable technology explained. *Maturitas*, 113, 40-47.
19. Golfarelli, M., & Rizzi, S. (2009). A survey on temporal data warehousing. *International Journal of Data Warehousing and Mining (IJDWM)*, 5(1), 1-17.
20. Halpern, O. (2015). *Beautiful data: A history of vision and reason since 1945*. Duke University Press.
21. Holiga, A. (2018). *Nogomet narodu*. Zagreb: Naklada Jesenski i Turk.
22. Holt, M. (2007). Global success in sport: the effective marketing and branding of the UEFA Champions League. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, Vol. 9 Iss 1 pp. 46-56.
23. Kissell, R. i Poserina, J. (2017.). Basketball-NBA. U R. Kissel u Optimal Sports Math, Statistics, and Fantasy (str. 181-204). SAD: Elsevier
24. Khajenasiri, I., Estebasari, A., Verhelst, M., & Gielen, G. (2017). A review on Internet of Things solutions for intelligent energy control in buildings for smart city applications. *Energy Procedia*, 111, 770-779.
25. Koprivica, V. (2018.). Tendencies in modern sport. *Physical education and sport through the centuries*, 5(1), 32-48. DOI:10.2478/spes-2018-0004
26. Kos, A., Wei Y., Tomažič, S. i Umek, A. (2018.). The role of science and technology in sport, *Procedia Computer Science*, Vol. 129, Pp 489-495
27. Kraus, R. (1971). Recreation and leisure in modern society. *Recreation and leisure in modern society*.
28. Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big data*, 6(1), 1-21.
29. Kuper S. & Szymanski S. (2009). *Soccernomics : why england loses why germany and brazil win and why the u.s. japan australia turkey and even india are destined to become the kings of the world's most popular sport*. Nation Books.
30. Kurwa, M., Mohammed, A., & Liu, W. (2008). Wearable technology, fashioning the future. *Singapore: Flextronics*. Retrieved March, 1, 2018.
31. Lewis, M. (2004). *Moneyball*. WW Norton
32. Lightman, K. (2016). Silicon gets sporty. *IEEE Spectrum*, 53(3), 48-53.



33. MacLean, M. (2017). Artificially natural: A brief history of modern sport. In *Design for Sport* (pp. 47-66). Routledge.
34. Maddox, S. (2018). Gulag football: competitive and recreational sport in stalin's system of forced labor. *Kritika: Explorations in russian and eurasian history*, 19(3), 509-536.
35. Maksimović, M., & Vujović, V. (2017). Internet of things based e-health systems: ideas, expectations and concerns. In *Handbook of large-scale distributed computing in smart healthcare* (pp. 241-280). Springer, Cham.
36. Manger, R. (2012). Baze podataka. *Zagreb, Element*.
37. Marakas, G. M. (2003). *Decision support systems in the 21st century* (Vol. 134). Upper Saddle River: Prentice Hall.
38. Marković, S. (2019). Primena informacionih tehnologija u modernom sportu. In *Sinteza 2019-International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research* (pp. 676-681). Singidunum University.
39. Preatoni, E., Bergamini, E., Fantozzi, S., Giraud, L. I., Orejel Bustos, A. S., Vannozzi, G., & Camomilla, V. (2022). The use of wearable sensors for preventing, assessing, and informing recovery from sport-related musculoskeletal injuries: a systematic scoping review. *Sensors*, 22(9), 3225.
40. Prister, V. (2019). Umjetna inteligencija. *Media, culture and public relations*, 10(1), 67-72.
41. Rutherford, J. J. (2010). Wearable technology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 29(3), 19-24.
42. Silva, M., Marcelino, R., Lacerda, D., & João, P. V. (2016). Match Analysis in Volleyball: a systematic review. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 5(1), 35.
43. Spremić, M. (2017). *Digitalna transformacija poslovanja*. Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet.
44. Sumpter, D. (2017). *Soccermatics: Mathematical Adventures in the Beautiful Game Pro-Edition*. Bloomsbury Publishing.
45. Takken, T., Giardini, A., Reybrouck, T., Geillig, (2012). Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation *European journal of preventive cardiology*, 19(5), 1034-1065.
46. Tao, X. (Ed.). (2005). *Wearable electronics and photonics*. Elsevier.

47. Thomas, K., Brownstein, C., Dent, J., Parker, P., Goodall, S., & Howatson, G. (2018). Neuromuscular fatigue and recovery after heavy resistance, jump, and sprint training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(12), 2526-2535.
48. Tippett, J. (2019). *The Expected Goals Philosophy: A Game-Changing Way of Analysing Football*. publisher.
49. Varga, M. (2020). *Baze podataka: konceptualno, logičko i fizičko modeliranje podataka*.
50. Wang, C., Lu, W., Redmond, S. J., Stevens, M. C., Lord, S. R., & Lovell, N. H. (2017). A low-power fall detector balancing sensitivity and false alarm rate. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 22(6), 1929-1937.
51. Wang, C., Xu, S., Chen, L., & Chen, X. (2016, June). Exposing library data with big data technology: A review. In *2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)* (pp. 1-6). IEEE.
52. Wang, J., & Fan, Q. (2021, March). Application of machine learning on nba data sets. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1802, No. 3, p. 032036). IOP Publishing.
53. Woo, M. (2018). Artificial intelligence in NBA basketball. *Inside Science*, 2-3.
54. Yang, C., & Cole, C. L. (2022). Smart stadium as a laboratory of innovation: Technology, sport, and datafied normalization of the fans. *Communication & Sport*, 10(2), 374-389.
55. Quinn, R.J. (1997.). Investigating Probability with the NBA Draft Lottery. *Teaching Statistics*, Vol. 19 Iss 2 pp. 40-42.

## Popis slika

Slika 1: Prikaz plaćenih premija na transferne odštete.....	20
Slika 2: Mapa udaraca .....	21
Slika 3: Vremenski dijagram očekivanih golova .....	22
Slika 4: Tablica Njemačke lige .....	23
Slika 5: Budžet plaća u MLB-u.....	25
Slika 6: Lokacija upućenih šutova .....	27

## Popis grafikona

Grafikon 1:Spolna struktura ispitanika.....	33
Grafikon 2:Dobna struktura ispitanika .....	34
Grafikon 3:Stupanj obrazovanja ispitanika.....	34
Grafikon 4:Status zaposlenosti ispitanika.....	35
Grafikon 5:Sportska aktivnost ispitanika.....	35
Grafikon 6:Nosiva tehnologija.....	36
Grafikon 7:Internet Stvari.....	37
Grafikon 8:Baze podataka .....	37
Grafikon 9:Veliki podaci .....	38
Grafikon 10:Sportske aktivnosti u slobodno vrijeme.....	39
Grafikon 11:Pridonosi li tehnologija boljim rezultatima.....	40
Grafikon 12:Korištenje nosivih tehnologija.....	41
Grafikon 13:Analiza podataka .....	41
Grafikon 14:Primjeri korištenja tehnologije .....	42

# Životopis



**Matej  
Jurić**

Datum rođenja: 16/03/1998

Državljanstvo: hrvatsko

Spol: Muško

## KONTAKT

 Ivana Cankara, 4, 44000,  
44000 Sisak, Hrvatska

 [miuric5@net.efzg.hr](mailto:miuric5@net.efzg.hr)

 (+385) 0997228956



## RADNO ISKUSTVO

**01/02/2022 – TRENUTAČNO** – Zagreb, Hrvatska

### Asistent u računovodstvu

HBOR

- Pomoćni poslovi planiranja i analize
- Pripremanje mjesečnih financijskih izvještaja
- Planiranje godišnjih i višegodišnjih financijskih planova
- Evidencija kreditnih programa

**30/06/2019 – 30/09/2019** – Pula, Hrvatska

### Asistent u logistici

Europa Star

- Obavljanje poslova u logistici:
- sortiranje i otprema robe
  - vođenje evidencije o dolasku i odlasku robe
  - komunikacija s prijevoznicima robe
  - priprema robe za transport
  - priprema računa za otpremu robe

**31/08/2018 – 30/11/2018** – Zagreb, Hrvatska

### Studentski posao- Strukovni učitelj tenisa

Teniski klub Futur

## OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

**30/09/2016 – TRENUTAČNO** – Trg J.F. Kennedyja 6, Zagreb,  
Hrvatska

### Student ekonomije

Sveučilište u Zagrebu Ekonomski fakultet

Student Ekonomskog fakulteta u Zagrebu smjera Menadžerska informatika na kojem sam stekao znanja rada u MS Office paketu. Također sudjelovao na izradi projekata vezanih za Baze podataka u Excelu i SQL-u.

Područja obrazovanja  
• Menadžerska informatika

**31/08/2012 – 14/06/2016** – Trg hrvatskih branitelja 1, Sisak,  
Hrvatska

### Srednja stručna sprema

Gimnazija Sisak