

Sportske aplikacije temeljene na tehnologijama velikih podataka

Žvorc, Dario

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:148:698865>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-24**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij
Poslovna ekonomija – smjer Menadžerska informatika

**SPORTSKE APLIKACIJE TEMELJENE NA
TEHNOLOGIJAMA VELIKIH PODATAKA**

Diplomski rad

Dario Žvorc

Zagreb, rujan 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij
Poslovna ekonomija – smjer Menadžerska informatika

**SPORTSKE APLIKACIJE TEMELJENE NA TEHNOLOGIJAMA
VELIKIH PODATAKA**

**SPORTS APPLICATIONS BASED ON BIG DATA
TECHNOLOGIES**

Diplomski rad

Student: Dario Žvorc

JMBAG: 0067567780

Mentor: Prof. dr. sc. Mirjana Pejić Bach

Zagreb, rujan 2023.


Dario Žvorc

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 rada, 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.

Student:

U Zagrebu, 3. rujna 2023.


(potpis)

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	2
2. Izazovi implementacije analize velikih podataka u sportu.....	3
2.1. Definicija i obilježja velikih podataka.....	3
2.2. Prikupljanje podataka.....	4
2.2.1. Sirovi podaci.....	5
2.2.2. Događaji.....	6
2.3. Kvaliteta podataka.....	7
2.4. Integracija podataka.....	8
2.5. Privatnost podataka.....	9
3. Uloga velikih podataka u sportu.....	11
3.1. Strategijska uloga.....	11
3.2. Analiza učinka.....	15
3.3. Prevencija ozljeda.....	18
3.4. Rekrutacija sportaša.....	19
4. Primjena velikih podataka u nogometu.....	21
4.1. Metode prikupljanja podataka.....	21
4.1.1. GPS/GNSS sustavi.....	21
4.1.2. Video sustavi.....	22
4.1.3. Lokalni sustavi pozicioniranja.....	23
4.2. Analiza učinka.....	23
4.2.1. Analiza učinka pojedinca.....	23
4.2.2. Analiza učinka momčadi.....	25
4.3. Primjer upotrebe modernih tehnologija u nogometu – Leicester City.....	28
5. Analiza odabranih sportskih aplikacija temeljenih na tehnologijama velikih podataka.....	35
5.1. Stats Perform.....	35
5.2. Catapult Sports.....	40
5.3. Strukturirana usporedba sportskih aplikacija.....	44
5.3.1. Prednosti analiziranih sportskih aplikacija.....	44
5.3.2. Nedostaci odabranih sportskih aplikacija.....	46
5.3.3. SWOT analiza odabranih sportskih aplikacija.....	48
5.3.3.1. SWOT analiza Stats Performa.....	48
5.3.3.2. SWOT analiza Catapult Sportsa.....	51
5.4. Definiranje ključnih obilježja idealne sportske aplikacije.....	55
6. Zaključak.....	57
Popis slika.....	59

Popis tablica	59
Popis literature:.....	60

1. Uvod

1.1. Predmet i cilj rada

U sportu se konstantno traže inovativni načini i metode kojima se može ostvariti konkurentna prednost, a jedan od načina kojim se to postiže jest analiza podataka. Kroz povijest analiza podataka je znatno napredovala, od fizičkog bilježenja promatranog pomoću olovke i papira razvojem digitalnih tehnologija, danas su mogućnosti prikupljanja i analize sportskih podataka neizmjerljivo veće. Stoga su mnogi sportovi revolucionirani implementacijom modernih tehnologija. Upotreba analize velikih podataka u sportu sve više dobiva na popularnosti zbog izvanredne sposobnosti generiranja novih spoznaja koje podižu izvedbu sportaša na višu razinu. Zbog visoke razine kompleksnosti opisane informacije ne mogu se dobiti ljudskim promatranjem niti tradicionalnim alatima za obradu podataka. Ovaj rad će ponuditi generalni prikaz uvođenja analize velikih podataka u sport te prikaz sportskih kompanija koje koriste tehnologije velikih podataka kako bi unaprijedile sami sport ili doživljaj određenog sporta, uz navedeno u radu će se izložiti rezultati istraživanja literature o specifičnim promjenama koje su posljedica uvođenja navedenih tehnologija u nogometu.

Ciljevi rada su: (1) kritička analiza ključnih uloga analize velikih podataka u sportu, s naglaskom na unapređenje performansi sportaša i timova, optimizaciju strategije, prevenciju ozljeda i unapređenje regrutacijskog procesa i prepoznavanje izazova u uspješnoj implementaciji tehnologije te (2) detaljan pregled kompanija koje nude različite sportske aplikacije s ciljem pružanja dubljeg uvida sportašima, trenerima i ljubiteljima sporta u sportske performanse. Ova analiza će uključivati strukturiranu analizu odabranih kompanija, procjenu njihovih prednosti i nedostataka, kao i SWOT analizu.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Kao temeljni izvori podataka za ovaj rad korišteni su relevantni sekundarni izvori, uključujući znanstvene knjige, akademske članke, publikacije i druge internetske izvore vezane uz temu velikih podataka u sportu. Podaci na kojima se temelje analize kompanija prikupljeni su sa službenih web stranica odabranih kompanija.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad je ukupno podijeljen na šest poglavlja. Prvo poglavlje predstavlja uvod u rad, u kojem se na sažet i precizan način opisuje tema istraživanja. U ovom poglavlju se objašnjava predmet istraživanja, jasno se definiraju ciljevi rada te se prikazuje cjelokupna struktura rada.

U drugom poglavlju definira se termin i glavna obilježja tehnologije velikih podataka. Nadalje, detaljno se opisuju i analiziraju glavni izazovi koji se javljaju prilikom implementacije velikih podataka u sportu. Ovaj dio rada pruža dublji uvid u specifičnosti i složenosti koje proizlaze iz korištenja velikih podataka u sportskoj analitici.

Treći dio rada detaljno opisuje ključne uloge koje veliki podaci imaju u svijetu sporta, uključujući taktičku analizu, analizu učinka sportaša, prevenciju ozljeda te regrutaciju novih sportaša. Navedene uloge dodatno se ilustriraju primjerima kako bi se osiguralo dublje razumijevanje teme.

Četvrto poglavlje se fokusira na primjenu digitalnih tehnologija u nogometu, s posebnim naglaskom na prikupljanje podataka, taktičku ulogu te unapređenje sportskih performansi. Na primjeru trijumfalne sezone Leicester Cityja 2016. godine, detaljno se analizira primjena velikih podataka u nogometu, pružajući uvid u konkretne primjere i rezultate koji su postignuti korištenjem opisane tehnologije.

Peti dio rada pruža detaljan prikaz sportskih kompanija Stats Perform i Catapult Sports. U ovom dijelu se ističu glavne karakteristike, prednosti i nedostaci odabranih kompanija. Nadalje, u ostatku rada provodi se strukturirana usporedba opisanih kompanija te SWOT analiza koja pruža sveobuhvatan uvid u njihovu poziciju i mogućnosti na tržištu sportske analitike. Također, poglavlje pruža prikaz idealne sportske aplikacije temeljene na prednostima analiziranih kompanija, odnosno njihovih aplikacija.

Na kraju slijedi zaključak koji sažima najvažnije segmente rada. U ovom dijelu su izneseni rezultati istraživanja te osvrt na ciljeve rada. Zaključak pruža sintetizirani pregled svih relevantnih saznanja i naglašava njihovu važnost u kontekstu teme rada.

2. Izazovi implementacije analize velikih podataka u sportu

2.1. Definicija i obilježja velikih podataka

Veliki podaci (engl. *big data*) označavaju velike i složene skupove podataka koje je teško i vremenski vrlo zahtjevno obraditi tradicionalnim alatima namijenjenim obradi podataka. „Veliki podaci se obično definiraju V obilježjima; (engl.) *Volumen* – volumen, *Variety* – raznovrsnost, *Velocity* – promjenljivost“ (Varga i Strugar, 2016, str. 105).

Volumen (engl. *Volumen*) – označava ogromnu količinu podataka koja se generira i pohranjuje u različitim uređajima (Varga i Strugar, 2016, str.105). Stotine milijuna sportskih podataka sakuplja se na dnevnoj bazi iz raznih sportskih događaja (Bai i Bai, 2021, str. 1). Vrlo dobar primjer navedenog je Formula 1. F1 Bolid¹ opremljen je stotinama senzora kako bi mjerio različite parametre poput temperature guma i kočnica, protoka zraka ili rada motora. Samo senzori s vozila generiraju više stotina GB² podataka u jednom vikendu utrivanja, a zajedno s ostalim podacima koje generira pojedini tim, ukupna količina podataka doseže čak do 50 TB³. Nogometne utakmice pružaju još jedan primjer generiranja ogromne količine podataka. Tijekom trajanja utakmice, precizno se bilježe pozicije svih igrača i lopte frekvencijom od 25 Hz⁴ kroz cijelo trajanje utakmice što rezultira s otprilike 3,100,000 jedinica podataka (Seidenschwarz, 2021, str. 28-30).

Raznovrsnost (engl. *Variety*) – obilježje koje simbolizira različite oblike podataka koji se stvaraju i spremaju u baze podataka, datoteke, slike, dokumente ili druge oblike (Varga i Strugar, 2016, str.105). Sportski podaci se prikupljaju iz raznovrsnih izvora, uključujući podatke senzora, video snimke i druge izvore. Također, podaci često imaju različite formate i vezani su za različite varijable, što dodatno otežava integraciju. U mnogim sportskim klubovima nema odgovarajuće infrastrukture i potrebnog znanja za integraciju podataka iz različitih izvora. Umjesto toga, svaki skup podataka se obrađuje pojedinačno, što dovodi do situacije u kojoj svaki odjel provodi zasebne analize. Na primjer, treneri analiziraju podatke o događajima i učinku, kondicijski treneri analiziraju samo podatke opterećenja treninga dok medicinski tim proučava podatke o stresu i kvaliteti sna. (Seidenschwarz, 2021, str. 28-30).

¹ bolid: posebno izrađen brz trkaći automobil, jednosjed

² Gigabajt: mjerna jedinica za količinu podataka u informatici. Sastoji se od 1024 megabajta (MB)

³ Terabajt: mjerna jedinica za količinu podataka u informatici. Sastoji se od 1024 gigabajta (GB)

⁴ Herc: mjerna jedinica za frekvenciju (Hz)

Opisana decentralizacija predstavlja izazov s obzirom na svoju složenost, ali istovremeno pruža izvanrednu priliku za iskorištavanje punog potencijala sveobuhvatne analize putem integracije svih izvora podataka. Primjerice, kroz cjelovitu analizu, moguće je proaktivno otkrivanje preopterećenosti tijela, dok bi se analiziranjem kvalitete sna, fizičkog stresa i učinka sportaša mogle otkriti nove korelacije različitih varijabli koje bi pomogle u optimizaciji trenajnog procesa (Seidenschwarz, 2021, str. 28-30).

Promjenjivost (engl. *Velocity*) - predstavlja brzo i neprestano mijenjanje sadržaja podataka prihvaćanjem novih kolekcija i novih nizova podataka te aktivacijom povijesnih arhiva podataka (Varga i Strugar, 2016, str. 105). Vrlo brzo generiranje novih nizova podataka posljedica je visoke dinamičnosti različitih sportova. Brojni pokreti i događaji odvijaju se istovremeno unutar kratkog vremenskog razdoblja što rezultira velikom promjenjivosti podataka. Kako bi se optimizirala taktika i odlučivanje za vrijeme sportskog događaja nužna je brza integracija podataka (Seidenschwarz, 2021, str. 28-30).

2.2. Prikupljanje podataka

U profesionalnim sportovima danas je uobičajeno koristiti sustave praćenja sportaša. Organizacije koriste ove tehnologije kako bi stekle konkurentsku prednost preciznim mjerenjem učinka na treningu ili natjecanju. Investirajući svoje resurse u navedene alate, sportske organizacije teže ka donošenju informiranih odluka vezanih za propisivanje programa treninga, što bi u konačnici moglo poboljšati njihove izgleda za uspjeh (Torres-Ronda, Beanland i Whitehead, 2022, str. 1-2).

Neki od najpopularnijih sportova na svijetu su momčadski sportovi kao što su nogomet, košarka, kriket te američki nogomet. (McCarthy, 2017). Zbog velike popularnosti navedenih sportova interes za analizu te sama dostupnost podataka konstantno raste. Za evaluaciju performansi pojedine momčadi nužni su višebrojni izvori podataka i analiza različitih aspekata igre. U praksi neki od dobivenih skupova podataka drže se u tajnosti kako bi se mogla izgraditi konkurentska prednost dok su drugi skupovi podataka, poput osnovne statistike, javno dostupni (Stein, Janetzko, Seebacher, et. al., 2017, str. 2).

Sportski analitičari provode razne analize na temelju dostupnih podataka. Nisu zainteresirani samo za pitanje „što“ (kao što je rezultat utakmice ili broj dodavanja), već i za pitanje „zašto“. Na primjer, istražuju zašto je određeni igrač odlučio promijeniti poziciju na točku A umjesto

točke B i koji su događaji uslijedili kao posljedica te odluke. Prikupljanje podataka u svrhu analize može se ostvariti kroz razne alate poput optičkog prepoznavanja, lokalnih pozicijskih sustava, triangulacije ili ručnog zapisa. Većina podataka momčadskih sportova poput kretnji igrača, događaja na terenu i opisne statistike dobiveno je kroz analizu videozapisa te podataka dobivenih pomoću senzora (Stein, Janetzko, Seebacher, et. al., 2017, str. 3). Dobiveni podaci mogu se podijeliti u tri kategorije: (1) sirovi podaci, (2) događaji i (3) deskriptivni podaci (Stein et. al., 2017, str. 3-6; Seidenschwarz, 2021, str. 22-24).

2.2.1. Sirovi podaci

Sirovi podaci se dodatno dijele na fiziološke podatke, pozicijske podatke i podatke inercijskog mjerenja. Fiziološki podaci obuhvaćaju signale koji dolaze iz ljudskog tijela, omogućavajući prikupljanje informacija o brzini otkucaja srca, varijabilnosti otkucaja srca, brzini disanja, krvnom tlaku pa čak i aktivnosti mozga. Navedeni podaci mjere se različitim sensorima koje sportaši nose tijekom fizičke aktivnosti te se uglavnom koriste u svrhu promatranja razine opterećenja pojedinca tokom treninga ili utakmice. Dodatno, opisani podaci mogu se koristiti u prevenciji ozljeda na temelju zaključaka izvedenih iz prikupljenih podataka (Seidenschwarz, 2021, str. 21-22).

Osim toga, pomoću suvremene tehnologije, podaci o položaju i vremenu sportaša mogu se snimati s visokom preciznošću. Ti podaci zabilježenim koordinatama pružaju detaljne informacije o kretanju sportaša i sportske opreme kroz prostor i vrijeme. Navedeni podaci mogu se prikupljati videokamerama ili sensorima. Prva opcija koja podrazumijeva korištenje visokokvalitetnih kamera i odgovarajućeg softvera ima glavnu prednost u vidu da igrači ne moraju nositi nikakvu dodatnu opremu na sebi te tako ne ovise o pravilima regulatornih tijela specifičnog sporta. Navedena metoda ima i ograničenja poput vremenskih neprilika koje mogu smanjiti vidljivost terena te tako otežati točno prikupljanje podataka softverom (Seidenschwarz, 2021, str. 21-22).

Nadalje, ako se igrači u kadru preklapaju, softver može zamijeniti identitet igrača te tako generirati netočne podatke. Navedeni nedostaci video analize mogu se eliminirati ljudskom intervencijom ili uvođenjem senzorskog praćenja igrača i lopte. Postoje dvije vrste senzora: radarski i GPS senzori. Za radarske senzore potrebno je postaviti dodatnu opremu na terenu kako bi se podaci mogli uspješno prikupljati. S druge strane, GPS senzori ne zahtijevaju nikakvu dodatnu instalaciju opreme na terenu. Prednost radarskih senzora u odnosu na GPS senzore je veća preciznost mjerenja te mogućnost implementacije u dvoranama, dok su GPS

sustavi dostupni samo za vanjske sportove (Seidenschwarz, 2021, str. 21-22). Međutim, obje opisane tehnologije praćenja imaju nedostatak u odnosu na tehnologiju praćenja temeljenu na videu. Nošenje senzora nije uvijek dopušteno od strane regulatornih tijela pojedinog sporta što ograničava njihovu upotrebu u natjecateljskom okruženju. Također, praćenje lopte sensorima nije jednostavan zadatak zbog sportskih pravila i mogućeg utjecaja na fiziku odnosno putanju lopte. Unatoč tim ograničenjima, vremensko-prostorni podaci pružaju vrijedne informacije za analizu vanjskog opterećenja sportaša kao što su pretrčane udaljenosti, vrijeme provedeno na određenim dijelovima terena i broj intenzivnih sprintova. Osim toga, precizno praćenje pozicija igrača u određenom trenutku utakmice omogućava analizu taktike vlastite ili protivničke momčadi. Posljednja kategorija sirovih podataka su podaci inercijskog mjerenja ili IMU podaci. IMU je tehnički uređaj koji u sebi sadrži više senzora: akcelerometar,⁵ žiroskop⁶ i magnetometar.⁷ IMU uređaji se postavljaju na sportaša ili sportsku opremu te imaju široku primjenu u sportu kako bi zabilježili pokrete sportaša, odnosno ubrzanja, orijentacije tijela ili orijentacije sportske opreme, kao što je primjerice reket (Seidenschwarz, 2021, str. 21-22).

2.2.2. Događaji

Sportske utakmice se osim brojčanim i vizualnim podacima mogu opisati i radnjama relevantnima za utakmicu odnosno događajima. Događaji mogu biti izvučeni iz podataka koji se odnose na kretanje ili mogu biti dobiveni ručno od strane profesionalaca specijaliziranih za praćenje sportskih događaja. Nasuprot sirovim podacima, ovi podaci sadrže informacije o ključnim trenucima u određenoj utakmici ili natjecanju i stoga su usko povezani sa specifičnim sportom. Većina događaja direktno je vezana za loptu i detaljnije opisuje radnju igrača s loptom (npr. dodavanje ili driblanje) ili opisuje radnje bez lopte poput prekršaja, zaleđa i sl. Kombiniranjem podataka o događajima tijekom utakmice i podacima video analize moguće je detaljnije provođenje statističkih analiza na temelju dobivenih pokazatelja (npr. točnost dodavanja, mreža dodavanja, vrijeme posjeda lopte, trajanje akcije) (Seidenschwarz, 2021, str. 21-23; Stein et. al., 2017, str. 3-6).

⁵ akcelerometar: uređaj za mjerenje akceleracije tijela u navigaciji, aeronautici, seizmologiji

⁶ žiroskop: zvrk koji okreće spravu sa slobodnom osi i stabilan je u različitim položajima; upotrebljava se u nautičkim, aeronautičkim i astronautičkim instrumentima i uređajima

⁷ magnetometar: instrument za mjerenje intenziteta magnetskog polja ili magnetskog momenta

2.2.3. Deskriptivni podaci

Deskriptivni podaci obuhvaćaju sve aspekte igre koji se mogu izmjeriti tijekom jedne ili više utakmica, poput frekventnosti dodavanja igrača, brzine ili pretrčane udaljenosti. Uređaji za praćenje omogućavaju mjerenje pojedinih varijabli, dok ostale podatke ručno prikupljaju analitičari. Deskriptivna statistika olakšava razumijevanje karakteristika pojedinog igrača ili momčadi te je tradicionalno jedan od glavnih izvora podataka za analizu jer je automatsko praćenje kretanja igrača relativno novonastala metoda (Stein et. al.,2017, str. 6)

2.3. Kvaliteta podataka

Kvaliteta podataka odnosi se na korisnost skupa podataka za obradu i analizu u drugim sustavima poput skladišta podataka, baza podataka ili alata za analizu podataka. Kvalitetni podaci su korisni ako su dosljedni i lako razumljivi. Postoje četiri dimenzije kvalitete velikih podataka: potpunost, točnost, dosljednost i pravodobnost.

- Potpunost ukazuje na to koliko su podaci potpuni u sadržaju, te postoje li nedostajuće vrijednosti. Ovo obilježje može odrediti minimalnu količinu informaciju koja je potrebna da bi se podaci smatrali validnima ili pak može označiti sve vrijednosti koje se moraju unijeti u sustav.
- Točnost označava do koje su razine podaci jednaki odgovarajućim „stvarnim“ vrijednostima. Navedena točnost podataka može se provjeriti usporedbom prikupljenih podataka s vanjskim vrijednostima koje se smatraju točnima.
- Dosljednost ilustrira usklađenost podataka u smislu formata i strukture. Podaci moraju biti prezentirani u jednakom obliku kako bi usporedba istih bila lakša.
- Pravodobnost se odnosi na stupanj ažurnosti podataka, pokazuje jesu li navedeni podaci aktualni. Pravodobnost se može odnositi na vrijeme koje je prošlo od zadnjeg ažuriranja podataka ili na frekventnost ažuriranja. Shodno tome, loše odluke mogu biti posljedica točnih, ali zastarjelih podataka (Emran, 2017, str. 1-3).

2.4. Integracija podataka

Integracija podataka označava postupak premještanja podataka iz njihovog izvornog formata u željeni format. Razne tehnike za upravljanje skladištenjem podataka i upravljanje podacima su poboljšane alatima za integraciju kako bi se omogućilo izvlačenje, transformacija i učitavanje podataka (ETL) za prijenos i transport. Navedeni alati su općenito prikladni za upravljanje značajnom količinom podataka, ali nisu prilagodljivi za upravljanjem nestrukturiranim ili djelomično strukturiranim podacima. ETL je kratica za *Extract-Transform – Load* i označuje proces izvlačenja podataka koji se zatim transformiraju u zajednički format te se učitavaju u skladište podataka. Proces izvlačenja podataka podrazumijeva prikupljanje podataka iz različitih izvora, a njegov cilj je odrediti format i kvalitetu tih podataka.

Proces transformacije odnosi se na upotrebu softverskih alata kako bi se sakupljeni podaci transformirali u željeni oblik. Nakon uspješne transformacije podataka, podatke je potrebno prenijeti u ciljanu bazu podataka. Nakon učitavanja podataka, preporučuje se provedba revizije rezultata međusobno povezanih skupova podataka i sustava kako bi se na vrijeme otkrile eventualne pogreške uzrokovane novim podacima (Arputhamary, i Arockiam, 2015, str. 1-5).

Integracija velikih podataka označava povezivanje ili spajanje velikog obujma heterogenih podataka iz višestrukih dinamičkih izvora podataka. Razlike između integracije velikih podataka i tradicionalne integracije podataka obuhvaćaju veliku raznolikost podataka, dinamičnost, znatno veći obujam te različitu kvalitetu izvora (Arputhamary, i Arockiam, 2015, str. 1-5).

Shodno tome, mjerenja dobivena različitim tehnologijama za praćenje pokreta igrača mogu se razlikovati između različitih sustava. Primjerice, optičko praćenje detektira dvodimenzionalne koordinate koje se mogu koristiti za izračun pretrčane udaljenosti i brzine, dok IMU koristi jednodimenzionalne podatke dobivene iz različitih senzora. Nadalje, kao što je već prije spomenuto, određeni sustavi praćenja nisu dozvoljeni u profesionalnim natjecanjima, ali su dozvoljeni tijekom treninga. Stoga je nužno kombiniranje podataka dobivenih tokom treninga s onim podacima koji su generirani tokom utakmice ili natjecanja (Torres-Ronda et. al., 2002, str. 2).

2.5. Privatnost podataka

Danas se gotovo sve sportske aktivnosti oslanjaju na obradu osobnih podataka, bez obzira na to je li riječ o natjecateljskom ili rekreativnom sportu. U natjecateljskim sportovima, neprekidna obrada podataka postaje neophodna kako bi se detaljno analizirale i unaprijedile performanse sportaša. Ovaj proces uključuje redovite medicinske analize, uvođenje uređaja koji neprekidno prate različite zdravstvene parametre sportaša te sustavno prikupljanje biometrijskih podataka radi preciznog prilagođavanja sportske opreme. U području rekreativnih sportova, obrada podataka uglavnom je opcionalna te ovisi o osobnom izboru rekreativca da koristi različite uređaje kao što su pametni satovi, narukvice i slični uređaji. Takvi uređaji imaju sposobnost bilježenja različitih podataka poput otkucaja srca, vrste aktivnosti, broja koraka i lokacije. Ti podaci mogu biti obrađeni prema želji rekreativca kako bi se stekao dublji uvid u vlastite sportske aktivnosti i postignuća. Vrste sportskih podataka koje se mogu prikupljati mogu se podijeliti na:

- identifikacijske podatke: ime, prezime, OIB, preslika osobne iskaznice ili putovnice, registracijski broj vezan uz određeni sport
- zdravstvene podatke: medicinski nalazi, informacije o zdravstvenim problemima, (dijagnoze ili povijest medicinskih zahvata koje mogu biti iskorištene kao prednost ili ranjivost u sportskoj izvedbi), informacije o fizičkom, osjetilnom, mentalnom i/ili mješovitom invaliditetu (u slučaju paraolimpijskih sportaša ili sportaša koji se oporavljaju od teže ozljede)
- biometrijske podatke: otisak prsta, podaci o visini, težini i ostalim mjerenjima tijela
- informacije o preferencijama subjekta: informacije o najdražoj sportskoj opremi, proizvođaču, sponzorima te druge preferencije
- druge osobne podatke procesirane u sportskoj industriji: slike, videozapise subjekta, spol, rasu, GPS lokaciju, personaliziranog plana prehrane ili treninga (Tataru i Nica, 2020, str. 3-4).

Sportski timovi su oduvijek nadzirali protivnike kako bi stekli konkurentsku prednost. Međutim, taj proces tradicionalno uključuje slanje skauta na utakmice ili dugotrajno pregledavanje snimaka, uz ručno bilježenje zapaženog. Direktnim pristupom unutarnjim podacima kreirala bi se značajna prednost u odnosu na konkurenciju. Prema Sianu Johnu, stručnjaku za kibernetičku sigurnost, bez uspostave sveukupne strategije vezane za podatke sportski se timovi izlažu dvjema potencijalnim opasnostima (Marr, 2017).

Postoji mogućnost da navedeni podaci budu neetički korišteni. Primjerice, ako protivnički stožer ima pristup detaljnim zdravstvenim podacima i podacima s treninga igrača nekog tima, takva situacija omogućava iskorištavanje tih informacija u svrhu kreiranja bolje strategije ili iskorištavanja slabosti pojedinih igrača s ciljem ostvarivanja prednosti na utakmici (Marr, 2017).

Također, korištenjem spomenutih podataka dobivaju se interni uvidi u pojedine momčadi koji se kasnije mogu iskoristiti na tržištu. Na primjer, saznanje da određeni igrač ima dulje razdoblje oporavka od ozljeda u usporedbi s prosječnim vremenom oporavka za tu specifičnu ozljedu može značajno utjecati na cijenu tog igrača. Ako toj informaciji nemaju pristup svi ostali subjekti tržišta to znači da na tržištu ne postoji ravnopravno natjecanje i jednaka prilika za sve sudionike (Marr, 2017).

Dodatno, važno je istaknuti i dijeljenje osobnih podataka s tvrtkama trećih strana, kao što su kladionice i tvrtke videoigara. Posebno su kladioničarske tvrtke zainteresirane za takve podatke jer im omogućuju naprednije predviđanje performansi igrača i utjecaj na ponuđene koeficijente. Međutim, sportaši možda nisu u potpunosti svjesni da se njihovi podaci mogu dijeliti s takvim tvrtkama kada daju pristanak za prikupljanje podataka. Nadalje, sportski klubovi i organizacije sami možda nisu svjesni da se takvi podaci mogu dijeliti s tvrtkama trećih strana ukoliko ne provode odgovarajuću reviziju u vezi s pravilima privatnosti i dijeljenjem podataka (Armstrong i Zaslavinaite, 2023).

Kako bi se osigurala zadovoljavajuća razina informacijske sigurnosti potrebno je koristiti sigurni server, redovito ažurirati softver, obučiti zaposlenike, implementirati autentifikaciju korisnika i autorizaciju kontrola te redovito stvarati kopije podataka u slučaju gubitka originalnih podataka (*iSportz*, 2022).

3. Uloga velikih podataka u sportu

3.1. Strategijska uloga

Implementacija analize velikih podataka u sportu ima značajan utjecaj na odluke koje donose treneri i stručni stožer. Analiza velikih podataka pruža priliku za unapređenje strategijskog aspekta igre putem generiranja inovativnih informacija iz obilja dostupnih podataka. Ove informacije pružaju trenerima nove uvide o reakcijama i ishodima pojedinih vježbi, što im omogućuje bolje donošenje odluka i optimizaciju strategije. Također, pomažu trenerima podesiti trenažni proces koji bi bolje odgovarao individualnom profilu igrača. Nedvojbeno je da provedba taktičke analize u sportu izazovni zadatak, naročito u momčadskim sportovima gdje postoji više varijabli koje konstantno fluktuiraju u uvjetima koji se neprestano mijenjaju. Ljudska kognitivna ograničenja otežavaju trenerima da se oslanjaju samo na vlastito iskustvo i intuiciju u svrhu donošenja informirane odluke o taktici momčadi (Torgler, 2020, str. 163-164). Najučinkovitiji način za kreiranje pobjedničkog tima jest implementacija tehnologije i analize velikih podataka kako bi se uspješno identificirali te iskoristili podcijenjeni resursi koji mogu donijeti konkurentsku prednost (Safir, 2015, str. 17).

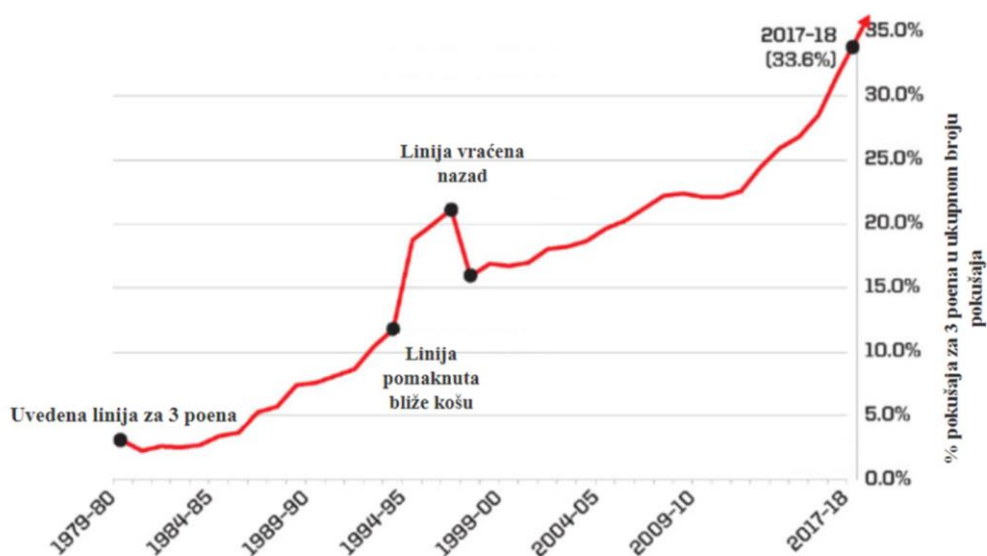
Primjerice, promjene u taktici i pristupu samoj igri koje je donijela analiza velikih podataka u košarci najbolje su uočljive analizom podataka o šutiranju trice⁸. U najpoznatijoj i najvećoj košarkaškoj ligi na svijetu, NBA (*National Basketball Association*), šut za 3 poena uveden je 1979. godine. 1980. godine samo su dvojica igrača prebacila brojku od 300 pokušaja šuta za 3 poena, dok je 1981. godine rekordni broj pokušaja bio 169. Nadalje, 1982. godine samo su četiri igrača imala više od 100 pokušaja (Safir, 2015, str. 36). Početak specijaliziranja igrača u šutu za 3 poena mogao bi se prepisati prvom natjecanju u tricama koje se održalo prvi puta za NBA *All-Star vikend*⁹ u 1986. godini. Navedene godine pobjednik natjecanja u tricama bio je jedan od najboljih šutera¹⁰ u povijesti lige, Larry Bird. Nadalje, legendarni Larry Bird je samo dva puta u svojoj karijeri prebacio brojku od 200 ili više pokušaja za 3 poena. Usporedbe radi, u sezoni 2013/14 čak 5 igrača je uspješno pogodio više od 200 trica, dok je rekorder u navedenoj sezoni bio Stephen Curry koji je pogodio 261 tricicu iz 615 pokušaja (Safir, 2015, str. 37).

⁸ trica: pokušaj iz igre u košarci napravljen iza linije za 3 poena

⁹ NBA All-Star vikend: košarkaški događaj koji okuplja najbolje igrače NBA lige kako bi se natjecali u raznim izazovima i igrali All-Star utakmicu

¹⁰ šuter: dolazi od engleskog izraza "shooter" i koristi se za opisivanje igrača koji je vješt u izvođenju šuta u košarci

Kada je linija za 3 poena uvedena u NBA ligu, momčadi su u prosjeku postizale 2.8 trica po utakmici. Međutim, u sezoni 1993/94. prosječni broj pokušaja trica se povećao na 9.9. Ipak, zbog nedovoljne efektivnosti, donesena je odluka da se linija za 3 poena pomakne bliže košu. Nova udaljenost linije iznosila je 6.71 metara, obuhvaćajući cijeli luk linije za 3 poena. U naredne tri godine, NBA liga je svjedočila impresivnom porastu broja pokušaja trica, što je vidljivo statističkim podacima prikazanim na slici 1 (Safir, 2015, str. 37).

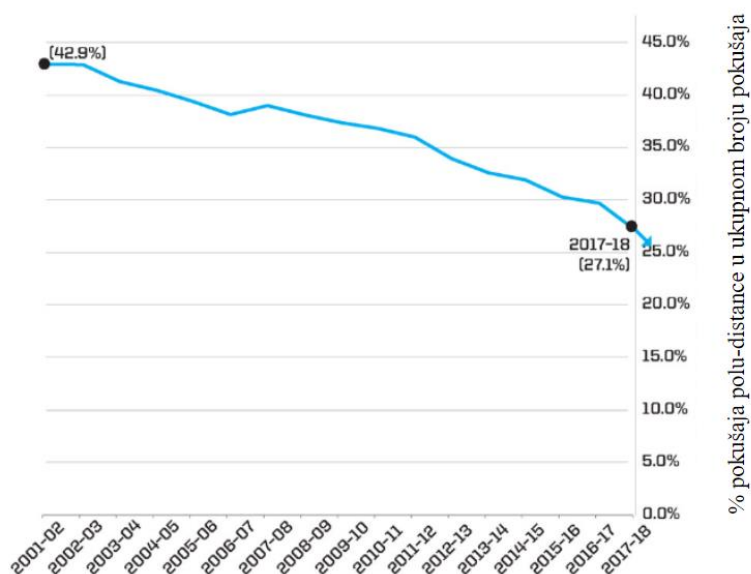


Slika 1. Uspon šuta za 3 poena u NBA ligi 1979-2018

(prema: Goldsberry, 2019, str. 53)

Nakon toga, uslijedio je pad broja pokušaja trica, što je rezultat odluke da se linija trice vrati na 7,24 metara oko cijelog luka, te 6,71 metara u samim uglovima igrališta. U sezoni 1979/80, kada je prvi put uvedena linija za trice, liga je imala prosječno 2,7 pokušaja trica na 100 posjeda (na slici je vidljivo kako je to manje od 5% ukupnih pokušaja). Međutim, do sezone 2011/12, taj broj je porastao na 20,0 pokušaja na 100 posjeda. Iako se čini da je povećanje od 17,3 pokušaja trica na 100 posjeda veliko, kada se razmotri kroz razdoblje od 32 sezone, taj porast je relativno spor. Počevši od sezone 2012/13, došlo je do brzog ubrzanja u povećanju stope pokušaja trica. U sezoni 2019–20, liga je postigla prosjek od 33,8 pokušaja trica na 100 posjeda (Safir, 2015, str. 37; Goldsberry, 2019, str. 53).

NBA liga bilježi otprilike 200 000 pokušaja ubacivanja lopte kroz obruč po sezoni, shodno tome logično je da ako broj pokušaja za 3 poena raste, broj pokušaja druge vrste pada. Slika 2 prikazuje postepeni pad šutiranja sa polu-distance¹¹. Usporedbe radi 2001/2002 NBA momčadi šutirale su samo 18.1% svojih ukupnih šuteva iza linije za 3 poena, dok je 42.9% pokušaja bilo sa polu-distance. U sezoni 2017/2018 postotak pokušaja sa polu-distance iznosio je samo 27.1% dok je postotak trica porastao na 33.6%. Opisani trend nije samo posljedica individualne odluke pojedinih igrača da češće uzimaju šuteve za 3 poena. To je rezultat promjena u momčadskim strategijama i kadrovskim odlukama. NBA liga se postupno okrenula prema postavama, taktikama i sastavima timova koji su više usmjereni na šut za 3 poena. To je rezultiralo povećanim brojem pokušaja za 3 poena i, posljedično, većim brojem pogodjenih trica. Paralelno s povećanjem napora da se kreiraju kvalitetne prilike za tri poena, smanjuju se određene postavbe i taktike vezane za šut s polu-distance (Goldsberry, 2019, str. 53).



Slika 2. Pad šuta polu-distance u NBA ligi 2001-2018

(prema: Goldsberry, 2019, str. 55)

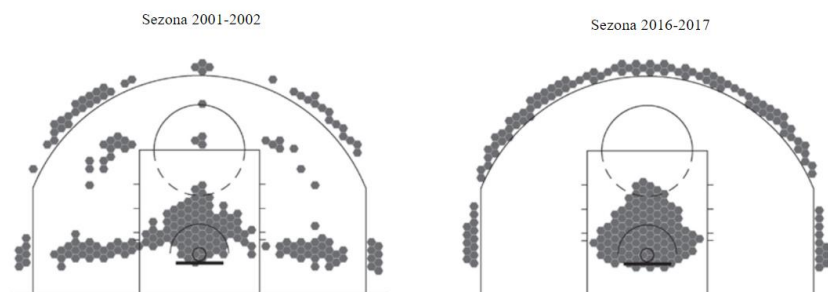
¹¹ šut sa polu-distance (engl. *midrange*): pokušaj šutiranja s područje između linije za 3 poena i ograničenog prostora (prostora 3 sekunde)

U košarci, s obzirom na statistiku, ometan šut za 3 poena često se smatra isplativijim od otvorenog šuta za 2 poena izvan prostora reketa¹², osim ako je igrač koji izvodi šut izvanredan u šutiranju za 2 poena (Safir, 2015, str. 33).

Analizom stotina tisuća pogođenih koševa između sezone 2013/14 i sezone 2017/18 dobiven je podatak da šut iz igre u NBA ligi u prosjeku vrijedi točno 1.02 poena. Samo šutevi iza linije 3 poena (od 1.05 do 1.20) te pokušaji unutar prostora 3 sekunde, točnije oko obruča (>1.20) donose više poena od prosjeka (Goldsberry, 2019, str. 8).

Nadalje, šut i vjerojatnost da isti bude uspješan direktno je korelirana s pozicijom s koje je šut upućen. Ovaj podatak može ponuditi dodatne informacije o ključnim poveznicama između varijabli kao što su udaljenost od koša, smjer te postotak pogođenih pokušaja. Analizom svih pokušaja između sezone 2013-2014 i sezone 2017-18 dokazano je kako šutevi polu-distance sa strane terena imaju jednaki postotak ulaska kao šutevi za 3 s ruba terena (35-40%) , a pošto jedna vrsta opisanih pokušaja vrijedi 50% više može se konstatirati da su takvi pokušaji mnogo isplativiji (Goldsberry, 2019, str. 46).

Opisani zaključci pružili su čvrste argumente za potpunu preobrazbu košarkaške strategije, pri čemu objašnjavaju opisane promjene u porastu pokušaja za 3 poena tijekom godina. Slika 3 ilustrira utjecaj navedenih analiza na selekciju šuteva u NBA ligi u razdoblju od samo 15 godina. Vidljivo je da su u sezoni 2001/02 mnogi pokušaji bili sa područja polu-distance, dok su u sezoni 2016/17 takvi šutevi potpuno nestali. Također, vidljive su velike promjene u šutiranju za 3 poena. U sezoni 2001/02 jasno je vidljiva separacija između nekoliko najučestalijih područja šutiranja, dok je u sezoni 2016/17 gotovo cijela linija trice pokrivena (Goldsberry, 2019, str).



Slika 3. Usporedba najčešćih lokacija šutiranja sezone 2001-2002 i sezone 2016-2017

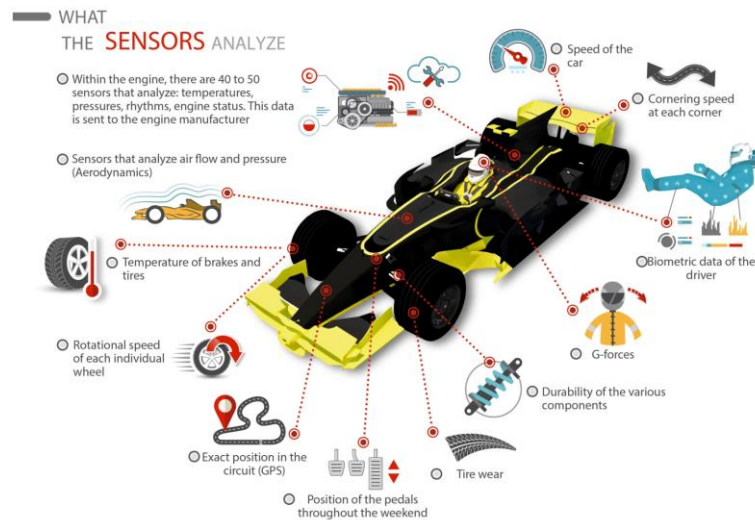
(prema: Goldsberry, 2019, str. 23)

¹² reket: ograničeni prostor, prostor 3 sekunde

3.2. Analiza učinka

Analiza podataka postaje sve važniji alat u sportu jer omogućava dublji uvid i razumijevanje učinka pojedinog sportaša ili cijele momčadi. Prikupljanjem i analizom podataka tijekom cijele sezone timovi mogu dobiti uvid u svoje performanse, identificirati područja za poboljšanje i prilagoditi svoju strategiju u skladu s najnovijim informacijama. To omogućuje timovima donošenje informiranih odluka o svojim taktikama i režimima treninga, što rezultira poboljšanim učinkom. Nadalje, prikupljanjem podataka pomoću nosive tehnologije tijekom utakmica (ako je to dopušteno) i treninga dobivaju se uvidi u fizičku spremu sportaša. Analizirajući ove podatke, treneri mogu prilagoditi programe treninga kako bi poboljšali konkurentnost svojih sportaša. Dodatno, putem sistematičnog prikupljanja i temeljite analize podataka o suparnicima, timovi mogu stjecati dragocjene uvide o potencijalnom načinu igre protivnika. Ovi uvidi omogućuju timovima da bolje razumiju potencijalne protivničke taktike i obrasce ponašanja. Na temelju tih informacija, timovi mogu prilagoditi svoje vlastite taktike kako bi povećali svoje šanse za uspjeh protiv određenog protivnika (*iSportz*, 2022; *Technogym*, n.d.). Treneri i stručni stožer donose odluke u 3 ključna vremenska konteksta, a to uključuje analizu prije utakmice, tijekom te nakon utakmice (Seidenschwarz, 2021, str. 44).

Primjer korištenja velikih podataka u svrhu poboljšanja rezultata može se vidjeti u Formuli 1. Napredak u tehnologiji koji omogućuje kreiranje, spremanje i obradu velikih količina podataka promijenio je mnoge aspekte utrivanja. Timovi koji dizajniraju i testiraju automobile sve više koriste digitalne alate i procese, bilo da se radi o ispitivanju sudara i konstrukcije ili o modeliranju aerodinamike, a sve manje se oslanjaju na fizička testiranja. Tijekom sezone testiranja timovi Formule 1 opremaju svoje bolide s više od 400 senzora. Međutim, kako bi se smanjila sama težina bolida tijekom stvarne utrke broj senzora se smanjuje na oko 100. Raspored i svrha senzora prikazani su na slici 4. Senzori prikupljaju raznolike podatke koji obuhvaćaju osnovne informacije kao što su brzina i pozicija na stazi, kao i složenija mjerenja poput temperature i tlaka guma, aerodinamičnog pritiska te ponašanja ovjesa. Osim toga, postoje razni unutarnji senzori koji prate stanje goriva, ulja i sustava hlađenja. Tijekom jednog vikenda utrivanja jedan automobil može generirati do 500GB podataka (Swinhoe, 2018).



Slika 4. Raspored i uloga senzora u Formula 1 bolidu

(izvor: MAPFRE, 2020)

Tokom kvalifikacijskih rundi Barcelona Grand Prix-a 2018-te godine, Lewis Hamilton je postavio vrijeme kruga za osvajanje *pole position*¹³ (najbolje mjesto za početak utrke) koje je bilo 4,7 brže nego prethodne godine te dodatnih 2,6 sekundi brže od godine prije toga. Navedeno predstavlja znatni napredak u sportu u kojem se razlike u vremenima kruga između natjecatelja često mjere u stotinkama sekunde (Swinhoe, 2018). Opisano smanjenje vremena kruga može se pripisati raznim čimbenicima. Naprednije simulacije omogućene su zahvaljujući sve većoj računalnoj snazi, što je rezultiralo rigoroznijim testiranjem dizajna automobila. Kao rezultat toga, postignuti su najučinkovitiji aerodinamični oblici vozila. Aerodinamičnost predstavlja jednu od varijabli koja se može unaprijediti primjenom analize velikih podataka. Prikupljeni podaci također obuhvaćaju pojedinačne utrke, vozače i krugove, pružajući temelj za detaljnu analizu i optimizaciju performansi vozila kao i samog vozača (Swinhoe, 2018).

Primjerice, Mercedesov tim će preklapati Hamiltonove krugove s krugovima najbližih konkurenata i informirati ga o tome gdje gubi vrijeme zbog pretjeranog kočenja ili lošeg izlaska iz zavoja. Ti se podaci preuzimaju, obrađuju i analiziraju u izuzetno kratkim vremenskim razmacima. Formula 1 tim nakon kvalifikacija simulira milijune utrka pomoću kojih pokušava kreirati optimalnu strategiju. Mercedesov tim ne pohranjuje samo podatke iz bolida, nego i videozapise, fotografije, podatke o simulacijama i druge podatke koji dosežu veličinu do 45 TB tjedno (Swinhoe, 2018).

¹³ *pole position*: najbolje mjesto za početak utrke

Da bi postigao uspjeh u Formuli 1, brzina prijenosa podataka jednako je važna kao i brzina automobila. Kao primjer može poslužiti tim Lotus F1 koji je 2013. godine odlučio zamijeniti pružatelja usluga pohrane podataka u korist bržeg sustava. Ta nadogradnja omogućila je prijenos 2000 statističkih pokazatelja po krugu. Navedeno poboljšanje značajno je pridonijelo izvanrednom napretku njihova vozača Marlona Stockingera. U sezoni 2013. završio je na 18. mjestu s 23 boda, dok je u 2014. osigurao 73 boda i time završio na 9. mjestu (Marr, 2017, str. 46).

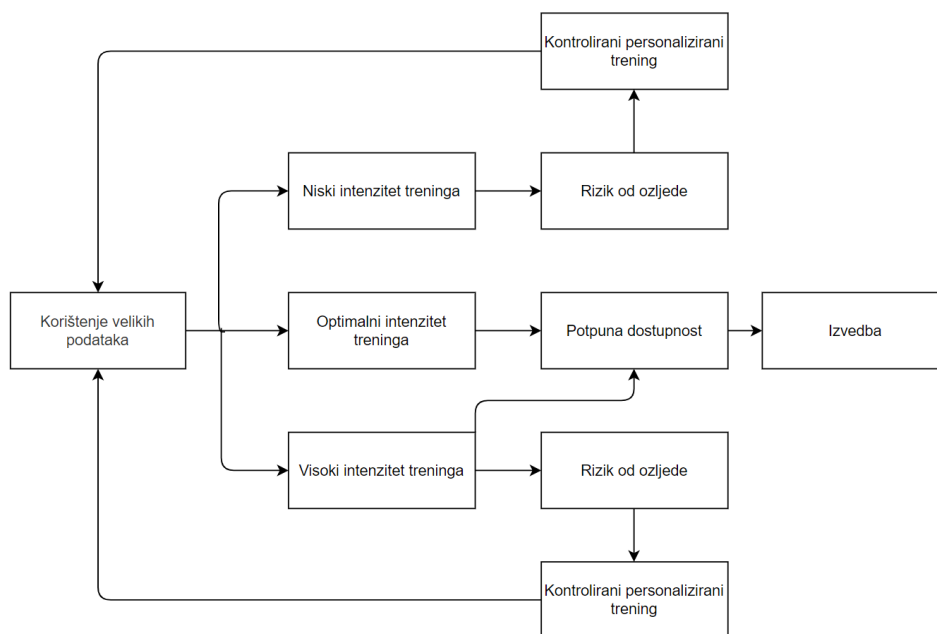
Iskorištavanjem podataka u stvarnom vremenu koji se prate i prenose putem različitih senzora smještenih u vozilu i povezanih s vozačem, timovi u Formuli 1 ostvaruju značajan napredak. Ova tehnologija omogućuje timovima da povežu simulacije prije utrke, donose odluke u stvarnom vremenu na temelju analitičkih uvida stručnjaka te provode detaljne analize nakon utrke (MAPFRE, 2020).

Budući da svaki tim može imati ograničen broj ljudi na stazi, važnu ulogu u prijenosu podataka ima računalstvo u oblacima (*eng. cloud*). Veliki skupovi podataka sigurno se prenose putem serverskih tokova izvanrednom brzinom, koje zatim analiziraju stručnjaci u sjedištu tima. Zahvaljujući visokobrzinskim optičkim vlaknima postavljenim prije svake utrke, inženjeri i analitičari u sjedištima timova mogu pristupiti podacima samo nekoliko trenutaka nakon što su zabilježeni. Oni u realnom vremenu analiziraju podatke i kombiniraju ih s GPS-om, podacima o vremenskim uvjetima i analizom konkurenata kako bi pružili sveobuhvatan analitički pregled svake utrke. Analitičari mogu pomno pregledati svaki detalj kako bi identificirali eventualne probleme u putanji automobila, poput pritiska u gumama, stanja staze i mnogih drugih varijabli koje se prikupljaju u bazama podataka. To je ključno jer mnogi članovi tima nisu prisutni na stazi. Primjerice, *Lotus F1* koji zapošljava 470 ljudi, dopušta samo oko 60 osoba na utrci, a samo 40 njih može biti u garaži tijekom utrke. Opisani pristup također pruža timu mogućnost donošenja dugoročnih odluka o dizajnu i performansama automobila, umjesto da se oslanjaju na samo manje izmjene tijekom vikenda utrke (Dey, 2022; MAPFRE, 2020). Osim opisanih napredaka, čak je i zaustavljanje bolida u prostoru gdje se mijenjaju gume podložno analizi velikih podataka. Proces mijenjanja guma analizira se pomoću video analitike do najsitnijeg detalja kako bi se maksimizirala efektivnost sudionika navedenog procesa. Kao rezultat navedene optimizacije procesa, postignut je izvanredan rezultat od svega 1.8 sekundi zaustavljanja bolida tijekom pit stopa¹⁴ (Swinhoe, 2018).

¹⁴ izraz koji se koristi za opisivanje lokacije procesa zaustavljanja i servisiranja vozila tijekom utrke

3.3. Prevencija ozljeda

Traumatične ozljede koje proizlaze iz izravnog fizičkog kontakta, poput sudara s protivničkim igračem ili pada, predstavljaju izazov za sprečavanje zbog njihove nepredvidljivosti. S druge strane, ozljede mekih tkiva, kao što su mišići i ligamenti, mogu se predvidjeti i potencijalno spriječiti primjenom analize velikih podataka. Prikupljanjem i analizom podataka o unutarnjem i vanjskom opterećenju pojedinog sportaša treneri i stručni stožer mogu prilagoditi igračevo opterećenje i podesiti plan treninga i oporavka prema tome kako bi optimizirali učinak na terenu i minimalizirali rizik od ozljede.



Slika 5. Uloga velikih podataka u prevenciji sportskih ozljeda

(prema: Henriques, 2018, str. 40)

Slika 5 prikazuje primjenu analize velikih podataka u optimizaciji opterećenja na treninzima, s ciljem postizanja maksimalnog učinka kod sportaša. Ukoliko podaci o igraču ukazuju na niski intenzitet treninga, to predstavlja povećani rizik od ozljede jer sportaš nije adekvatno pripremljen za razinu intenziteta koja se javlja tijekom natjecanja. Nagli porast fizičkog napora može dodatno povećati vjerojatnost ozljede u takvim slučajevima. U navedenom slučaju treneri moraju personalizirati trening program sportaša povećavajući intenzitet treninga kako bi se kreiralo optimalno opterećenje. U drugačijem scenariju, kada podaci ukazuju na opterećenje treninga koje prelazi prethodno utvrđene standarde ili približava se prekomjernom treniranju, iako sportaš posjeduje dobru fizičku kondiciju za natjecanje, postoji

potencijalna opasnost od ozljede uslijed prekomjernog naprežanja mišića ili nakupljenog umora. Stoga je važno da treneri prilagode treninge kako bi osigurali adekvatno vrijeme oporavka za igrača, održavajući pokazatelje opterećenja treninga na optimalnim razinama s ciljem maksimiziranja sportske izvedbe (Henriques, 2018).

Primjenom ovog pristupa u treningu, igrači su u mogućnosti postići optimalne razine trenažnog opterećenja koje se odnose na trenutak kada je fizička kondicija na vrhuncu, prije nego što umor počne negativno utjecati na sportsku izvedbu. Postizanjem optimalnih fizioloških i kondicijskih stanja, sportski timovi su u potpunosti pripremljeni za izazove natjecanja (Henriques, 2018).

3.4. Rekrutacija sportaša

Napredak tehnologije i internet značajno su izmijenili proces rekrutacije igrača i otkrivanje sportskih talenata. Danas, zahvaljujući internetu, gotovo svaka utakmica može se gledati u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu. Opisana dostupnost informacija imala je dvostruki učinak na proces *skautinga*.¹⁵ Pozitivna strana je da skauti sada imaju bolje alate za prepoznavanje talenata, mogu detaljnije promatrati igrače te provoditi temeljita istraživanja o njihovim potencijalnim momčadima. Međutim, postoji i negativna strana ovog napretka. S obzirom na to da skauti imaju bolje alate i više informacija na raspolaganju, očekuje se da će njihove procjene biti preciznije. To znači da je prostor za pogrešku značajno smanjen, budući da imaju sve više resursa na raspolaganju (Safir, 2015, str. 23).

Analitički modeli temeljeni na velikim podacima omogućuju napredno prilagođavanje statistika igrača kako bi se omogućila kvalitetnija usporedba s drugim igračima, pružajući tako dodatne informacije koje su od iznimne važnosti pri odabiru igrača. Ti sofisticirani analitički modeli koriste sveobuhvatne podatke o igračima kako bi stvorili vjerojatnosti njihovog budućeg uspjeha. Oni pritom prilagođavaju sirove podatke uzimajući u obzir dodatne varijable koje su relevantne za procjenu i predviđanje potencijala igrača (Alamar i Oliver, 2013, str. 6). Na primjer, prosječan broj jardi po pokušaju dodavanja igrača bek pozicije američkog nogometa je samo sirovi podatak. Međutim, kada se uzme u obzir niz varijabli kao što su sposobnosti suigrača i kvaliteta protivničkih timova s kojima je igrač bio suočen, te se dobiveni prosjek uspoređi s povijesnim statistikama svih prethodno izabranih bekova u NFL-u¹⁶, analitički model može izračunati vjerojatnost uspjeha tog beka na

¹⁵ *skauting* (engl. *scouting*): prikupljanje podataka i analiza sportske aktivnosti u cilju selekcije sportaša

¹⁶ NFL: nacionalna liga američkog nogometa

profesionalnoj razini. Time se omogućava dublja analiza i procjena igračevog potencijala, uzimajući u obzir širu sliku i kontekst njegovog učinka (Alamar i Oliver, 2013, str. 8).

Odluka o regrutaciji pojedinačnog igrača obično se temelji na različitim izvorima informacija, uključujući izvještaje skauta, video-analizu utakmica, procjenu tržišne vrijednosti igrača i prognozu o tome kako će se igrač uklopiti u određenu momčad. Integracijom raznovrsnih izvora podataka proces odabira igrača postaje efikasniji. Korištenjem sportske analitike donositelji odluka jednostavno mogu pregledati statistike i snimke utakmice dok čitaju izvješće skauta o potencijalnom igraču. To omogućuje da se igračev učinak usporedi s njegovim prosječnim nastupima te se tako može utvrditi koliko se procjena skauta podudara s njihovim vlastitim zapažanjima. Ovaj sveobuhvatan pristup olakšava donošenje informiranih odluka o regrutaciji igrača (Alamar i Oliver, 2013, str. 11).

Isto tako, analitika također pomaže donositeljima odluka da sagledaju dugoročni utjecaj igrača na momčad, olakšavajući kreiranje kvalitetnih ugovora koji su u skladu s financijskim mogućnostima organizacije. Integracijom i analizom opisanih podataka, moguće je identificirati područja na kojima igrač treba raditi te postaviti ciljeve kako bi se usmjerio prema planiranom razvoju. Ova analiza omogućuje identifikaciju ciljeva koji istovremeno doprinose razvoju igrača i podržavaju strategiju momčadi. (Alamar i Oliver, 2013, str. 12).

Na primjer, Boston Celticsi su odabrali Rajona Ronda kao 21. izbor na NBA *draftu*¹⁷ 2006. godine jer su uočili kako su skokovi od strane bekovskih pozicija u ligi nedovoljno cijenjena vještina. Dok su druge momčadi birale igrače drugačijeg kalibra, Celticsi su odabrali igrača koji se kasnije razvio u jednog od najboljih *playmaker-a*¹⁸ NBA lige zahvaljujući analitičkom pristupu procjene njegove vrijednosti (Alamar i Oliver, 2013, str. 24-28).

¹⁷ NBA draft: godišnji događaj u kojem klubovi NBA lige regrutiraju nove igrače

¹⁸ *playmaker*: igrač koji ima ključnu ulogu u stvaranju napada i organizaciji igre svoje momčadi

4. Primjena velikih podataka u nogometu

4.1. Metode prikupljanja podataka

Napredak tehnologije praćenje omogućio je stjecanje neprekidnog toka podataka o performansama igrača. FIFA definira ove sustave kao elektroničke sustave performansi i praćenja (engl. *EPTS-electronic performance & tracking systems*) koji se koriste za praćenje i poboljšanje performansi igrača putem praćenja položaja igrača i lopte te se mogu koristiti u kombinaciji s drugim uređajima poput monitora brzine otkucaja srca, akcelerometara, žiroskopa ili drugih uređaja za mjerenje opterećenja i fizioloških parametara (FIFA, 2021).

Trenutno se u nogometu sustavi prikupljanja podataka mogu podijeliti u tri kategorije: (1) GPS/GNSS sustavi, (2) video sustavi te (3) lokalni sustavi pozicioniranja (LPS). Sve tri opisane metode prikupljanja podataka nose svoje prednosti i nedostatke koji će biti prikazani u nastavku poglavlja. Izbor sustava praćenje ovisi o tome prikupljaju li se podaci tijekom treninga (sve tri metode u opisane nastavku su moguća opcija) ili utakmice (ovisnost o regulatornim pravilima natjecanja). Nadalje, izbor metode prikupljanja podataka ovisi o vrsti podataka koje se žele prikupiti (fizička ili taktička izvedba) i o financijskim mogućnostima pojedinog kluba. Nužno je da navedeni sustavi osim pozicija igrača istovremeno mogu pouzdano pratiti poziciju lopte (Henriques, 2018; Memmert i Raabe, 2018, str. 36-39; FIFA, 2021).

4.1.1. GPS/GNSS sustavi

Globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS) i globalni sustavi za pozicioniranje (GPS) temelje se na satelitskoj navigaciji te su trenutno prisutni u gotovo svim profesionalnim nogometnim klubovima. Ovi sustav su vrlo prikladni za prikupljanje podataka s terena zbog jednostavne uporabe i implementacije. Dodatno, dovoljan je samo jedan nosivi uređaj po igraču kako bi se sakupljali podaci i jedan uređaj koji prikuplja informacije koje generiraju nosivi uređaji. Ovime se značajno smanjuju troškovi i logistički napor za nogometne klubove. (Memmert i Raabe, 2018, str. 37-38).

Još jedna prednost satelitskog praćenja proizlazi iz integrirane senzorske tehnologije u uređajima, pomoću koje se dobivaju dodatni podaci o sportašu izuzev podataka o trčanju koje pružaju GPS/GNSS sustavi. Podaci koji se prikupljaju ovise o dobavljaču nosive tehnologije, no vrlo često su to podaci vezani za rad srca i disanje sportaša. Negativne strane opisane

metode su nedovoljna točnost satelitskog praćenja te se mogu koristiti samo na otvorenom prostoru, isto tako ponekad je nošenje određenih uređaja ograničeno od strane nadležnih tijela pojedinih nogometnih natjecanja. Kako bi se povećala točnost prikupljanja podataka o pozicijskom kretanju nogometaša, neki od uređaja imaju dodatne senzore poput akcelerometra, žiroskopa i kompasa (Memmert i Raabe, 2018, str. 36-38; FIFA, 2021).

4.1.2. Video sustavi

Video sustavi za prikupljanje podataka u nogometu temelje se na visokokvalitetnim kamerama postavljenim na različitim mjestima u kombinaciji s naprednim metodama vizualnog procesiranja. Opisana tehnologija omogućuje identificiranje igrača na terenu, koristeći se naprednim metodama vizualnog procesiranja. Kombinirajući snimke visokokvalitetnih kamera postavljenih s različitih perspektiva sustav stvara sveobuhvatne podatke o kretanju svakog pojedinog igrača (Memmert i Raabe, 2018, str. 38-39).

Najveća prednost opisane metode je da igrači ne moraju nositi nikakvu dodatnu opremu na tijelu te se tako podaci mogu prikupljati bez obzira na propise u vezi dodatne opreme tijekom utakmica. Međutim, video sustavi su polu-automatski te je potrebna ljudska intervencija u pojedinim slučajevima. Primjerice, većina metoda može raspoznati igrače oba tima, ali obično ne raspoznaje identitet igrača na terenu. Osim toga, igrači se mogu međusobno prekrivati na snimci ili vremenski uvjeti mogu smanjiti kvalitetu slike te tako otežati identifikaciju igrača za koju je onda potrebna ljudska intervencija (Memmert i Raabe, 2018, str. 38-39).

4.1.3. Lokalni sustavi pozicioniranja

Lokalni sustav za pozicioniranje (LPS) je sustav sličan GPS-u, ali ne koristi satelitsku navigaciju već prati pozicijske podatke o igračima pomoću elektromagnetskih valova koji se prema instaliranim prijammnicima na stadionu ili igralištu za trening. Opisani signali šalju se s odašiljača implementiranog na prsluku ili štitnicima za noge (Memmert i Raabe, 2018, str. 39-40).

Elektromagnetski valovi koje emitiraju odašiljači dosljedno se raspršuju, ali budući da su prijammnici smješteni na različitim udaljenostima, oni primaju signale u različitim vremenskim periodima. Analizirajući vremenske razlike u kojima valovi stižu do prijemnika, metodom triangulacije mogu se precizno odrediti pozicije igrača. Nakon izračuna podaci o položaju se odmah šalju na analizu s minimalnim kašnjenjem. Prednosti ovog načina prikupljanja podataka su iznimno visoka preciznost pozicijskih podataka te prikupljanje podataka u realnom vremenu. Negativne strane ove metode su potreba za instalacijom potrebne opreme na stadionu ili igralištu što je znatno kompliciranije ako se žele prikupljati podaci na gostujućim utakmicama. Slično kao i kod GPS sustava, nošenje senzora u opremi ovisi o regulacijama pojedinog natjecanja (Memmert i Raabe, 2018, str. 39-40).

4.2. Analiza učinka

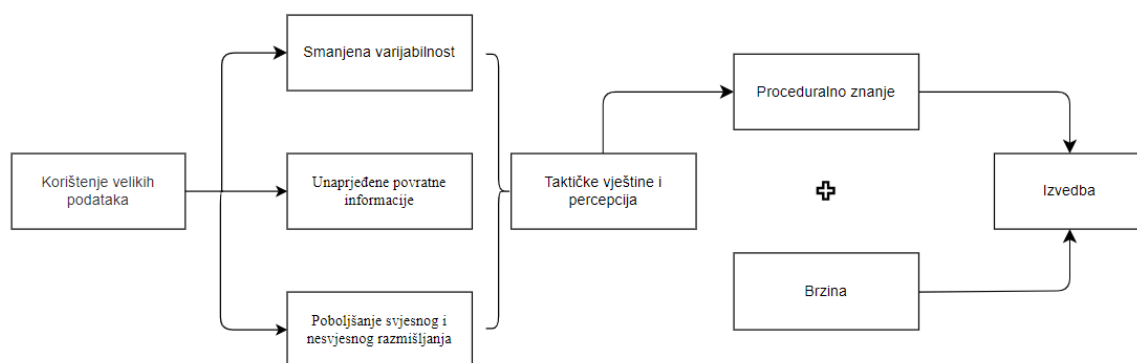
4.2.1. Analiza učinka pojedinca

Sportska znanost je potvrdila da je za pripremanje sportaša za natjecanje najučinkovitija metoda koja najbolje replicira uvjete natjecanja, posljedično važnost analize performansi se uvelike povećala. Stoga, ocjena performansi tijekom treninga i natjecanja postala je uobičajena praksa među profesionalnim nogometnim klubovima (Henriques, 2018).

Nogomet je dinamičan sport u kojem igrači provode prosječno 98.9% vremena izvan posjeda lopte, obavljajući zadatke poput branjenja ili pravilnog pozicioniranja za dodavanje. Pozicioniranje i donošenje odluka pokazali su se ključnim varijablama za procjenu buduće izvedbe pojedinca. Uz konstantno mijenjanje uvjeta tijekom igre, igrači se moraju prilagođavati i temeljiti svoje odluke na faktorima poput pozicije lopte, pozicija suigrača i suparnika te udaljenosti od vlastitog ili protivničkog gola. Takva varijabilnost pruža svakom igraču mogućnost tumačenja raznolikih situacija tijekom igre temeljem vlastitog iskustva i pripreme za taj specifični trenutak, povećavajući važnost uloge odlučivanja svakog igrača

(Henriques, 2018). Isto tako, sposobnost dobrog donošenja odluka bitna je i u fazi kada igrač nema loptu isto kao i onda kada je u posjedu. Sposobnost donošenja kvalitetnih odluka u bilo kojem trenutku igre premašila je vrijednost fizičkih karakteristika igrača te je tako taktička inteligencija postala preduvjet za kreiranje elitnih nogometaša (Henriques, 2018).

Implementacijom analize velikih podataka nogometni klubovi mogu ubrzati donošenje odluka među igračima. Brzina donošenja odluka može se optimizirati na način da trenersko osoblje smanji nepredvidljivost igre za igrače te im pruži jasnija očekivanja o situacijama s kojima će se suočiti. Uvođenje opisanog procesa pruža potencijal za povećanje efikasnosti odlučivanja igrača pomoću pružanja sveobuhvatnih saznanja o učinku pojedinca ili protivnika. Brzo donošenje taktički kvalitetnih odluka u modernom nogometu je nužno jer su se brzina i intenzitet igre povećali. Analizom igre Njemačke reprezentacije na svjetskom prvenstvu 2006. godine i 2014. godine došlo se do podataka da se vrijeme kontakta igrača i lopte smanjilo s 2.9 sekundi na samo 0.9 sekundi (Henriques, 2018).



Slika 6. Uloga velikih podataka u poboljšanju odlučivanja

(izvor: Henriques, 2018, str. 41)

Na slici 6 je prikazano kako primjena analize velikih podataka unaprjeđuje proces donošenja odluka nogometaša kombinirajući smanjenje varijabilnosti potencijalnih situacija, unaprjeđene povratne informacije te poboljšanje svjesnog i nesvjesnog razmišljanja. Prvenstveno, predviđanjem obrazaca igre nogometaši stječu bolju predodžbu o situacijama s kojima će se susretati tijekom igre, čime se smanjuje vjerojatnost da će biti iznenađeni pojedinim situacijama. Nadalje, učinkovitom organizacijom prikupljenih informacija, priprema i upravljanje očekivanjima povećat će brzinu i kvalitetu odlučivanja smanjenjem izloženosti nepoznatim scenarijima (Henriques, 2018).

Još jedan značajan način korištenja velikih podataka koji utječe na odlučivanje igrača su alati za analizu prostora i vremena. Ti sustavi pomažu trenerskom osoblju u vizualizaciji mogućnosti dodavanja koje su igrači imali tijekom igre te ih uspoređuju s odabranim opcijama. Na taj se način olakšava pružanje jasnih i preciznih povratnih informacija. Dodatno, unapređenje povratnih informacija postiže se korištenjem softvera za praćenje videozapisa koji omogućuje igračima i trenerima analizu specifičnih situacija u igri (Henriques, 2018).

4.2.2. Analiza učinka momčadi

Slika 7 prikazuje evoluciju analize momčadskog učinka u nogometu. Prvotno, analiza momčadi se na temelju videozapisa bazirala na kvantitativnoj analizi, odnosno jednostavnom bilježenju najčešćih akcija na terenu. Druga faza, koja se kao i prva temeljila na podacima videozapisa, fokusirala se na kvalitativni aspekt igre. Stručnjaci su analizirali viđeno, no upravo je velika subjektivnost stručnjaka nedostatak ove metode (Kröckel, 2019).

Treća faza nogometne analize temeljena je na pozicijskim podacima i temeljena je na jednostavnim indikatorima kao što su pretrčana udaljenost, broj i postotak uspješnosti odigranih dodavanja, broj izgubljenih ili osvojenih lopti, posjed lopte i sl. Iako su često korišteni kao pokazatelji kvalitete timova, zajednička karakteristika ovih statističkih indikatora je da ne govore puno o taktičkoj kvaliteti i uspješnosti napadačkih i obrambenih akcija (Perl i Memmert, 2017, str. 66; Kröckel, 2019).

Visoki postotak točnih dodavanja i podaci o posjedu lopte nerijetko se koriste kao mjere kvalitete među nogometnim komentatorima i fanovima, iako evidentno nisu uvjet za pobjedu. Igrač može imati iznimno visoku točnost dodavanja, ali to nužno ne znači da je igrač odigrao naročito dobru utakmicu. Ovi podaci ne uzimaju u obzir izvodi li igrač sigurna kratka dodavanja prema unatrag ili se odlučuje za rizičnija dodavanja koja mogu otvoriti igru. Slični problem nosi i pokazatelj posjeda lopte. Često se navedeni pokazatelj predstavlja kao varijabla koja pokazuje dominaciju na terenu, iako za to nema čvrstih dokaza te se ignorira činjenica da pojedine momčadi namjerno prepuštaju posjed lopte suparniku (Memmert i Raabe, 2018, str. 78).

<p>Analiza učinka 1.0</p> <p>Analiza učinka 2.0</p>	<p>Kvantitativna analiza -frekvencnost pojedinih akcija</p> <p>Kvalitativna analiza -evaluacija stručnjaka</p>	Video podaci
<p>Analiza učinka 3.0</p> <p>Analiza učinka 4.0</p>	<p>Tehnička analiza -jednostavni indikatori učinka</p> <p>Dinamična taktička analiza -obraci, interakcije, KPI</p>	Pozicijski podaci

Slika 7. Evolucija analize učinka momčadi u nogometu

(prema: Kröckel, 2019, str. 9)

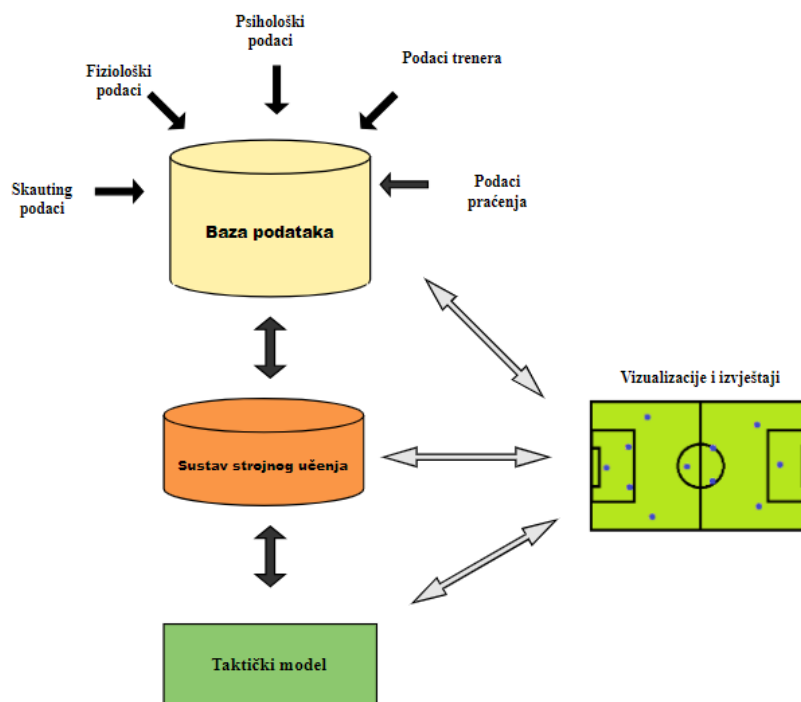
Konačno, pomoću analize velikih podataka moguća je dinamična taktička analiza temeljena na kompleksnim pokazateljima izvedbe (KPI) te prepoznavanju interakcija i obrazaca na terenu (Kröckel, 2019).

Kontrola prostora je jedan od nedavno razvijenih ključnih pokazatelja koji iznimno doprinosi evaluaciji učinka igrača. Kontrola prostora može se opisati kao područje terena koje igrač može doseći prije ostalih igrača na temelju njihove trenutne pozicije. Analiziranjem napadačkog učinka momčadi posebno je zanimljivo procijeniti razinu kontrole koja se uspostavlja i održava u kritičnim zonama napada (zadnja trećina terena i prostor šesnaesterca). S taktičkog gledišta, ova saznanja ukazuju da je ključno da momčad, osim posjeda lopte, posjeduje sposobnost efikasnog iskorištavanja posjeda i upravljanja njime tijekom napada. Nadalje, analizom pozicijskih podataka moguće je izračunati broj igrača koji su u mogućnosti obraniti se od napadačkog tima u određenom trenutku. Opisani KPI se u suštini dijeli na dva ključna pokazatelja: prosječan broj igrača uključenih u obranu i broj nadigranih protivnika prilikom dodavanja momčadi. Navedeno sugerira da kroz analizu možemo odrediti koliko se prosječno braniča uključuje u obranu protiv specifične akcije te koliko učinkovito napadačka momčad može nadmašiti protivnike putem dodavanja (Memmert i Raabe, 2018, str. 96-98).

Uz naprednije KPI-ove, nogometna analiza može biti unaprijeđena kroz optimizaciju formacija u određenom trenutku. Subjektivnu procjenu vezanu za različite taktičke pokazatelje danas zamjenjuju ili barem nadopunjuju računalno-znanstvene analitičke metode. Tradicionalne metode analize uključuju procjenu taktičke vještine koja se manifestirala tokom igre opažanjem i bilježenjem viđenog. Takvo kvalitativno praćenje igre oslanja se na

subjektivne dojmove promatrača koji su temeljeni na znanju i iskustvu. Nedostaci ovog pristupa su manjak objektivnosti i sistematičnosti te količina vremena potrebna za provođenje analitičkih procesa. S druge strane, kvantitativno praćenje igre usvaja objektivan pristup upotrebom unaprijed definiranih kategorizacija za prikupljanje podataka o tijeku utakmice (Rein i Memmert, 2016, str. 7-9).

Sustav za analizu velikih podataka u nogometu treba imati višerazinsku strukturu kao što je prikazano na slici 8. Prvo, nužno je uspostaviti potrebnu infrastrukturu koja omogućava prikupljanje raznovrsnih podataka uključujući podatke o *skautingu*, publici i treningu te podatke koje sakuplja trener kao i fiziološke i psihološke podatke sportaša. Nakon toga potrebno je stvoriti efikasnu bazu podataka u kojima su informacije spremljene sigurno i učinkovito te su kategorizirane i pristupačne. Naposljetku, potrebno je implementirati sustav strojnog učenja koji integrira i analizira pohranjene podatke te stvara model koji pomaže donositeljima odluka dobiti dublji uvid u nogometne taktike (Rein i Memmert, 2016, str. 7-9).



Slika 8. Sustav za taktičku analizu u nogometu temeljenu na analizi velikih podataka

(prema: Rein i Memmert, 2016, str. 8)

Pomoću toga može se uočiti koje su formacije nogometaši koristili na terenu u određenoj situaciji te koje su posljedice proizašle iz tog pozicioniranja. Primjerice, sve varijacije kratkog otvaranja igre prepoznate su klasterom „kratko otvaranje igre“. Prednost opisanog pristupa je mogućnost identifikacije sekvenci utakmice automatski u realnom vremenu, bez potrebe ljudske intervencije. Ovo omogućuje klasifikaciju ogromnih količina podataka prema sličnostima i razlikama u kratkom vremenu. Ključni element u procjeni taktičkog ponašanja momčadi uključuje međusobnu interakciju raznih taktičkih komponenti, poput napada i obrane. Izazov se javlja pri analizi taktičkih formacija i kretanja igrača pri kojemu unatoč podacima o poziciji tradicionalne metode nisu sposobne za obradu takvih količina podataka. Taj problem nadilazi se korištenjem neuronskih mreža za prepoznavanje različitih obrazaca kao što je prikazano na slici 8 (Rein i Memmert, 2016, str. 6-9).

Nadalje, formacije se mogu mijenjati na terenu te ih sistem neuronskih mreža može identificirati kao karakteristične formacije. Navedeno omogućava određivanje frekventnosti pojavljivanja određenih formacija i prepoznavanje promjena taktičkih interakcija tijekom utakmice. Također, važnost napredne analitike pokazala se u testiranju pouzdanosti neuronskih mreža. Analiza je pokazala kako računalna analiza postiže stopu usklađenosti od 95% u odnosu na prosječnu usklađenost stručnjaka koja iznosi 80% u prepoznavanju kompleksnih taktika (Rein i Memmert, 2016, str. 6-9).

4.3. Primjer upotrebe modernih tehnologija u nogometu – Leicester City

Kada je Leicester City osigurao naslov u svibnju 2016. godine, postao je protagonist jednog od najnevjerojatnijih trijumfa u povijesti nogometa. Na početku sezone 2015/16 prema kladionicama šanse za osvajanje engleske prve lige za Leicester City iznosile su 5000-1 (Creasey, 2016). U kompletnoj povijesti *Premier lige*, svaki dosadašnji prvak završio je među prvom trojicom u prethodnoj sezoni. Nasuprot tome, Leicester je završio sezonu 2014/15. na 14. mjestu, s ogromnih 46 bodova zaostatka za osvajačem lige, Chelseajem (Smith, 2016).

Međutim, dubljim uvidom u funkcioniranje kluba, Leicesterova trijumfalna sezona postaje manje iznenađujuća zbog činjenice da je klub među najnaprednijima u *Premier ligi* kada je riječ o sportskoj znanosti i korištenju analize podataka. Uz pomoć nosive tehnologije *OptimEye S5*, Leicester već godinama izuzetno kvalitetno koristi niz sofisticiranih alata i tehnika analize podataka. *OptimEye S5* je GNSS kompaktni uređaj koji se nosi na leđima te osim podataka o kretanju može pomoći kod optimizacije opterećenja igrača te tako minimalizirati rizik od ozljede. Navedeno potvrđuje činjenica da je do kraja travnja

spomenute sezone klub zabilježio manji broj ozljeda od bilo kojeg drugog kluba u *Premier ligi*. Kao rezultat toga, Claudio Ranieri, menadžer Leicester Cityja imao je luksuz da veći dio sezone odabere isti početni sastav (Creasey, 2016). Talijanski trener je kroz sezonu napravio samo 27 promjena u početnom sastavu tijekom cijele sezone, usporedbe radi osvajači lige prethodnih 10 sezona ostvarili su prosjek od 95.4 promjene (Smith, 2016).

Pobjedničku sezonu *Lisica* obilježio je direktni nogomet i brzi kontra napadi. Takav pristup igri temelji se na niskom posjedu lopte i statistikama dodavanja pa je tako Leicester suprotno tradicionalnom stilu pobjednika *Premier lige* namjerno žrtvovao navedene statistike u svrhu brzih kontri. U tablici 1 uočava se da je u usporedbi s prethodnim prvacima tijekom posljednjih pet godina Leicester City imao znatno manji posjed lopte ostvarivši prosječni posjed lopte od 43.4%, dok je prosjek prijašnjih prvaka iznosio oko 55%. Opisano potvrđuje činjenica da su kroz sezonu po posjedu i broju dodavanja bili 18. u ligi, a po točnosti dodavanja bili su na posljednjem mjestu lige (Ruiz, et. al., 2017, str. 1; Smith, 2016).

Sezona	Pozicija	Momčad	Bodovi	Posjed lopte (%)	GF*	xGF	GF*-xGF	GA*	xGA	GA*-xGA
2011/12	1	Manchester City	89	55.7	91	81.5	9,5	28,0	31,0	-3,0
	2	Manchester United	89	55.8	87	75.4	11,6	31,0	36,2	-5,2
	3	Arsenal	70	57.6	74	72.9	1,1	44,0	37,8	6,2
	4	Tottenham Hotspur	69	55.6	66	66.1	-0,1	40,0	43,2	-3,2
2012/13	1	Manchester United	89	54.2	80	68.9	11,1	39,0	35,8	3,2
	2	Manchester City	78	56.0	64	70.1	-6,1	32,0	31,7	0,3
	3	Chelsea	75	53.2	71	62.3	8,7	37,0	38,9	-1,9
	4	Arsenal	73	55.2	69	64.2	4,8	37,0	38,1	-1,1
2013/2014	1	Manchester City	86	56.0	98	78.8	19,2	35,0	31,7	3,3
	2	Liverpool	84	53.9	97	75.0	22	45,0	40,5	4,5
	3	Chelsea	82	55.0	69	68.3	0,7	26,0	33,1	-7,1
	4	Arsenal	79	54.0	68	54.7	13,3	39,0	41,0	-2,0
2014/2015	1	Chelsea	87	54.7	72	63.5	8,5	31,0	35,9	-4,9
	2	Manchester City	79	56.9	82	77.6	4,4	35,0	39,1	-4,1
	3	Arsenal	75	54.7	69	65.1	3,9	35,0	34,4	0,6
	4	Manchester United	70	60.3	60	51.1	8,9	36,0	39,0	-3,0
2015/16	1	Leicester City	81	43.4	68	66.1	1,9	36,0	46,7	-10,7
	2	Arsenal	71	54.8	62	69.1	-7,1	34,0	35,5	-1,5
	3	Tottenham Hotspur	70	56.7	68	63.0	5	32,0	35,1	-3,1
	4	Manchester City	66	55.3	71	67.0	4	39,0	37,0	2,0

Tablica 1. Ključne statistike koje prikazuju ofenzivnu i defenzivnu učinkovitost najboljih ekipa Engleske Premier lige od sezone 2011/12 do sezone 2015/16

(izvor: Ruiz, et. al., 2017, str. 2)

Također, kada se pogleda KPI očekivana vrijednost golova (xGF u tablici 1) kao pokazatelj napadačke snage, nisu bili superiorni u odnosu na druge vodeće momčadi. Očekivani broj golova iznosio je 66 dok je stvarni broj postignutih golova bio 68 što se može smatrati prosječnom brojkom u ligi. Nadalje, uspoređujući napadačku efikasnost s osvajačima u

proteklih 5 sezona, razlika između postignutih i očekivanih golova od +2 je zanemariva u usporedbi s razlikama drugih klubova koje su se kretale od 9 do 20 golova (Ruiz, et. al., 2017, str. 1).

Ključni faktor opisanog uspjeha leži u iznimno efikasnoj obrani *Lisica*. Defanzivno nisu bili najbolji samo u toj sezoni, već su u navedenom pokazatelju dominirali u proteklih pet sezona. Iako su primili 36 golova, prema modelu očekivane vrijednosti golova trebali su primiti 46.5, to je razlika od impresivnih -10.7 golova prikazano u posljednjem stupcu tablice 1. Postoji nekoliko elemenata koja su zaslužna za ovu defenzivnu superiornost (Ruiz, et. al., 2017, str. 1-3).

Pozicija	Momčad	N	Primljeno	Obrane	xS	Obrane - xS
1	Watford	181	48	133	125	8.0
2	Leicester City	137	36	101	96.4	4.6
3	Arsenal	157	34	123	118.6	4.4
4	West Ham United	162	49	113	109.3	3.7
5	Manchester United	120	32	88	84.9	3.1

Tablica 2. Poredak 5 najefikasnijih momčadi s obzirom na učinak golmana

(prema: Ruiz, et. al., 2017, str. 3)

Tablica 2 prikazuje poredak najboljih 5 momčadi *Premier lige* na temelju razlike između uspješnih obrana i očekivanih obrana (xS). Stupac N prikazuje broj ukupnih udaraca upućenih prema голу (obranjeni udarci + primljeni golovi). Model xS se temelji na neuronskoj mreži koja je trenirana isključivo na primjerima udaraca na gol, za razliku od prije opisanog pokazatelja xG koji uključuje i udarce izvan gola. Razlika između broja stvarnih obrana i očekivanih obrana Leicesterovog golmana Kaspera Schmeichela iznosi 4.6 što potvrđuje značajni doprinos danskog čuvara mreže u osvajanju titule. Međutim, treba uzeti u obzir preostalih 6.1 golova, što ukazuje na izuzetno efektivnu defanzivnu strategiju momčadi iz Leicesterera (Ruiz, et. al., 2017, str. 3).

Momčad	Broj pokušaja suparnika	Primljeni golovi	Promašeno	Blokirano	Obranjeno	Van okvira gola
Prosjek lige	501.5	49.8	451.7	176.6 (39.1%)	111.4 (24.7%)	163.8 (36.3%)
Leicester City	532	36	496	225 (45.4%)	101 (20.4%)	170 (34.3%)
*Leicester City	532	36	496	194 (39.1%)	122 (24.7%)	180 (36.3%)

Tablica 3. Podjela ukupnog broja suparničkih pokušaja – Leicester City u odnosu na prosjek lige

(prema: Ruiz, et. al., 2017, str. 3)

Tablica 3 prikazuje ukupni broj udaraca na gol koji se dijeli na primljene golove i promašene udarce. Promašeni udarci dalje se dijele u tri kategorije: blokirani udarci, obranjeni udarci i udarci izvan okvira gola. Uspoređuju se udio promašenih udaraca Leicesterovih protivnika u svakoj kategoriji s prosječnim vrijednostima u ligi. Vidljivo je da je udio ukupno blokiranih udaraca kod momčadi Leicester Cityja 45,4%, što je za 6,3% više od prosjeka lige. Također, u trećem retku prikazana je hipotetska situacija u kojoj se prikazuje koje bi brojke Leicester ostvario da je udio navedenih kategorija jednak prosjeku lige. U tom slučaju Leicester bi imao 31 manje blokiranih udaraca, 21 više obranjenih udaraca i dodatnih 10 udaraca van okvira gola. Navedeno vrlo kvalitetno prikazuje iznimne obrambene napore igrača Lisica u poništavanju suparničkih prilika (Ruiz, et. al., 2017, str. 2).



Slika 9. Hintonov dijagram strategijskog učinka Leicester Cityja u sezoni 2015/16

(izvor: Ruiz, et. al., 2017, str. 4)

Slika 9 prikazuje Hintonov dijagram koji vizualizira strategijski učinak Leicestera. Intenzitet boje označava učinkovitost obrane kod specifične vrste nogometne akcije, svijetlocrvena boja označava nisku očekivanu vjerojatnost gola (xG), dok intenzivnija crvena označava veću očekivanu vrijednost gola (kazneni udarac označen je tamnocrvenom bojom). Veličina kvadrata predstavlja broj udaraca prema голу u usporedbi s maksimalnom vrijednosti lige za tu kategoriju. Stoga, kada je u pitanju obrana, Leicester se suočio s velikim brojem udaraca kreiranih iz kornera i prekida te izravnom igrom¹⁹, ali su se isto tako vrlo učinkovito branili od navedenih udaraca što potvrđuje svijetlocrvena boja na dijagramu. Opisana učinkovitost u situacijama u kojima su se suočili s najviše udaraca može objasniti dodatnih 6.1 golova očekivanih golova koje nisu primili (Ruiz, et. al., 2017, str. 4-6).

Kao što je već prije naznačeno, pokazatelji kao što su broj uklizavanja i broj oduzetih lopti često se koriste kao ocjena kvalitete izvedbe, iako pružaju vrlo ograničene informacije o taktičkoj izvedbi (Memmert i Raabe, 2018, str. 78). Stoga je ključno promatrati kako obrana prisiljava protivničku momčad u posjedu lopte da reagira. Strojno učenje kroz analizu podataka omogućuje procjenu težine određenog dodavanja. Ta procjena pruža uvid u to da li obrana vrši pritisak na igraču koji posjeduje loptu tako da pokuša izvesti teže dodavanje nego što je potrebno.

Nadalje, opisana procjena pomaže u prepoznavanju situacija u kojima obrana pretvara tranzicijske situacije niske vjerojatnosti u one visoke vjerojatnosti. Na primjer, u slučaju 50/50 šanse za osvajanje lopte u određenom scenariju, strateškom primjenom opisanih obrambenih taktika, obrana može povećati vjerojatnost u svoju korist te tako kreirati povoljnije situacije za vlastitu momčad. (Ruiz, et. al., 2017, str. 6).

¹⁹ izravna igra: dugo vertikalno dodavanje u smjeru napada

Pozicija	Igrač	Momčad	Pozicija igrača	Broj presječenih dodavanja (<80%)
1	Nicolas Otamendi	Manchester City	Obrambeni	6.15
2	Jamaal Lascelles	Newcastle United	Obrambeni	5.88
3	Christian Fuchs	Leicester City	Obrambeni	5.54
4	Jonny Evans	West Brom	Obrambeni	5.48
5	Ngolo Kante	Leicester City	Vezni	5.47
6	Dejan Lovren	Liverpool	Obrambeni	5.35
7	Younes Kaboul	Sunderland	Obrambeni	5.32
8	Chancel Mbemba	Newcastle United	Obrambeni	5.28
9	Ashley Williams	Swansea City	Obrambeni	5.27
10	Idrissa Gueye	Aston Villa	Vezni	5.26
11	Angel Rangel	Swansea City	Obrambeni	5.25
12	Danny Simpson	Leicester City	Obrambeni	5.21
13	Andrew Surman	Bournemouth	Vezni	5.19
14	James Tomkins	West Ham	Obrambeni	5.18
15	Erik Pieters	Stoke City	Obrambeni	5.14
16	Winston Reid	West Ham	Obrambeni	5.05
17	Yohan Cabaye	Crystal Palace	Vezni	5.00
18	Glenn Whelan	Stoke City	Vezni	5.00
19	Virgil Van Dijk	Southampton	Obrambeni	4.94
20	Kyle Walker	Tottenham Hotspur	Obrambeni	4.92

Tablica 4. 20 najboljih igrača lige u sezoni 2015/16 prema prekidanju teških dodavanja (minimalno 15 odigranih utakmica)

(prema: Ruiz, et. al., 2017, str. 6)

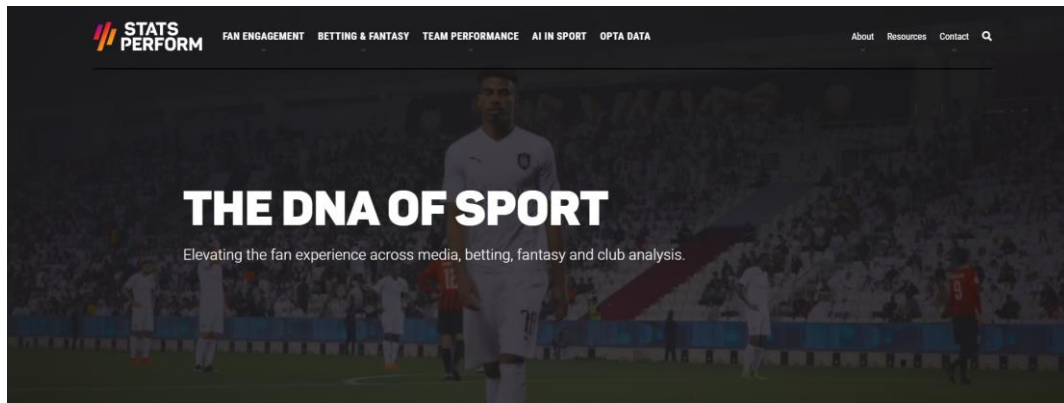
Tablica 4 prikazuje poredak 20 igrača koji su tijekom 2015/16 sezone presjekli najviše dodavanja koja su imala manje od 80% vjerojatnosti da budu presječena. Leicester City ima najviše predstavnika u navedenoj kategoriji u kompletnoj ligaškoj sezoni (3). Isto tako, N'Golo Kante koji je na petoj poziciji najbolje je plasirani veznjak lige. Nadalje, zanimljivo je uočiti kako su oba defenzivna bočna igrača *Lisica* uključeni na listi. Implementirajući ovaj obrambeni pristup, Leicester City je otežao suparničkim momčadima da prodiru kroz središnji dio obrane. Umjesto toga, strategija je prisilila protivnika da pokuša dodavanja iz širine, gdje su bočni igrači odigrali ključnu ulogu u presretanju tih dodavanja i povratu posjeda za svoju momčad (Ruiz, et. al., 2017, str. 1-6).

Još jedan važan faktor u osvajanju titule *Lisica* omogućila je iznimno kvalitetna regrutacija igrača. Leicester City nije među najvećim klubovima engleske lige, shodno tome nema ni budžet za pojačanja poput većih klubova. Profiliranjem igrača temeljenog na podatkovnoj analitici Leicester City je kroz godine regrutirao igrače koji su bili ključni za osvajanje titule. N'Golo Kante, Jamie Vardy i Riyad Mahrez najbolji su primjer odlične regrutacije igrača. Sva trojica spomenutih igrača završili su u najboljoj momčadi lige u navedenoj sezoni, dok je Riyad Mahrez ujedno osvojio bio proglašen i najboljim igračem sezone. Osim enormnog utjecaja u osvajanju prve titule engleskog prvaka u povijesti kluba, prodajom N'Gola Kantea i Riyada Mahreza klub je ostvario financijske dobitke. Leicester City je navedeni trojac kombinirano platio manje od 10 milijuna funti, a već su sljedeće sezone N'Golo Kante (32 milijuna funti) i Riyad Mahrez (61 milijuna funti) prodani uz značajni profit (Arora, 2023; Manrahan, 2016; Grez, 2016).

5. Analiza odabranih sportskih aplikacija temeljenih na tehnologijama velikih podataka

5.1. Stats Perform

Slika 10 prikazuje sučelje web stranice kompanije Stats Perform koje na vrlo praktičan način i vizualno pristupačan način olakšava navigaciju kroz samu web stranicu. Dostupni podaci sugeriraju da je kompanija osmislila raznolike aplikacije kako bi zadovoljila potrebe različitih skupina korisnika uključujući sportske organizacije, medije, kladionice te industriju *fantasy*²⁰ sportova. Opisana usredotočenost na različite korisničke skupine ukazuje na napor da se korisnicima aplikacija pružaju personalizirana iskustva koja odgovaraju njihovim potrebama.



Slika 10. Web stranica Stats Performa

(izvor: *Stats Perform*, 2023)

Stats Perform pruža proizvode i usluge za sportove kao što su nogomet, košarka, tenis, kriket i mnogi drugi. U ponudi se nalazi tridesetak proizvoda koji se mogu vrlo jednostavno filtrirati prema namjeni te prema vrsti sporta. Pružanjem podataka i uvida za različite sportove, Stats Perform omogućuje dionicima pristup relevantnim informacijama vezanima za specifični sport. Važno je napomenuti da nisu svi proizvodi dostupni za sve sportove. Tako je na primjer za najpopularniji sport na svijetu, nogomet, dostupno 25 proizvoda iznimne raznolikosti i dubine (pisani izvještaji o utakmicama i igračima, napredne statističke metrike, kontekstualne činjenice, vizualizacije i uvidi), dok su za manje popularne sportove poput badmintona dostupni samo osnovni proizvodi (povijesni podaci, temeljni podaci, različite grafike, proizvodi vezani za klađenje).

²⁰ *fantasy* sport: igra gdje korisnici sastavljaju virtualne timove pomoću stvarnih igrača te osvajaju bodove u igri na temelju izvedbe odabranih igrača u stvarnim sportskim događajima

Izvori podataka

Stats Perform je 2013. akvizirao *Opta sports*, kompaniju koja je zadužena za prikupljanje podataka u različitim sportskim disciplinama. Podaci se generiraju kombiniranjem ljudskog bilježenja, kompjutorske vizualizacije i upotrebom umjetne inteligencije. Zaposlenici Opte prolaze kroz trening koji je standardiziran po cijelom svijetu kako bi se omogućila što bolja kvaliteta podataka.

Opta Data feeds - omogućuju integraciju rezultata i rasporeda na web stranice ili aplikacije. Osnovna rješenja omogućuju klijentima integriranje rezultata i rasporeda na svoje web stranice ili aplikacije. S druge strane, klasična rješenja zadovoljavaju potrebu za statistikom individualnih igrača pružajući idealno rješenje za *fantasy* igre i srodne platforme. Za korisnike kojima su potrebna napredna rješenja uvode se rješenja koja omogućuju pristup širokom rasponu naprednih metrika.

Opta analytics - pruža naprednu sportsku analitiku za sportske medije i komentatore. Usluge omogućuju izradu informiranijih priča temeljenih na dubokoj analizi podataka s ciljem unaprjeđenja iskustva sportskih obožavatelja. Organizacija nudi napredne metrike temeljene na umjetnoj inteligenciji, koje su dostupne u različitim formatima kako bi zadovoljile raznolike potrebe. Klijenti imaju fleksibilnost u odabiru formata i načina primjene ovih naprednih metrika, ovisno o njihovim specifičnim potrebama. Pristup sveobuhvatnim statističkim uvidima i dubinskoj analizi sportskih podataka omogućuje klijentima da donose informirane odluke, razvijaju relevantne priče i osiguravaju interaktivno i obogaćeno iskustvo za svoje korisnike.

Opta predictions - koristi umjetnu inteligenciju za istraživanje novih načina prezentacije sportskog sadržaja i poboljšanje gledateljskog iskustva. Usluge tvrtke Stats Perform potiču dublju angažiranost publike putem više kanala, pružajući prediktivne uvide i poboljšavajući kvalitetu izvještavanja.

Opta Vision – alat, odnosno proces koji se odvija u 4 koraka. Prvo se prikupljaju pozicijski podaci, a nakon toga podaci o događajima. Zatim slijedi kombiniranje pozicijskih podataka igrača s podacima o događajima. Nakon integracije podaci se modeliraju pomoću umjetne inteligencije. Kombinirajući pozicijske podatke s podacima o događajima, stvara se povezani skup podataka koji ne samo da koristi profesionalnim timovima, već otvara i inovativne mogućnosti za medije da privuku publiku kroz razne obogaćene vizualizacije.

Slika 11 ilustrira kako Stats Perform može poboljšati učinak momčadi putem analize utakmica, optičkog praćenja, unaprjeđenja regrutacijskog procesa i optimizacije napora igrača. U nastavku će biti analizirane usluge koje Stats Perform pruža u kontekstu nogometa.



Slika 11. Usluge optimizacije izvedbe momčadi kompanije Stats Perform

(izvor: *Stats Perform*, 2023)

Analiza utakmica

Za analizu nogometnih performansi jedno od softverskih rješenja koje pruža Stats Perform je *Edge Analysis* koji koristi velike podatke i umjetnu inteligenciju kako bi pružilo napredne mogućnosti pripreme utakmice i evaluacije učinka nakon utakmice. Korištenjem pozicijskih podataka, podataka o događajima i videozapisa, softver omogućuje analitičarima da steknu dublje razumijevanje stilova igre momčadi, uloga igrača i dinamičkih promjena tijekom različitih faza igre. Putem ovog alata dobivenim uvidima mogu se donositi informirane strateške odluke u svrhu poboljšanja sportske izvedbe. U procesu pripreme utakmice, analitičari mogu koristiti softver za analizu ključnih aspekata stilova igre timova. Proučavanjem faktora kao što su kretanje igrača, raspodjela lopte i formacija momčadi, analitičari mogu uočiti prednosti, nedostatke i taktičke tendencije koje se mogu iskoristiti tijekom samog susreta. Osim toga, *Edge Analysis* olakšava evaluaciju nakon utakmice, omogućujući analitičarima da detaljno pregledaju i analiziraju učinak momčadi. Korištenjem prikupljenih podataka i videozapisa, analitičari mogu procijeniti učinkovitost različitih strategija, identificirati područja za poboljšanje i pružiti vrijedne povratne informacije trenerima i igračima. Također, postoje ostala rješenja za analizu nogometnih utakmica koja pružaju podršku u donošenju odluka u stvarnom vremenu, omogućuju prepoznavanje različitih igračkih stilova te stvaraju dugoročna analitička rješenja temeljena na ključnim pokazateljima izvedbe specifičnim za svaki klub.

Optičko praćenje

SportVU je sustav praćenja igrača koji pruža cjeloviti skup statistika o performansama putem ekstrakcije i obrade koordinata igrača i lopte koristeći napredni softver i algoritme. Napredna

tehnologija, kao što su kamere visoke rezolucije, koristi se za snimanje visokokvalitetnih slika u kompleksnim situacijama. Kamere ne samo da pružaju detaljne vizualne informacije, već također neprekidno prate kretanje igrača i lopte. Prikupljeni podaci o praćenju sinkroniziraju se s podacima o događajima, što rezultira sveobuhvatnim prikazom cijele utakmice. Takvi detaljni uvidi pomažu u razvoju taktike za utakmice. Kontinuiranim praćenjem kretanja svakog igrača na terenu, *SportVU* sustav skuplja značajan obujam podataka koji, kada se analiziraju, pružaju dragocjene uvide za unapređenje performansi i tjelesne pripreme sportaša. *SportVU* uključuju podatke o posjedu lopte, prijeđenoj udaljenosti, brzini igre, formacijama timova i druge relevantne mjere. Sustav poboljšava razumijevanje ponašanja igrača i dinamike momčadi, omogućujući analitičarima dublje uvide u različite aspekte igre. Iskorištavanjem opisanih podataka o praćenju igrača, analitičari mogu otkriti obrasce i korelacije koje pridonose cjelovitoj evaluaciji pojedinačnih igrača i momčadi. Uvidi koje pruža *SportVU* olakšavaju donošenje odluka temeljenih na dokazima, strateško planiranje i optimizaciju performansi.

Menadžment sportaša

Najnovija generacija nosive tehnologije, razvijena od strane tvrtke Stats Perform, pruža klubovima napredno rješenje za učinkovito upravljanje opterećenjem igrača tijekom treninga i utakmica. Ova tehnologija omogućuje precizno mjerenje i praćenje ključnih pokazatelja performansi povezanih s opterećenjem igrača. Istaknuta značajka ovog nosivog sustava je sposobnost pružanja sveobuhvatnih izvješća u stvarnom vremenu. Tijekom trajanja aktivnosti, detaljni izvještaji se generiraju za svakog igrača, osiguravajući da su važni uvidi dostupni čim igrač napuste teren. S širokim pokrivanjem od 360 stupnjeva i impresivnim dometom do 200 metara, nosivi sustav nudi iznimnu fleksibilnost za prilagodbu različitim potrebama korisnika. To osigurava klubovima učinkovito praćenje performansi i upravljanje opterećenjem igrača. Sveukupno, usluge koje pruža najnovija generacija nosive tehnologije tvrtke Stats Perform omogućuju klubovima inteligentno upravljanje opterećenjem igrača i optimizaciju performansi. Iskorištavanjem podataka visoke raznolikosti i izvještavanjem u stvarnom vremenu, ovaj nosivi sustav poboljšava sposobnost klubova da donose informirane odluke i prilagođavaju trening programe individualnim potrebama igrača.

Regrutacija

Stats Perform nudi usluge regrutiranja igrača koje se oslanjaju na ogromnu globalnu bazu podataka koja obuhvaća 730.000 igrača iz 250 natjecanja. Ova sveobuhvatna baza podataka pruža profesionalnim timovima vrijedne informacije koje mogu umanjiti rizike, olakšati identifikaciju talenata i podržati donošenje odluka tijekom procesa regrutacije. Opisana pokrivenost osigurava da timovi imaju pristup relevantnim i ažurnim informacijama prilikom procjene potencijalnih pojačanja. Osim kratkoročnih procjena, usluge Stats Performa omogućuju dugoročnu analizu performansi potencijalnih igrača u usporedbi s ključnim ciljevima zainteresiranih strana. Napredne metrike se koriste za objektivno mjerenje i usporedbu performansi potencijalnih igrača s ključnim pokazateljima izvedbe pojedinog kluba. Ovaj pristup temeljen na podacima omogućuje timovima donošenje informiranih odluka temeljenih na mjerljivim pokazateljima. Iskorištavanjem bogate baze podataka, naprednih metrika i sveobuhvatnih alata za izviđanje, usluge regrutiranja igrača Stats Perform-a pridonose poboljšanju procesa regrutacije za profesionalne timove.

Ostale usluge

Stats Perform igra ključnu ulogu u zaštiti integriteta sporta putem diskretnog i suradničkog odnosa s dionicima sportske industrije. Njihov jedinstveni pristup upravljanju rizikom namještanja utakmica obuhvaća široki spektar usluga, uključujući praćenje kladioničarskog tržišta, edukaciju dionika, analizu performansi, globalno prikupljanje informacija u svrhu identifikacije rizika integriteta te nadziranje velikih sportskih događaja. Spajanjem ovih elemenata, Stats Perform pruža uravnoteženo i učinkovito rješenje za rješavanje izazova integriteta s kojima se suočavaju sportovi na svim razinama. Ovaj holistički pristup simbolizira njihovu predanost očuvanju integriteta sporta i osiguravanju poštenog natjecanja. Stats Perform također veliku važnost pridaje umjetnoj inteligenciji u sportu. Personaliziraju iskustvo navijača, generiranjem pisanog i video sadržaja temeljenog na individualnih preferencijama korisnika. Opisane usluge tvrtke Stats Perform omogućuju sportskim medijskim kućama da prevladaju izazove s kojima se suočavaju u ispunjavanju raznolikih potreba suvremenih ljubitelja sporta. Kombiniranjem automatizacije sadržaja, personalizacije, relevantnih preporuka i inovativnog pripovijedanja, omogućuju medijskim organizacijama da privuku i zadrže publiku u izrazito konkurentnom okruženju sportskih medija. Osim opisanih usluga Stats Perform nudi usluge vezane za *fantasy* sportove i kladioničarsku industriju. Kompanija pruža vrhunske statističke i analitičke podatke za *fantasy* sportove. Te usluge omogućuju platformama i tvrtkama koje upravljaju *fantasy* igrama da imaju pristup bogatom

izvoru podataka i analitici vezanoj za stvarne sportaše. Stats Perform pruža različite usluge vezane za kladionice kako bi im omogućio pristup visokokvalitetnim sportskim podacima, analitici i tehnologiji koja pomaže kladionicama u donošenju informiranih odluka i unaprjeđivanju korisničkog iskustva. Usluge poput pružanja statistika, praćenja događaja uživo, sportske analitike, osiguravanje integriteta pružaju kladionicama konkurentске prednosti na tržištu, omogućujući im bolje razumijevanje sportskih događaja, veću preciznost pri postavljanju kvota i pružanje boljeg iskustva kladioničarima (*Stats Perform, 2023*).

5.2. Catapult Sports

Catapult je osnovan u Melbourneu 2006. godine. Razvili su nosive tehnologije s ciljem rješavanja osnovnih pitanja u sportskoj izvedbi. Taj cilj ostaje u fokusu njihovog rada, a tvrtka se razvila u globalnog lidera u sportskoj tehnologiji s ponudom rješenja za svaki aspekt sportskog sustava, uključujući nosive tehnologije, praćenje i regrutaciju sportaša te analizu videozapisa.



Slika 12. Početni zaslon web stranice Catapult Sport-a

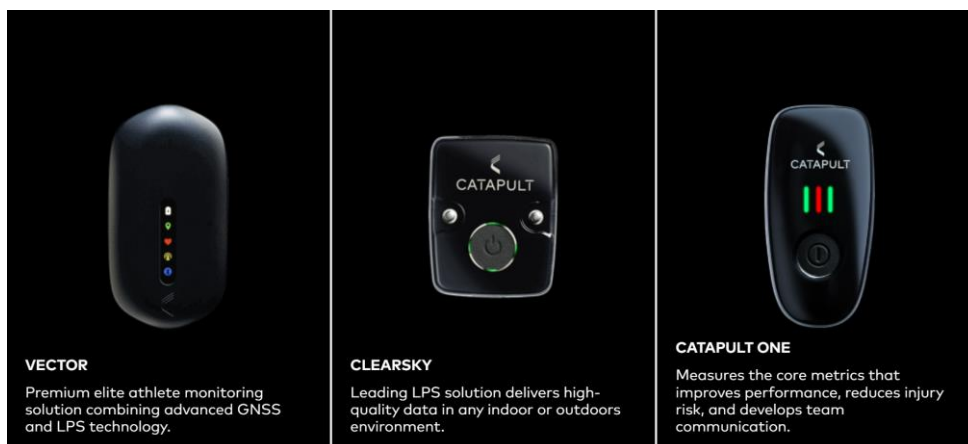
(izvor: *Catapult, 2023*)

Slika 12 prikazuje početni zaslon web stranice Catapult Sportsa. Na početnom zaslonu njihove web stranice, prikazuju se ponuda glavnih rješenja i sportovi koje pokrivaju usluge kompanije. Korisnici mogu birati između različitih rješenja ovisno o njihovim specifičnim potrebama i zahtjevima. Ova raznolikost rješenja obuhvaća podršku za različite vrste sportova, pružajući korisnicima širok spektar mogućnosti prilagođenih njihovim sportskim aktivnostima. Klikom na značajku *solutions* (rješenja) otvara se padajući izbornik koji prikazuje glavne kategorije rješenja koje su dostupne putem stranice. Ove kategorije

obuhvaćaju nosivu tehnologiju, video analizu, analizu utrke, regrutaciju sportaša, menadžment sportaša i licenciranje sadržaja. U nastavku će biti prikazana različita rješenja koja Catapult pruža svojim korisnicima.

Nosiva tehnologija

Catapult pruža nekoliko vrsti nosive tehnologije koje imaju tri glavne svrhe. Prvo, kompanija nudi rješenja za optimizaciju performansi. Ove usluge usmjerene su na pomoć sportašima u pripremi za zahtjeve natjecanja putem učinkovitog upravljanja opterećenjem i pažljivog praćenja razvoja sportaša. Nadalje, Catapult je također usmjeren na smanjenje rizika od sportskih ozljeda. Putem optimizacije programa treninga i detaljnog praćenja opterećenja sportaša, pružaju dragocjene uvide za postizanje optimalne ravnoteže između poticanja sportaša da dosegnu svoje granice izdržljivosti i minimiziranja ozljeda uzrokovanih prevelikim naporom. Pružaju objektivno upravljanje rehabilitacijskim procesom implementiranjem mjerenja performansi i čvrstih protokola za povratak na teren.



Slika 13. Glavne kategorije nosive tehnologije Catapult-a

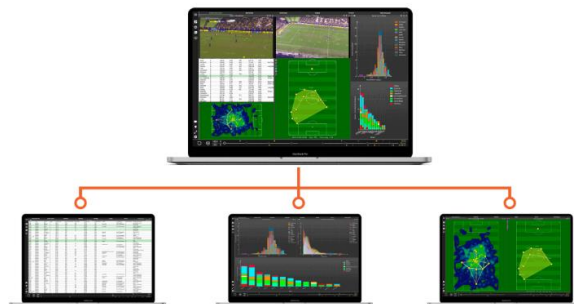
(izvor: *Catapult*, 2023)

Slika 13 prikazuje glavne kategorije nosive tehnologije kompanije Catapult Sports. Odabirom jedne od mogućih opcija prikazuje se detaljni opis proizvoda i mogućnosti njegove primjene. Osim opisa usluga koje pruža pojedini proizvod stranica nudi i članke koji opisuju iskustva korisnika odabranog proizvoda. Također se prikazuju detaljne specifikacije svakog proizvoda kao što su dimenzije, masa, kompatibilni softveri, broj uređaja, trajanje baterije, certifikati i slično.

Analiza učinka

Kompanija pruža usluge koje omogućavaju interpretaciju uvida o performansama putem filtriranja, kvantifikacije i pregleda specifičnih metrika sportaša u vezi s videozapisima i podacima o događajima. Opisano rješenje omogućava kvantifikaciju fizičkih napora sportaša povezivanjem istih s svakim događajem, fazom i stanjem igre. Analizom rezultata performansi u odnosu na fizičke napore, platforma olakšava identifikaciju obrazaca. Ova analiza korelacije pruža vrijedne uvide u odnos učinka i fizičkih metrika. Osim toga, korištenje podataka o maksimalnom intenzitetu pomaže u informiranju o fizičkim zahtjevima potrebnim za izvršenje taktičkih planova. Iskorištavanjem ovih podataka, timovi i sportaši mogu dublje razumjeti fizičke zahtjeve potrebne za učinkovitu primjenu svojih taktika. Nadalje, upotrebom nosivih GPS uređaja, sportskim organizacijama pružaju se uvidi u pozicijske podatke igrača. Korisnici mogu jednostavno pregledati pozicijske podatke svoje ekipe na prikazu dvodimenzionalnog terena, što pruža sveobuhvatan vizualni pregled bez upotrebe optičkih sustava. Primjenom vizualizacija korisnici mogu dobiti dublje uvide u oblik ekipe, dimenzije i druge relevantne čimbenike koji doprinose ukupnoj izvedbi. Osim toga, platforma omogućava temeljitu analizu kretanja igrača, njihovih pozicije i razmaka tijekom utakmice, bez obzira na lokaciju terena. Ova sposobnost pruža vrijedne uvide u pojedinačne performanse igrača i kolektivnu dinamiku ekipe.

Catapult također pruža usluge koje omogućavaju integraciju podataka kao što je prikazano na slici 14, što organizacijama omogućava uštedu vremena i učinkovitu komunikaciju kroz cijelu strukturu. Povezivanjem podataka, videozapisa i uvida, ove usluge stvaraju povezani sustav koji poboljšava analizu performansi. Korištenjem alata temeljenih na umjetnoj inteligenciji i povezanih podataka, korisnici mogu iskoristiti nove uvide kako bi unaprijedili strategije i programe obuke. Ovaj sveobuhvatan pristup olakšava donošenje odluka temeljenih na činjenicama i omogućava organizacijama da se prilagode i optimiziraju svoje pristupe na temelju najnovijih uvida o performansama.



Slika 14. Prikaz integracije različitih vrsta podataka unutar aplikacije

(izvor: *Catapult*, 2023)

Menadžment sportaša

Tvrtka nudi usluge koje omogućuju brže prikupljanje povratnih informacija putem njihove mobilne aplikacije. Ovaj učinkovit pristup omogućava izravno prikupljanje povratnih informacija od sportaša, eliminirajući nepotrebne posrednike i olakšavajući izravan i pravovremen povratni ciklus. Iskorištavanjem mobilne aplikacije, sportaši mogu pružiti povratne informacije na praktičan i učinkovit način. Usluge tvrtke imaju za cilj poboljšanje usklađenosti kroz implementaciju upozorenja koja osiguravaju pravovremeno i dosljedno prikupljanje povratnih informacija. Ova upozorenja služe kao podsjetnici i poticaji, pomažući povećanju stope usklađenosti i osiguravajući ažurno prikupljanje povratnih informacija. Pružanjem intuitivnih nadzornih ploča i snažnih mogućnosti analize, tvrtka omogućava korisnicima donošenje informiranih odluka čim podaci stignu, maksimizirajući vrijednost i utjecaj prikupljenih povratnih informacija.

Jednako tako, Catapult Sports pruža usluge koje kombiniraju objektivne i subjektivne podatke putem integracije nosive tehnologije. Ova integracija omogućuje izravno prikupljanje podataka putem prilagođenih obrazaca, pružajući jednostavniju i sigurniju metodu za konsolidaciju svih važnih internih i eksternih podataka o opterećenju na jednom mjestu, kako bi se donosile informiranije odluke. Iskorištavanjem nosive tehnologije, tvrtka olakšava prikupljanje objektivnih podataka, poput mjerenja fizičke izvedbe, fizioloških mjerenja i drugih kvantitativnih informacija. Ti objektivni podaci pružaju vrijedne uvide u performanse sportaša, opterećenje koje podnose i cjelokupno blagostanje. Također, tvrtka prepoznaje važnost subjektivnih podataka, uključujući dojmove sportaša, samoprijavljene informacije i kvalitativne povratne informacije. Integracijom subjektivnih podataka prikupljenih putem prilagođenih obrazaca, platforma omogućuje sveobuhvatan uvid u iskustva, motivaciju i psihosocijalne čimbenike sportaša koji pridonose njihovom učinku. Centralizacijom svih relevantnih podataka o opterećenju, dionici mogu pristupiti i analizirati informacije kako bi donosili informiranije odluke. Ovaj sveobuhvatan pristup promovira donošenje odluka temeljenih na činjenicama, optimizaciju programa treninga i poboljšanje cjelokupne izvedbe (*Catapult, 2023*).

5.3. Strukturirana usporedba sportskih aplikacija

5.3.1. Prednosti analiziranih sportskih aplikacija

Stats Perform	Catapult Sports
<ul style="list-style-type: none">• široka pokrivenost sportskih disciplina• vlastito prikupljanje podataka• napredna tehnologija i analitika• usluge prilagođene svim dionicima sportske industrije• globalna pokrivenost i snažna partnerstva	<ul style="list-style-type: none">• napredna tehnologija praćenja• analitička rješenja temeljena na podacima• široka pokrivenost sportskih disciplina• globalna pokrivenost i snažna partnerstva• visoka sigurnost podataka• edukacija korisnika

Tablica 5. Prednosti Stats Performa i Catapult Sportsa

Tablica 5 prikazuje glavne prednosti kompanija Stats Perform i Catapult Sports. Stats Perform pruža široki spektar usluga vezanih za sportske podatke poput detaljnih statistika individualnih igrača, timova, rezultate utakmica i povijesne podatke. Koriste se suvremenom tehnologijom poput visokokvalitetnih kamera, napredne nosive tehnologije, strojnim učenjem i umjetnom inteligencijom kako bi prikupili, procesirali i analizirali podatke. Upotrebom opisanih tehnologija unapređuju svoje proizvode i usluge pružajući točne informacije svojim klijentima.

Prednost kompanije je da sami prikupljaju svoje podatke te su tako podaci svih proizvoda i usluga jednaki kod svih klijenata zbog standardizacije treninga zaposlenika koji su zaduženi za prikupljanje podataka osiguravajući efikasniju integraciju i točniju analizu podataka. Nadalje, pružaju usluge napredne analitike pomoću kojih generiraju vrijedne uvide pomoću prikupljenih podataka čime omogućuju donošenje informiranih odluka temeljenih na podacima, unapređenje performansi i ostvarivanje konkurentske prednosti. Shodno tome, pružaju mnoga rješenja koja su prilagođena mnogim dionicima sportske industrije poput navijača, sportskih organizacija, medijskih subjekata, igrača *fantasy* sportova i kladioničara. Primarno, glavna zadaća kompanije je unaprijediti učinak profesionalnih momčadi.

Unapređenje učinka momčadi ostvaruju pomoću detaljne analize utakmica, optičkim praćenjem igrača pomoću visokorezolucijskih kamera 4K, optimizacijom napora i promatranjem sportaša te generiranjem vrijednih uvida koji pomažu kod regrutacijskog procesa. Osim unapređenja učinka momčadi, kompanija nudi usluge koje se temelje na umjetnoj inteligenciji i prediktivnoj analitici, time se pružaju usluge koje zadovoljavaju potrebe ne samo sportskih organizacija već i ostalih poput medijskih firmi koje prenose sportski sadržaj i traže načine za bolju angažiranost gledatelja, kladioničarskim tvrtkama kojima pomažu u određivanju koeficijenata te samim kladioničarima kojima pomažu u kladenju. Nadalje, kompanija pruža usluge očuvanja integriteta kao što su analiza izvedbe, kontrola kladioničarskog tržišta i nadgledanje velikih sportskih događaja. Također, omogućuju bolje upoznavanje svojih proizvoda putem studija slučaja i videozapisa koji prikazuju procese pojedinih proizvoda.

Konačno, još jedna prednost je globalna pokrivenost kompanije koja uključuje 3900 natjecanja diljem svijeta, preko 500 000 utakmica godišnje generirajući više od 1 milijarde podatkovnih jedinica. Imaju uspostavljeni odnos s industrijskim gigantima poput Google-a, LaLige, Serie A, SkySports-a i drugih.

Catapult Sports nudi visokotehnološke nosive uređaje i tehnologiju praćenja koji pružaju podatke u stvarnom vremenu o sportskoj izvedbi sportaša, uključujući mjerenja kao što su brzina, ubrzanje i prijeđena udaljenost. Nadalje, kompanija pruža analitička rješenja temeljena na podacima koja omogućuju trenerima, sportašima i ostalim zainteresiranim subjektima pristup i analizu podataka o performansama, omogućujući donošenje informiranih odluka, identifikaciju područja za napredak i optimizaciju trenažnog procesa. Praćenjem opterećenja sportaša, obrazaca kretanja i razine umora Catapultova tehnologija može pomoći u identifikaciji prevelikog napora koji može povećati rizik od ozljede i time omogućava proaktivno djelovanje za smanjenje vjerojatnosti ozljeda.

Također, Catapultova prednost je široka pokrivenost sportskih disciplina. Catapult surađuje s timovima i organizacijama u raznim sportovima i ligama diljem svijeta, pružajući globalnu perspektivu i omogućujući usporedbu na različitim razinama natjecanja. Prema navodima službene stranice pružaju usluge u više od 40 sportova u više od 128 država svijeta surađujući s preko 3800 momčadi. Pružanjem rješenja za različite sportove i različite veličine timova omogućava se prilagodba sustava praćenja i analitike prema specifičnim potrebama i zahtjevima. Nadalje, Catapult pruža rješenja koja pomažu u regrutaciji igrača i *skauting* procesu. Identificirajući snage i slabosti pomažu usmjeriti trenažni proces igrača kako bi

ostvarili svoj puni potencijal te isto tako pomažu timovima da odaberu igrače koji odgovaraju njihovim specifičnim zahtjevima. Također, poštivanjem regulatornih pravila zaštite podataka prednost Catapultovih proizvoda je visoka sigurnost podataka. Primjerice, aplikacija Catapult Form koja je usmjerena na nadzor sportaša, vodi računa o sigurnosti korisničkih informacija te osigurava da procesi obrade podataka udovoljavaju zahtjevima GDPR²¹ i HIPAA²² usklađenosti. Implementacijom snažnih sigurnosnih mjera i protokola, platforma osigurava zaštitu i obradu korisničkih podataka u skladu s relevantnim propisima o zaštiti podataka. *Cloud* bazirana arhitektura platforme smanjuje rizik od gubitka podataka te osigurava kontinuitet podataka. Održavanjem usklađenosti s relevantnim propisima o zaštiti podataka, platforma osigurava privatnost i integritet korisničkih podataka, pružajući povjerenje u sigurno i odgovorno postupanje s podacima.

Konačno, još jedna od prednosti kompanije su Catapultovi programi obuke namijenjeni educiranju korisnika o pravilnoj uporabi njihovih nosivih uređaja, tehnologije praćenja i analitičke platforme. Ti programi mogu uključivati obuku na licu mjesta, *webinare*, edukativne videozapise, dokumentaciju i posebne kanale podrške. Obuka ima cilj osigurati da korisnici temeljito razumiju značajke, funkcionalnosti i najbolje prakse za uključivanje Catapultovih proizvoda u njihove radne tokove treninga i analize performansi.

5.3.2. Nedostaci odabranih sportskih aplikacija

Stats Perform	Catapult Sports
<ul style="list-style-type: none"> • sigurnost podataka • visoka cijena usluga • kompleksnost implementacije 	<ul style="list-style-type: none"> • ovisnost o podacima vanjskih izvora • problemi s integracijom tehnologija • kompleksnost implementacije

Tablica 6. Nedostaci Stats Performa i Catapult Sportsa

Tablica 6 prikazuje potencijalne nedostatke kompanija Stats Perform i Catapult Sports. Iako ima mnogo pozitivnih strana kompanija Stats Perform ima potencijalne nedostatke.

²¹ GDPR: General Data Protection Regulation

²² HIPAA: Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996

Prvo, ne pružaju nikakve informacije o mjerama zaštite privatnosti podataka, uzimajući u obzir ekstenzivno prikupljanje podataka i detaljnu analizu postoje potencijalne opasnosti od zloupotrebe podataka od strane kompanije ili neovlaštenog pristupa podacima. Usluge Stats Performa temelje se na podacima koje prikupljaju samostalno pa tako pogreške pri prikupljanju podataka ili nekonzistentni podaci mogu negativno utjecati na odluke koje donose klijenti.

Također, službena web stranica ne pruža nikakve podatke o cijenama svojih proizvoda, uzimajući u obzir naprednu tehnologiju i usluge koje se temelje na naprednim analizama za koje su potrebni podatkovni znanstvenici može se zaključiti da su cijene usluga visoke. Stats Perform zapošljava tim stručnjaka u području znanosti o podacima, sportske analitike i tehnologije. Troškovi zapošljavanja i zadržavanja vještih stručnjaka, kao i stalni napor u istraživanju i razvoju, mogu utjecati na cijene njihovih usluga. Stats Perform koristi napredne tehnike analitike, algoritme strojnog učenja i najnoviju tehnologiju kako bi izvukao značajne uvide iz podataka. Razvoj i održavanje takvih sofisticiranih sustava često zahtijevaju značajna ulaganja, što se može odraziti na cijenu njihovih usluga.

Uz to posluju s profesionalnim timovima i ne pružaju nikakve podatke za amaterske timove što je još jedan pokazatelj potencijalno visokih cijena. Nadalje, rješenja tvrtke Stats Perform mogu biti složena za implementaciju i učinkovito korištenje. Napredna analitika i tehnologija koju koriste zahtijevaju od korisnika određenu razinu stručnosti, što može predstavljati izazov za organizacije s manje tehnološkog znanja i iskustva.

Catapultova rješenja uglavnom se usredotočuju na prikupljanje podataka vezanih za kretanje i fizičku izvedbu sportaša putem nosivih uređaja i tehnologije praćenja. Ti podaci se potom obrađuju i analiziraju kako bi se pružili uvidi u individualnu izvedbu i optimizirale strategije treninga. Iako Catapultova rješenja pružaju vrijedne informacije o samim sportašima, obično ne pružaju podatke o događajima utakmica. Nedostatak ovog pristupa je ovisnost o vanjskim izvorima podataka kako bi klijenti dobili uvid u kompletni sportski događaj. Kako bi pristupili podacima o događajima, poput specifičnih akcija, rezultata ili ishoda tijekom utakmice ili natjecanja, organizacije koje koriste proizvode Catapult Sports moraju se osloniti na integraciju svojih podataka o praćenju sportaša s podacima o događajima dobivenim od vanjskih pružatelja, što posljedično povećava troškove korištenja proizvoda.

Potencijalni nedostatak Catapult Sportsa su problemi integracije. Integracija Catapultove tehnologije s postojećim sustavima ili radnim procesima može biti složena, a mogu se pojaviti pitanja kompatibilnosti usprkos edukacijskim programima koje pruža kompanija. Potrebno je

adekvatno planiranje i resursi kako bi se osigurala besprijeekorna integracija. Implementacija i učinkovito korištenje Catapultove tehnologije zahtijeva tehnološko znanje i resurse. Timovi ili pojedinci bez dovoljnog znanja ili podrške mogu imati poteškoće u potpunom iskorištavanju mogućnosti sustava.

5.3.3. SWOT analiza odabranih sportskih aplikacija

5.3.3.1. SWOT analiza Stats Performa



Slika 15. SWOT analiza Stats Performa

Snage

Slika 15 prikazuje SWOT analizu kompanije Stats Perform. Jedna od ključnih snaga kompanije je opsežno prikupljanje podataka poput statistika igrača i timova, povijesnih podataka, pozicijskih podataka i ostalih. Stats Perform je uspio izgraditi infrastrukturu za prikupljanje podataka koja obuhvaća širok spektar sportova, uključujući nogomet, košarku, bejzbol i mnoge druge. Opsežno prikupljanje podataka omogućuje Stats Performu da pruži visoko kvalitetne usluge i proizvode korisnicima. Ovi podaci omogućuju sportskim stručnjacima da dobiju dublje uvide o igri i igračima, što im pomaže u donošenju informiranih odluka i poboljšanju njihovog učinka. Stats Perform omogućuje korisnicima pristup sveobuhvatnom skupu informacija koje mogu koristiti za stvaranje konkurentske prednosti.

Druga snaga Stats Performa jest visokokvalitetna analiza podataka. Prikupljeni podaci ne bi imali puno značaja ako ne bi bili pravilno analizirani i interpretirani. Stats Perform se ističe po stručnosti i ekspertizi u analizi sportskih podataka, što je ključno za pružanje relevantnih i korisnih informacija korisnicima. Kroz napredne analitičke modele, Stats Perform omogućuje korisnicima da dobiju dublje uvide u sportske performanse, identificiraju uzorke i trendove te donose bolje odluke. Njihova sposobnost da na temelju prikupljenih podataka generiraju relevantne statistike, vizualizacije i izvještaje pruža vrijedan alat korisnicima za analizu i interpretaciju sportskih podataka.

Treća snaga Stats Performa jest njihova sposobnost pružanja personaliziranih rješenja i usluga. Osim velike pokrivenosti različitih sportova, Stats Perform se ističe svojim uslugama koje nisu ograničene samo na sportske organizacije. Kompanija pruža sveobuhvatne usluge koje su relevantne za medijsku i kladioničarsku industriju kao i za platforme *fantasy* sportova. Korištenjem umjetne inteligencije pružaju rješenja koja su prilagođena potrebama korisnika. Isto tako, pružaju usluge očuvanja integriteta u sportskoj industriji. Te usluge se odnose na detekciju namještanja utakmica kao i nadziranje velikih sportskih događaja.

Konačno, snaga Stats Performa leži u snažnim partnerstvima uspostavljenim u sportskoj industriji koja se protežu na globalnoj razini. Uspostavili su partnerstva s nekima od najvećih organizacija u raznim industrijama kao što su: LaLiga, Google, SkySports, Bet365 i mnogi drugi.

Slabosti

Prva slabost Stats Performa odnosi se na visoku cijenu proizvoda. Iako o nema javno dostupnih podataka o cijenama proizvoda, pretpostavka je da su cijene visoke jer kompanija nudi napredne tehnološke usluge i vrhunske analitičke alate. Takve specijalizirane usluge često zahtijevaju značajna ulaganja u istraživanje, razvoj i održavanje, što se može odraziti na konačnu cijenu proizvoda ili usluga. Isto tako, pretpostavka je da je pristup naprednim sportskim podacima i resursima skup, što može utjecati na cijene njihovih usluga.

Druga slabost Stats Performa je povezana s implementacijom njihovih tehnologija. Iako Stats Perform pruža napredne tehnološke alate i rješenja, implementacija tih tehnologija može predstavljati izazov za klijente. Složenost integracije s postojećim sustavima, potreba za obukom osoblja i prilagodbom poslovnih procesa mogu zahtijevati značajne napore i resurse. Kompanija ne pruža usluge edukacije klijenata pa tako problemi implementacije mogu produljiti vrijeme potrebno za iskoristiti prednosti Stats Performovih rješenja, što može biti izazovno za klijente i utjecati na njihovo zadovoljstvo uslugama.

Prilike

Rastuća potražnja za analitikom u sportskoj industriji predstavlja potencijalnu priliku za kompaniju Stats Perform. Kompanija već posjeduje potrebnu infrastrukturu za prikupljanje i analizu podataka pomoću kojih pruža visokokvalitetne usluge.

Razvoj novih tehnologija poput umjetne inteligencije, strojnog učenja i virtualne stvarnosti otvara nove mogućnosti za inovacije u području sportske analize. Stats Perform može iskoristiti ove tehnologije kako bi poboljšao svoje analitičke modele, pružio napredne vizualizacije podataka, unaprijedio praćenje igre i kreirao nove načine za interaktivno sportsko iskustvo. Korištenje ovih tehnologija može dati Stats Performu dodatnu konkurentsku prednost i privući nove klijente.

Stats Perform ima priliku proširiti svoje djelovanje na nove sportove ili proširiti spektar usluga za sportove koje već pokriva. S obzirom na rastući interes za različite sportove diljem svijeta, proširenje portfelja usluga može otvoriti nove tržišne segmente i povećati prisutnost kompanije. Osim toga, Stats Perform može istražiti nove načine prikupljanja podataka i pružanja analitičkih usluga kako bi odgovorili na specifične potrebe različitih sportova i njihovih dionika. Isto tako mogu dodati edukaciju klijenata u svoje usluge kako bi olakšali implementaciju svojih usluga.

Prijetnje

Sportska analitika je dinamično i rastuće područje, što dovodi do sve veće konkurencije među kompanijama koje pružaju slične usluge. Konkurencija može dovesti do pritiska na cijene usluga, inovacijskog tempa i zadržavanja postojećih korisnika. Stoga, Stats Perform mora kontinuirano poboljšavati svoje usluge, razvijati nove funkcionalnosti i zadržavati visoku razinu kvalitete kako bi se izdvojio i održao svoju konkurentsku prednost.

Brzi napredak tehnologije može dovesti do tehnološke disrupcije u industriji sportske analitike. Uvođenje novih tehnologija može otvoriti vrata novim konkurentima ili promijeniti preferencije korisnika, što može utjecati na položaj Stats Performa na tržištu. Shodno tome, Stats Perform mora pratiti tehnološke trendove i inovacije te prilagoditi svoje proizvode kako bi nastavio biti konkurentan u promjenjivom okruženju.

Sportska industrija podliježe različitim regulativnim pravilima i propisima, uključujući zaštitu privatnosti podataka, pravila sportskog klađenja i intelektualnog vlasništva. Promjene u regulatornom okviru mogu utjecati na način na koji Stats Perform prikuplja, koristi i dijeli sportske podatke. Nova pravila ili ograničenja mogu zahtijevati prilagodbe u poslovnim praksama Stats Performa, što može predstavljati izazov. Stoga, kompanija mora pažljivo

pratiti regulativno okruženje i prilagođavati svoje operacije kako bi se pridržavala svih relevantnih propisa i ostala usklađena s regulativnim zahtjevima.

Još jedna prijetnja Stats Performa odnosi se na pitanje privatnosti podataka. Kao kompanija koja prikuplja velike količine podataka o sportovima i igračima, Stats Perform se suočava s izazovima vezanim uz zaštitu privatnosti. Prikupljanje, pohrana i obrada osjetljivih podataka zahtijevaju stroge mjere sigurnosti kako bi se osiguralo da se podaci koriste samo u skladu s relevantnim zakonima i propisima. Nepravilnosti u rukovanju privatnim podacima ili kibernetički napadi mogu izazvati negativne posljedice.

Konačno, nepovoljni ekonomski događaji, kao što su pandemija ili ekonomska kriza, predstavljaju potencijalnu prijetnju za organizaciju Stats Perform. U takvim okolnostima, kompanija bi se suočila s izazovima koji mogu ozbiljno utjecati na njihovu financijsku stabilnost, poslovnu uspješnost i općenito dugoročnu održivost.

5.3.3.2. SWOT analiza Catapult Sportsa



Slika 16. SWOT analiza Catapult Sportsa

Snage

Slika 16 prikazuje SWOT analizu kompanije Catapult Sports. Kompanija iskazuje nekoliko značajnih snaga koje je postigla zahvaljujući svom kontinuiranom angažmanu u sportskoj industriji.

Prva snaga je ujedno i temeljni proizvod kompanije, napredna nosiva tehnologija koju Catapult Sports koristi u svojim proizvodima i uslugama. Ova tehnologija omogućuje precizno praćenje i analizu sportskih performansi, pružajući korisnicima važne podatke o tjelesnom opterećenju, brzini, ubrzanju i drugim ključnim metrikama. Ova tehnologija omogućuje sportskim stručnjacima da donose informirane odluke o treningu i poboljšaju performanse svojih sportaša. Osim nosive tehnologije kompanija pruža rješenja temeljena na video analizi. Kombinacijom opisanih tehnologija kompanija pruža mnoge usluge kao što su menadžment sportaša, video analiza te poboljšanje procesa regrutacije igrača.

Druga snaga Catapult Sportsa leži u širokom rasponu sportova koje pokrivaju svojim uslugama. Kompanija je uspješno proširila svoje tržište na različite sportove poput nogometa, košarke, ragbija, hokeja na ledu, lakrosa i mnogih drugih. Raznolikost ponude omogućuje Catapult Sportsu da pruža usluge različitim sportskim organizacijama i klubovima diljem svijeta, stvarajući tako čvrstu osnovu za rast kompanije i otvarajući nove mogućnosti za proširenje poslovanja.

Treća snaga Catapult Sportsa leži u snažnim partnerstvima koja su uspostavili s drugim organizacijama u sportskoj industriji. Ova partnerstva ne samo da omogućuju Catapult Sportsu pristup novim tržištima, već i pružaju stručnost i vjerodostojnost u sportskoj industriji. Neke od sportskih organizacija koje koriste usluge Catapult Sportsa su: Real Madrid, Chelsea, Leicester City, Golden State Warriors, OKC te mnogi drugi.

Još jedna snaga Catapult Sportsa ogleda se u njihovom poštivanju međunarodnih normi vezanih za sigurnost i privatnost podataka sportaša. Ovaj aspekt predstavlja ključni element njihovog poslovnog pristupa, u kojem je zaštita osobnih podataka sportaša iznimno važna.

Konačno, prednost kompanije leži u pružanju obrazovnih programa klijentima o učinkovitoj implementaciji usluga, omogućujući im brzo i efikasno iskorištavanje mogućnosti koje Catapult pruža. Ovaj aspekt ističe posvećenost organizacije pružanju dodatne vrijednosti kroz edukaciju, što predstavlja jednu od ključnih snaga koja određuje konkurentske prednosti kompanije.

Slabosti

Jedna od slabosti Catapult Sportsa je ovisnost o podacima trećih strana, budući da njihove usluge obično ne pružaju informacije o događajima. Catapultova rješenja su uglavnom usredotočena na prikupljanje podataka o kretanju i fizičkoj izvedbi sportaša putem nosivih uređaja i tehnologije praćenja. Unatoč tome što Catapultova rješenja pružaju vrijedne informacije o samim sportašima, obično ne pružaju podatke o događajima tijekom utakmica.

Stoga, kako bi pristupili podacima o događajima, kao što su specifične akcije, rezultati ili ishodi tijekom utakmica ili natjecanja, organizacije koje koriste proizvode Catapult Sportsa moraju se osloniti na integraciju svojih podataka o praćenju sportaša s vanjskim dobavljačima podataka o događajima. Ova ovisnost o vanjskim izvorima podataka povećava troškove korištenja proizvoda i može stvoriti dodatne složenosti u procesu analize i tumačenja podataka.

Druga slabost kompanije je potencijalna složenost implementacije i efikasnog korištenja tehnologije. Kako bi iskoristili pun potencijal Catapult Sportsove tehnologije, korisnici moraju imati osoblje koje je educirano o korištenju i interpretaciji podataka. Ovisnost o specijaliziranim vještinama može biti izazov za neke organizacije usprkos tome što pružaju edukaciju za klijente, korištenje Catapultovih usluga iziskuje znanje o korištenju povezanih softvera za obradu podataka.

Prilike

Diversifikacija proizvoda predstavlja priliku za Catapult Sports. Kompanija može istražiti mogućnosti za razvoj novih proizvoda i usluga koji se temelje na njihovoj postojećoj tehnologiji ili na nekim od brzorastućih tehnologija poput virtualne realnosti, umjetne inteligencije i strojnog učenja. Na primjer, mogu proširiti svoju ponudu na područja poput praćenja fitnesa ili rehabilitacije sportaša. Nadalje, Catapult Sports može proširiti svoje usluge uvođenjem vlastitog sustava praćenja događaja na sportskim natjecanjima, čime bi eliminirali ovisnost o vanjskim izvorima podataka.

Tržište sportske tehnologije i praćenja performansi sportaša konstantno raste. Catapult Sports ima priliku iskoristiti ovaj rast i proširiti svoje poslovanje na novim tržištima i industrijskim sektorima. Catapult Sports može ciljati i amaterske sportaše koji su sve više zainteresirani za praćenje i poboljšanje svojih performansi. Prilagodba svoje tehnologije i cijena ovom segmentu tržišta može otvoriti nove poslovne mogućnosti.

Prijetnje

Brzi tehnološki napredak predstavlja prijetnju za Catapult Sports. S obzirom na brzinu kojom se tehnologija mijenja, postoji stalna potreba za inovacijama i ažuriranjem proizvoda i usluga koje kompanija pruža. Nedostatak praćenja tih napredaka može rezultirati zastarjelom tehnologijom koja nije konkurentna na tržištu. Stoga je važno da Catapult Sports ostane u tijeku s najnovijim trendovima i razvojem tehnologije kako bi osigurali svoju konkurentnost i relevantnost.

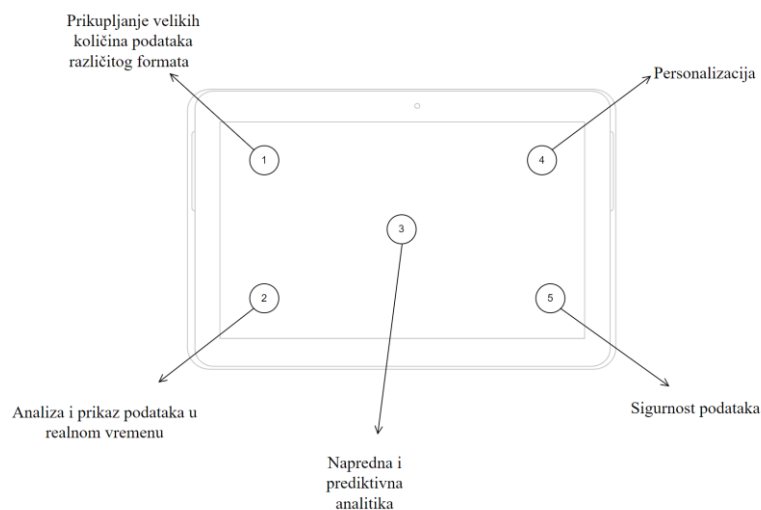
Povećana konkurencija u industriji sportske analitike također predstavlja značajnu prijetnju za Catapult Sports. Sve veći broj kompanija pruža slične usluge i tehnologije za praćenje performansi sportaša. Konkurencija može dovesti do pada cijena tehnologije praćenja, smanjenog tržišnog udjela ili gubitka klijenata. Shodno tome važno je da Catapult Sports neprestano poboljšava svoju tehnologiju te prati tehnološko trendove kako bi kompanija ostala konkurentna na tržištu sportske analitike.

Industrija sportske tehnologije podložna je promjenama regulativnih zahtjeva i pravila. Catapult Sports se mora pridržavati tih propisa kako bi izbjegli pravne probleme i održali povjerenje korisnika. Iako se Catapult Sports pridržava međunarodnih normi i standarda vezanih za sigurnost podataka u suvremenom digitalnom okruženju, kibernetički napadi predstavljaju kontinuiranu prijetnju kako njihovim operacijama tako i drugim kompanijama u industriji. Unatoč mjerama zaštite i implementiranim sigurnosnim protokolima, nijedna organizacija nije potpuno imuna na kibernetičke rizike.

Konačno, ekonomske krize i nestabilnosti predstavljaju značajnu prijetnju za kompaniju Catapult Sports. Unatoč čvrstoj poziciji u industriji sportske tehnologije, neizvjesnosti i poremećaji u gospodarskom okruženju mogu imati negativne posljedice na poslovanje kompanije.

5.4. Definiranje ključnih obilježja idealne sportske aplikacije

Analizom vodećih kompanija u industriji sportske analitike, moguće je identificirati ključne karakteristike visokokvalitetnih sportskih aplikacija. Analiza ovih kompanija omogućuje prepoznavanje zajedničkih karakteristika njihovih aplikacija koje pridonose njihovom uspjehu na tržištu sportske analitike. Slika 17 prikazuje glavna obilježja idealne sportske aplikacije temeljene na tehnologijama velikih podataka.



Slika 17. Glavna obilježja idealne sportske aplikacije temeljene na velikim podacima

Prvotno, nužno je da aplikacija ima mogućnost sustavnog prikupljanja obilnih količina podataka različitog formata, uključujući podatke prikupljene nosivom tehnologijom, kamerama, povijesne podatke te druge izvore podataka. Sposobnost sveobuhvatnog prikupljanja podataka predstavlja ključnu komponentu sportske aplikacije, budući da za analizu sportskih performansi često treba koristiti raznovrsne izvore podataka.

Nadalje, aplikacija mora pružiti rješenja u stvarnom vremenu koja omogućuju korisnicima analizu i interpretaciju podataka. To uključuje pružanje rezultata u stvarnom vremenu, povijesnih podataka, tablica, rasporeda utakmica i ostalih naprednijih pokazatelja. Ovakva funkcionalnost ključna je za informiranje i praćenje sportskih događanja.

Osim pružanja jednostavnih podataka kao što su rezultati, poredak na tablici i raspored utakmica aplikacija mora imati mogućnost napredne analize u stvarnom vremenu uz korištenje suvremenih tehnologija, poput umjetne inteligencije i strojnog učenja. Ovime se

omogućuje pružanje dubokih uvida o performansama sportaša, tijekom utakmica i identifikacija obrazaca u sportskim događajima. Isto tako, sposobnost predviđanja ishoda sportskih događaja predstavlja značajnu vrijednost za različite dionike sportske industrije.

Personalizacija iskustva je ključni aspekt visokokvalitetnih sportskih aplikacija, s obzirom na širok spektar dionika u sportskoj industriji. Aplikacija treba prilagoditi svoj sadržaj i funkcionalnosti kako bi odgovarala potrebama trenera, igrača, novinara, kladioničara i navijača, čime se osigurava relevantnost i privlačnost aplikacije za različite korisničke grupe.

Naposljetku, važno je istaknuti nužnost visoke razine sigurnosti podataka korisnika. S obzirom na osjetljivu prirodu informacija koje se prikupljaju i razmjenjuju putem sportske aplikacije, očuvanje povjerljivosti i integriteta tih podataka mora biti primarni fokus kako bi se osiguralo povjerenje i lojalnost korisnika prema aplikaciji.

6. Zaključak

Ciljevi ovog rada su temeljita evaluacija glavnih uloga velikih podataka u kontekstu sporta, s fokusom na poboljšanje sportskih performansi sportaša i timova, optimizaciji strategije, sprečavanju ozljeda i regrutaciji igrača te identifikaciji ključnih izazova koji se moraju riješiti kako bi implementacija analize velikih podataka bila uspješna, te detaljni prikaz sportskih kompanija koje pružaju aplikacije temeljene na analizi velikih podataka s ciljem pružanja dubljeg uvida u sportsku izvedbu svim zainteresiranim dionicima sportske industrije.

Pojam "veliki podaci" označava masivne i kompleksne skupove podataka koji nadmašuju kapacitete i mogućnosti tradicionalnih alata za obradu podataka. Glavni izazovi implementacije analize velikih podataka u sportu odnose se na prikupljanje, kvalitetu, integraciju te privatnost podataka.

Danas se podaci u sportu najčešće prikupljaju kamerama i senzorima. Prikupljeni podaci mogu se podijeliti na sirove podatke, događaje te deskriptivne podatke. Kvaliteta podataka odnosi se na korisnost skupa podataka za obradu i analizu u drugim sustavima poput skladišta podataka, baza podataka ili alata za analizu podataka. Kvalitetni podaci su korisni ako su dosljedni i lako razumljivi. Postoje četiri dimenzije kvalitete velikih podataka: potpunost, točnost, dosljednost i pravodobnost. Integracija velikih podataka označava povezivanje ili spajanje velikog obujma heterogenih podataka iz višestrukih dinamičkih izvora podataka. Razlike između integracije velikih podataka i tradicionalne integracije podataka obuhvaćaju veliku raznolikost, dinamičnost, znatno veći obujam te različitu kvalitetu izvora podataka.

Danas se gotovo sve sportske aktivnosti oslanjaju na obradu osobnih podataka, bez obzira na to je li riječ o natjecateljskom ili rekreativnom sportu. Da bi se izbjegli rizici neetičkog korištenja podataka sportaša vrlo je važno da sportske organizacije kreiraju kvalitetnu razinu informacijske sigurnosti. Analiza velikih podataka u sportu ima mnoge uloge, a neke od najvažnijih su: unapređenje strategije, analiza performansi, prevencija ozljeda te regrutacija sportaša.

Analiza podataka postaje sve važniji alat u sportu jer omogućava dublji uvid i razumijevanje učinka pojedinog sportaša ili cijele momčadi. Prikupljanjem i analizom podataka tijekom cijele sezone timovi mogu dobiti uvid u svoju izvedbu, identificirati područja za poboljšanje i prilagoditi svoju strategiju u skladu s najnovijim informacijama.

Također, upotrebom analize velikih podataka moguće je unaprijediti procese prevencije ozljeda te regrutacije sportaša. Prikupljanjem i analizom podataka o unutarnjem i vanjskom opterećenju pojedinog sportaša treneri i stručni stožer mogu prilagoditi igračevo opterećenje

te podesiti plan treninga i oporavka prema tome kako bi optimizirali učinak na terenu i minimalizirali rizik od ozljede. Isto tako, korištenje analitičkih modela temeljenih na velikim podacima omogućuje naprednu analizu statistika igrača kako bi se omogućila kvalitetnija usporedba s drugim igračima.

Trenutno se u nogometu sustavi prikupljanja podataka mogu podijeliti u tri kategorije: GPS/GNSS sustavi, video sustavi te lokalni sustavi pozicioniranja (LPS). Izbor sustava praćenja ovisi o tome prikupljaju li se podaci tokom treninga ili utakmice kao i financijskim mogućnostima kluba. Nadalje, implementacijom analize velikih podataka nogometni klubovi mogu ubrzati donošenje odluka među igračima i unaprijediti taktičku izvedbu pomoću otkrivanja novih obrazaca, interakcija i ključnih pokazatelja izvedbe. Osvajanjem titule 2016. godine Leicester City napravio je povijesni rezultat, a u tom pothvatu veliku ulogu odigrala je analiza podataka pomoću koje je klub zabilježio minimalan broj ozljeda, akvizirao podcijenjene igrače za relativno skromne financijske iznose, te je provodio taktiku direktnog nogometa baziranog na kontra napadima i iznimno prilagodljivoj obrani.

Stats Perform i Catapult Sports su kompanije koje pružaju tehnološka i softverska rješenja u području sportske analitike, ali s različitim rasponom i fokusom usluga. Dok je Stats Perform kompanija koja pruža različita rješenja temeljena na podacima, umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju, Catapult Sports ima uži fokus usluga te se specijalizira u praćenju sportaša i optimizaciji performansi. Glavne prednosti Stats Performa su velika pokrivenost sportova i široki spektar usluga koji zadovoljava glavne dionike sportske industrije. Potencijalne negativne strane su visoke cijene proizvoda i kompleksnost implementacije istih.

Glavne prednosti Catapult Sportsa su široki raspon sportova koje pokriva, napredne mogućnosti sportske analize te usluga edukacije klijenata u vezi implementacije njihove tehnologije. Glavna negativna strana je ovisnost o podacima vanjskih izvora koji se odnose na događaje sportskih natjecanja. Analizom vodećih kompanija u industriji sportske analitike, definirana su glavna obilježja idealne sportske aplikacije temeljene na velikim podacima: mogućnost prikupljanja velikih količina podataka različitog formata, analiza i prikaz podataka u realnom vremenu, mogućnost napredne i prediktivne analitike, personalizacija iskustva te visoka sigurnost podataka.

Zaključno, prikazom glavnih uloga velikih podataka u sportu te izazova koji se moraju riješiti kako bi implementacija opisane tehnologije bila uspješna i kritičkom analizom sportskih kompanija odnosno aplikacija temeljenih na velikim podacima ostvareni su ciljevi rada.

Popis slika

Slika 1. Uspon šuta za 3 poena u NBA ligi 1979-2018.....	12
Slika 2. Pad šuta polu-distance u NBA ligi 2001-2018.....	13
Slika 3. Usporedba najčešćih lokacija šutiranja sezone 2001-2002 i sezone 2016-2017.....	14
Slika 4. Raspored i uloga senzora u Formula 1 bolidu.....	16
Slika 5. Uloga velikih podataka u prevenciji sportskih ozljeda.....	18
Slika 6. Uloga velikih podataka u poboljšanju odlučivanja.....	24
Slika 7. Evolucija analize učinka momčadi u nogometu.....	26
Slika 8. Sustav za taktičku analizu u nogometu temeljenu na analizi velikih podataka.....	27
Slika 9. Hintonov dijagram strategijskog učinka Leicester Cityja u sezoni 2015/16.....	31
Slika 10. Web stranica Stats Performa.....	35
Slika 11. Usluge optimizacije izvedbe momčadi kompanije Stats Perform.....	37
Slika 12. Početni zaslon web stranice Catapult Sport-a.....	40
Slika 13. Glavne kategorije nosive tehnologije Catapult-a.....	41
Slika 14. Prikaz integracije različitih vrsta podataka unutar aplikacije.....	42
Slika 15. SWOT analiza Stats Performa.....	48
Slika 16. SWOT analiza Catapult Sportsa.....	51
Slika 17. Glavna obilježja idealne sportske aplikacije temeljene na velikim podacima.....	55

Popis tablica

Tablica 1. Ključne statistike koje prikazuju ofenzivnu i defenzivnu učinkovitost najboljih ekipa Engleske Premier lige od sezone 2011/12 do sezone 2015/16.....	29
Tablica 2. Poredak 5 najefikasnijih momčadi s obzirom na učinak golmana.....	30
Tablica 3. Podjela ukupnog broja suparničkih pokušaja – Leicester City u odnosu na prosjek lige.....	31
Tablica 4. 20 najboljih igrača lige u sezoni 2015/16 prema prekidanju teških dodavanja (minimalno 15 odigranih utakmica).....	33
Tablica 5. Prednosti Stats Performa i Catapult Sportsa.....	44
Tablica 6. Nedostaci Stats Performa i Catapult Sportsa.....	46

Popis literature:

1. Alamar, B. i Oliver, D. (2013) *Sports Analytics: A Guide for Coaches, Managers, and Other Decision Makers*. New York, SAD: Columbia University Press
2. Armstrong, V. i Zasiņaite, A. (2023) *The Rise in Data Protection Concerns in Sports Tracking and Analysis* [online]. MacRoberts. Dostupno na: <https://www.macroberts.com/knowledge-hub/gdpr/the-rise-in-data-protection-concerns-in-sports-tracking-and-analysis/> [13.5.2023.]
3. Arora, M. (2023) *Leicester City most Expensive Sales - How the Foxes Made £500 Million in Outgoing Transfers* [online]. GOAL. Dostupno na: <https://www.goal.com/en-gb/lists/leicester-most-expensive-sales-450-million-outgoing-transfers/blt670c286b1911ef28#cse7f37cd23f484a12> [5.7.2023.]
4. Arputhamary, B. i Arockiam, L. (2015) Data Integration in Big Data Environment. *Bonfring International Journal of Data Mining*, 5 (1), str. 1-5.
5. Bai, Z. i Bai, X. (2021) Sports Big Data: Management, Analysis, Applications, and Challenges. *Complexity*, 2021, str. 1-11. <https://doi.org/10.1155/2021/6676297>
6. Catapult (2023). Dostupno na: <https://www.catapult.com/> [17.5.2023.]
7. Creasey, S. (2016) *Foxy Leicester City FC won Premiership with Data Analytics* [online]. ComputerWeekly. Dostupno na: [Foxy Leicester City FC won Premiership with data analytics | Computer Weekly](https://www.computerweekly.com/news/25042016/foxy-leicester-city-fc-won-premiership-with-data-analytics) [25.4.2023.]
8. Dey, V. (2022) *Why Are F1 Teams Turning To Big Data Analytics?* [online]. Datatechvibe. Dostupno na: <https://datatechvibe.com/data/why-are-f1-teams-turning-to-big-data-analytics/> [5.6.2023.]
9. FIFA (2021) *Electronic Performance & Tracking Systems* [online]. Dostupno na: <https://www.fifa.com/technical/football-technology/standards/epts/epts-1> [17.5.2023.]
10. Goldsberry, K. P. (2019) *Sprawlball: A Visual Tour of the New Era of the NBA*. Boston, SAD: Houghton Mifflin Harcourt
11. Grez, M. (2016) *Champions Leicester City: 7 Reasons why Foxes won Premier League Title* [online]. CNN. Dostupno na: [Champions Leicester City: 7 reasons why Foxes won title | CNN](https://www.cnn.com/2016/05/07/sport/leicester-city-premier-league-title/index.html) [5.7.2023.]
12. Henriques, F. (2018) *How Can Big Data Help Football Clubs Achieve Competitive Advantage*. Diplomski rad. Lisabon, Portugal: Universidade Católica Portuguesa

13. MAPFRE (2020) *Data Analysis in Formula 1: the Difference Between Victory and Defeat* [online]. Dostupno na: <https://www.mapfre.com/en/insights/innovation/data-analysis-in-formula-1-the-difference-between-victory-and-defeat/> [5.6.2023.]
14. Manrahan, M. (2016) *Leicester City 'Moneyball': Did The Ultimate Underdogs Use Data To Pull Off Sports' Greatest Upset?* [online]. IBT. Dostupno na: <https://www.ibtimes.com/leicester-city-moneyball-did-ultimate-underdogs-use-data-pull-sports-greatest-upset-2377677> [5.7.2023.]
15. Marr, B. (2017) *The Big Risks of Big Data in Sports* [online]. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/04/28/the-big-risks-of-big-data-in-sports/?sh=34968b757c6f> [15.6.2023.]
16. Marr, B. (2016). *Big Data in Practice: How 45 Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results*. 1.izd. Chichester, UK: Wiley
17. McCarthy, N. (2017) *The Most Popular Spectator Sports Worldwide* [online]. Dostupno na: [Chart: The Most Popular Spectator Sports Worldwide | Statista](#) [10.7.2023.]
18. Memmert, D. i Raabe, D. (2018) *Data Analytics in Football: Positional Data Collection, Modeling and Analysis*. New York: Routledge.
19. Rein, R. i Memmert D. (2016) Big Data and Tactical Analysis in Elite Soccer: Future Challenges and Opportunities for Sports Science. *SpringerPlus*, 5/1410, str. 1-13.
20. Emran, N. (2017) *Big Data Quality*. Melaka, Malezija: Univerzitet Teknikal Malaysia Melaka, Fakultet informacijskih i komunikacijskih tehnologija
21. iSportz (2022) *The Importance of Data Privacy in Sports Management* [online]. Dostupno na: <https://isportz.co/the-importance-of-data-privacy-in-sports-management/>
22. Kröckel, P. (2019) *Big Data Event Analytics in Football for Tactical Decision Support. PhD Thesis*. Erlangen, Njemačka: Sveučilište Erlangen-Nürnberg, Pravni i Ekonomski fakultet
23. Perl, J. i Memmert, D. (2017) Pilot Study on Offensive Success in Soccer Based on Space and Ball Control – Key Performance Indicators and Key to Understand Game Dynamics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 16 (1), str. 65-75.
24. Ruiz, H., et. al. (2017) *The Leicester City Fairytale?: Utilizing New Soccer Analytics Tools to Compare Performance in the 15/16 & 16/17 EPL Seasons*, str.1-13. Nova Scotia, Kanada: Halifax, KDD (International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining)

25. Safir, J. (2015) *How Analytics, Big Data, and Technology Have Impacted Basketball's Quest to Maximize Efficiency and Optimization*. New York, SAD: Vassar College, Digital Window at Vassar
26. Seidenschwarz, P. G. (2021) *Data-Driven Analytics for Decision Making in Game Sports*. Basel, Švicarska: Dokumentenserver der Universität Basel
27. Smith, P. (2016) *Leicester City win Premier League: How they did it differently* [online]. Sky Sports. Dostupno na: <https://www.skysports.com/football/news/30385/10267972/leicester-win-premier-league-how-they-did-it-differently> [25.4.2023.]
28. StatsPerform (2023). Dostupno na: <https://www.statsperform.com/> [1.6.2023.]
29. Stein, M., Janetzko, H., Seebacher, D., et. al. (2017) How to Make Sense of Team Sport Data: From Acquisition to Data Modeling and Research Aspects. *Data*, 2 (1), str. 1-23. <https://doi.org/10.3390/data2010002>
30. Swinhoe, D. (2018) *How Formula 1 Evolved into a data-first Sport on Wheels* [online]. IDG Connect. Dostupno na: <https://www.idgconnect.com/article/3582953/how-formula-1-evolved-into-a-data-first-sport-on-wheels.html>
31. Tataru, Ș. R. i Nica, I. T. (2020) Privacy & Data Protection in Sport Industry. *Interdisciplinary Journal of Physical Education and Sports*, 20 (1), str. 1-9. <https://doi.org/10.36836/2020/1/12>
32. Technogym. (n.d). *Big Data to Improve Sports Performance* [online]. Dostupno na: <https://www.technogym.com/us/newsroom/big-data-improve-sports-performance/>
33. Torres-Ronda L., Beanland, E. i Whitehead S. (2022) Tracking Systems in Team Sports: A Narrative Review of Applications of the Data and Sport Specific Analysis. *Sports Medicine – Open*, 8 (15), str. 1-22.
34. Torgler, B. (2020) Big Data, Artificial Intelligence, and Quantum Computing in Sports. U: Schmidt, S., ur., *21st Century Sports: How Technologies Will Change Sports in the Digital Age*. Berlin, Njemačka: Springer, str. 153-175.
35. Varga, M. i Strugar, I. (2016) *Informacijski sustavi u poslovanju*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet