

Tehnologije u sportu

Pranjić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic of Međimurje in Čakovec / Međimursko veleučilište u Čakovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:110:463975>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Međimurje in Čakovec Repository -
Polytechnic of Međimurje Undergraduate and
Graduate Theses Repository](#)





MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ MENADŽMENT TURIZMA I
SPORTA

Ivana Pranjić, 0313026297

Tehnologije u sportu

Završni rad

Čakovec, rujan 2024.



MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ MENADŽMENT TURIZMA I
SPORTA

Ivana Pranjić, 0313026297

Tehnologije u sportu

Technology's in sports

Završni rad

Mentor:
mag. prim. educ. Nenad Breslauer

Čakovec, rujan 2024.



MEDIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

PRIJAVA TEME I OBRANE ZAVRŠNOG/DIPLOMSKOG RADA

Stručni prijediplomski studij:

Računarstvo Održivi razvoj Menadžment turizma i sporta

Stručni diplomski studij Menadžment turizma i sporta:

Pristupnik: Ivana Pranjić, JMBAG: _____
(ime i prezime)

Kolegij: Primjena računala u poslovnoj praksi
(na kojem se piše rad)

Mentor: Nenad Breslauer
(ime i prezime, zvanje)

Naslov rada: Tehnologije u sportu

Naslov rada na engleskom jeziku: Technologies in sport

- Članovi povjerenstva: 1. Ivan Hegeduš, predsjednik
(ime i prezime, zvanje)
2. Tibor Rodiger, član
(ime i prezime, zvanje)
3. Nenad Breslauer, mentor
(ime i prezime, zvanje)
4. Nevenka Breslauer, zamjenski član
(ime i prezime, zvanje)

Broj zadatka: 2023 - MTS - 39

Kratki opis zadatka: _____

Predmet istraživanja ovoga rada je otkriti potencijal različitih vrsta tehnologija koja se koristi u sportu.

Cilj rada je analizirati dosadašnju upoznatost i primjenu tehnologija u sportu.

Završni rad mora sadržavati sažetak, sadržaj i uvod, nakon čega slijedi poglavlje u kojem je potrebno navesti i pojasniti osnovne ciljeve rada te očekivani rezultat.

Poglavlje koje slijedi obrađivat će postignute rezultate nakon čega slijedi poglavlje u kojem se kritički raspravlja o primijenjenim metodama

i postupcima te se u narednom poglavlju iznose glavni rada. Rad se završava poglavljima s popisom literature te priložima.

Datum: 10.9.2024

Potpis mentora: Breslauer

Predgovor

Kada sam birala temu za ovaj rad, bilo je jasno da ću se usmjeriti na područje koje odražava moje strasti i interese – sport i tehnologiju. Moja fascinacija sportom i njegovom sposobnošću da poveže ljude, kao i moj entuzijizam za tehnološke inovacije, bili su ključni u odabiru teme. Tehnologija u sportu predstavlja jedno od najuzbudljivijih područja u današnjem svijetu, gdje se kontinuirano razvijaju nova rješenja koja unapređuju performanse sportaša i iskustvo gledatelja. Oduševljena sam mogućnostima koje tehnologija pruža, bilo da se radi o analizi sportskih nastupa ili unapređenju opreme, te željom da istražim kako te inovacije oblikuju budućnost sporta.

Ovaj rad ne bi bio moguć bez podrške i pomoći mnogih ljudi. Iskreno zahvaljujem svom mentoru, Nenadu Breslaueru, čija je pomoć tijekom cijelog procesa bila neprocjenjiva. Njegova spremnost da odgovori na pitanja i pomogne u rješavanju problema bila je ključna za uspjeh ovog rada. Također, zahvaljujem svima koji su me podržavali tijekom posljednje tri godine studija, uključujući moju obitelj i prijatelje.

Rad posvećujem svim zaljubljenicima u sport i tehnologiju, koji svojim entuzijazmom i strašću za napredovanjem ovih područja omogućuju da sport postane dinamičniji i inovativniji.

Sažetak

Sport i tehnologija su se neodvojivo spojili u modernom svijetu, oblikujući način na koji se sport prati i razumijeva. Tehnologija u sportu obuhvaća širok spektar inovacija, od osnovnih kao što su video analize i monitori srčanog ritma, do naprednijih rješenja poput VAR-a i umjetne inteligencije. Svaka od tih tehnologija je donijela značajne promjene u način na koji se sportovi igraju, prate i analiziraju.

U radu je napravljen detaljan presjek ključnih tehnoloških inovacija koje su prethodnih godina napravile preokret, kao i analiza novih tehnologija koje oblikuju sport danas. Posebno je istraženo kako su tehnologije poput *Instant Replay*, *Hawk-Eye*, i Tehnologija Gol-Linije unaprijedile točnost i pravednost u sportskim natjecanjima, dok su moderne tehnologije poput AI-a, VR-a i Nanotehnologije donijele dodatne prednosti u analizi performansi i obuci sportaša.

Rad je također nastojao prikazati kako ove tehnologije ne samo da poboljšavaju sportsku praksu i iskustvo gledatelja, već i otvaraju nove mogućnosti za budućnost sportskih aktivnosti. Integracija ovih inovacija pomaže u napretku sporta na globalnoj razini, pružajući nove prilike za razvoj sporta i njegove komercijalizacije.

Ključne riječi: *Tehnologija, Sport, Inovacije, Hawk-Eye, Tehnologija Gol-Linije, Umjetna inteligencija (AI), Nanotehnologija*

Abstract

Sport and technology have become inseparably intertwined in the modern world, shaping how sports are followed and understood. Technology in sports encompasses a wide range of innovations, from basic ones like video analysis and heart rate monitors to more advanced solutions such as VAR and artificial intelligence. Each of these technologies has brought significant changes to the way sports are played, monitored, and analyzed.

The paper provides a detailed overview of key technological innovations that have made a breakthrough in recent years, as well as an analysis of new technologies shaping sports today. It specifically explores how technologies like Instant Replay, Hawk-Eye, and Goal-Line Technology have improved accuracy and fairness in sports competitions, while modern technologies such as AI, VR, and Nanotechnology have brought additional benefits in performance analysis and athlete training.

The paper also aimed to demonstrate how these technologies not only enhance sports practice and viewer experience but also open new possibilities for the future of sports activities. The integration of these innovations contributes to the advancement of sports on a global level, offering new opportunities for the development and commercialization of sports.

Keywords: *Technology, Sports, Innovations, Hawk-Eye, Goal-Line Technology, Artificial Intelligence (AI), Nanotechnology*

Popis korištenih kratica

- CBS** (*Columbia Broadcasting System*)
- EKG** Elektrokardiogram
- FIFA** (*Fédération Internationale de Football Association*)
- GLT** (*Goal Line Technology*)
- NASCAR** (*National Association for Stock Car Auto Racing*)
- ELC** (*Electronic Line Calling*)
- ESPN** (*Entertainment and Sports Programming Network*)
- PDF** (*Portable Document Format*)
- IMS** (*International Match Standard*)
- PRO** (*Professional*)
- GPS** (*Global Positioning System*)
- EPTS** (*Electronic Performance Tracking System*)
- VAR** (*Video Assistant Referee*)
- VOR** (*Video Operations Room*)
- HNL** Hrvatska nogometna liga
- SAOT** (*Semi-Automated Offside Technology*)
- UEFA** (*Union of European Football Associations*)
- PDF** (*Portable Document Format*)
- ESPN** (*Entertainment and Sports Programming Network*)
- WEB** (*World Wide Web*)
- GDPR** (*General Data Protection Regulation*)
- UI** Umjetna inteligencija
- NBA** (*National Basketball Association*)
- MLB** (*Major League Baseball*)
- AI** (*Artificial Intelligence*)
- AWS** (*Amazon Web Services*)
- MOO** Međunarodni olimpijski odbor
- AR** (*Augmented Reality*)
- VR** (*Virtual Reality*)
- NFL** (*National Football League*)
- COVID-19** (*Coronavirus Disease 2019*)
- IOT** (*Internet of Things*)

ITC (*Information and Communication Technology*)

MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

EMG (*Electromyographic*)

EMS Elektromiostimulacija

TV (*Television*)

IP (*Internet Protocol*)

SEO (*Search Engine Optimization*)

PPC (*Pay Per Click*)

SMS (*Short Message Service*)

DVD (*Digital Video Disc*)

EDA (*Electronic Design Automation*)

DSP (*Digital Signal Processing*)

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
1.1.	Definiranje osnovnih pojmova.....	1
1.2.	Struktura, ciljevi rada i metode istraživanja	1
2.	POVIJESNI RAZVOJ TEHNOLOGIJA U SPORTU	2
2.1.	Rani tehnološki napreci.....	2
3.	KLJUČNE TEHNOLOŠKE INOVACIJE	4
3.1.	Instant Replay/Video analiza	4
3.2.	Monitori srčanog ritma	5
3.3.	Tehnologija Gol-Linije (GLT).....	6
3.4.	Hawk-Eye tehnologija	7
3.5.	Nosiva tehnologija	9
4.	SUVREMENE TEHNOLOGIJE U SPORTU	12
4.1.	VAR tehnologija	12
4.1.1.	<i>Poluautomatizirana tehnologija za određivanje zaleđa (SAOT)</i>	<i>14</i>
4.2.	Analitika; prikupljanje podataka i informatika	15
4.2.1.	<i>Zaštita privatnosti sportaša i vlasništvo nad podacima</i>	<i>16</i>
4.3.	Umjetna inteligencija (AI) u sportu	18
4.4.	Virtualna i proširena stvarnost (VR/AR).....	22
4.5.	Nanotehnologija u sportu	24
4.6.	Biometričko praćenje	25
4.7.	BlockChain tehnologija	26
4.8.	E-sport i digitalizacija u sportu	27
5.	UTJECAJ TEHNOLOGIJE NA SPORT	30
5.1.	Poboljšanje performansi sportaša	30
5.2.	Digitalni marketing i društveni mediji	32
5.3.	Utjecaj na publiku i komercijalizaciju	36
5.3.1.	<i>Utjecaj na publiku</i>	<i>36</i>
5.3.2.	<i>Komercijalizacija sporta</i>	<i>36</i>
6.	BUDUĆNOST TEHNOLOGIJA U SPORTU	39
6.1.	Umjetna inteligencija i strojno učenje	39
6.2.	Virtualna i proširena stvarnost	40
6.3.	Pametne tkanine	40
7.	ZAKLJUČAK.....	41
	Izjava o autorstvu.....	42
	Popis literature	43
	Popis slika.....	46

1. UVOD

Od atletske staze do nogometnog terena, tehnologija je postala neizostavan igrač u svijetu sporta. Od načina na koji se sportovi igraju i prate do načina na koji ih doživljavamo, tehnologija je transformirala gotovo svaki aspekt suvremenog sporta. Ovaj rad će istražiti kako je tehnologija revolucionirala sport kroz povijest, s fokusom na ključne prekretnice poput uvođenja ponovljenog snimka (engl. *Instant Replay*), Hawk-Eye tehnologije i nosivih senzora. Nadalje, istražiti ćemo nove tehnologije poput umjetne inteligencije, virtualne stvarnosti i nanotehnologije te njihov potencijalni utjecaj na budućnost sporta. Ovaj rad će argumentirati da je tehnologija ne samo revolucionirala način na koji se sportovi igraju i prate, već je i transformirala način na koji ih doživljavamo.

U uvodu rada razrađeni su ključni pojmovi, struktura, predmet istraživanja, ciljevi i metode koje će biti primijenjene za analizu utjecaja tehnologije na napredak u sportu.

1.1. Definiranje osnovnih pojmova

Prije analize konkretnih primjera, važno je definirati osnovne pojmove. „Tehnologija“ se u ovom kontekstu odnosi na primjenu znanstvenih spoznaja u praktične svrhe, kroz razvoj alata, sustava i procesa koji poboljšavaju ljudske sposobnosti i rješavaju specifične probleme. „Sport“, s druge strane, obuhvaća širok raspon organiziranih fizičkih aktivnosti koje se temelje na natjecanju, vještini i/ili fizičkoj snazi, a provode se u rekreativne ili profesionalne svrhe.

1.2. Struktura, ciljevi rada i metode istraživanja

Cilj ovog rada je pružiti pregled ključnih tehnoloških inovacija koje su oblikovale lice modernog sporta, ali i istražiti potencijalne utjecaje novih tehnologija na budućnost sportskih natjecanja, treninga i samog doživljaja sporta. U tu svrhu, koristit će se kombinacija različitih metoda istraživanja, uključujući:

- **Analizu literature:** Pregled relevantnih znanstvenih članaka, knjiga i drugih publikacija kako bi se stekao uvid u postojeća istraživanja i spoznaje o temi.
- **Studij slučaja:** Detaljna analiza konkretnih primjera primjene tehnologije u sportu, s ciljem identificiranja ključnih faktora uspjeha, izazova i potencijala.

2. POVIJESNI RAZVOJ TEHNOLOGIJA U SPORTU

Sportska baština svoje korijene vuče iz konjskih utrka i lova na lisice iz kolonijalnog razdoblja, no glavne odlike modernog sporta pojavile su se tek sredinom 19. stoljeća. Već početkom 20. stoljeća nogometne utakmice su redovito privlačile više od 40.000 gledatelja, a stadion izgrađen za Olimpijske igre u Londonu 1908. godine imao je kapacitet od preko 68.000 gledatelja, što je bio rani primjer modernih stadiona sa sjedećim mjestima. Nakon 1850. godine, organizacija, novinarska pokrivenost, komercijalizacija, natjecanje između zajednica i drugi razvojni procesi ubrzano su napredovali, dok je agrarni karakter sporta postepeno ustupao mjesto utjecajima urbanizacije i industrijalizacije. „Kao što je industrijska revolucija promijenila interese, navike i aktivnosti svih slojeva društva, tako je ostavila jasan pečat na razvoj sporta.“ (Betts, 1953.)

„Integracija nove informacijske tehnologije sa sportskom industrijom odnosi se na duboko povezivanje informacijske tehnologije, internetskih platformi i tradicionalne sportske industrije, što omogućuje ulazak sportske industrije u novu fazu razvoja.“ (Zhaoxi, 2015. citirano u Deng i Tang, 2020.) S obzirom na ogroman potencijal za rast sportske industrije, velike internetske kompanije sve više ulažu u sportski sektor. „U eri nove informacijske tehnologije, pojavljuju se novi poslovni modeli koji oblikuju put razvoja sportske industrije, dok se integracija ovih tehnologija sa sportom nameće kao ključni trend budućnosti.“ (Liping, 2008. citirano u Deng i Tang, 2020.)

Razvoj sportske industrije uz primjenu nove informacijske tehnologije ključan je za poticanje gospodarskog rasta. Proučavanje ove integracije ne samo da proširuje opseg istraživanja u sportskoj industriji i služi kao smjernica za planiranje i kreiranje politika u tom sektoru, već također pruža intelektualnu osnovu za jačanje regionalnog ekonomskog rasta sportske industrije i omogućuje širenje primjene informacijskih znanosti u istraživanjima sportske industrije.

2.1. Rani tehnološki napreci

„Početak integracije elektronike u sport bio je skroman. Početkom 20. stoljeća, štoperice i osnovni uređaji za mjerenje vremena bili su među prvim elektroničkim alatima korištenima u profesionalnom sportu.“ (Corporate – Community Member, 2024.) Ovi raniji instrumenti igrali su ključnu ulogu u preciznom mjerenju vremena tijekom utrka i natjecanja.

Tijekom 1960-ih, uvođenje elektroničkih semafora donijelo je pravu revoluciju u praćenju igara. Navijači su po prvi put imali priliku pratiti tok igre u stvarnom vremenu, što je značajno poboljšalo iskustvo gledanja.

3. KLJUČNE TEHNOLOŠKE INOVACIJE

Od skromnih početaka, upotreba elektronike u sportu značajno je napredovala tijekom godina. Ključne tehnološke inovacije su značajno utjecale na unapređenje igre i preciznost odluka. Ova sekcija istražuje kako su različite tehnologije, uključujući *Instant Replay*/Video analizu, monitore srčanog ritma, Hawk-Eye tehnologiju, tehnologiju Gol-Linije (GLT) i nosivu tehnologiju, doprinijele transformaciji sporta. Ove tehnologije su omogućile poboljšanje performansi sportaša, unapređenje analiza igre i osiguranje pravednosti u ključnim momentima.

3.1. Instant Replay/Video analiza

„Instant replay je sustav koji se koristi u mnogim sportovima i omogućuje sucima da pregledaju video snimke kako bi osigurali da je odluka ispravna.“ (Dunawayh, 2024.) To je iznimno korisno, osobito s obzirom na naprednu tehnologiju koja je sada dostupna. Ipak, to ne eliminira sve kontroverze. Iako se ponovljeni snimak (engl. *Instant Replay*) koristi u mnogim sportovima, najistaknutije kritike često dolaze iz nogometa.

„Instant replay je izumio Tony Verna.“ (Hintz, 2022.) Nakon nekoliko godina razmišljanja i eksperimentiranja s idejom, Verna je konačno uspio realizirati sustav koji je trajno transformirao način na koji pratimo i sudimo sportske događaje. CBS je 1963. godine prvi put prikazao ponovljeni snimak (engl. *Instant Replay*) tijekom utakmice između vojne i mornaričke ekipe. Ova inovacija trajno je promijenila način na koji se sport prenosi, omogućujući bolju analizu i razumijevanje ključnih trenutaka igre.

Iako neki suci smatraju da ponovljeni snimak (engl. *Instant Replay*) može narušiti njihov ugled, mnogi ga vide kao alat koji poboljšava kvalitetu igre i njihove odluke. Ono što je posebno važno jest kako suci psihološki reagiraju nakon što pogriješe. Iskusni suci razumiju da su greške neizbježne i, poput trenera i sportaša, znaju da je savršena izvedba iznimno rijetka. „U mnogim sportovima poput košarke i hokeja na ledu, brzina igre čini iznimno važnim da suci ne razmišljaju predugo o pogrešci.“ (Burke, 2016.)

Videoanaliza je postala ključni alat u pripremama, treninzima i analizama nogometnih utakmica. „Kamere visoke definicije i napredni softver za uređivanje videa omogućuju trenerima da razlože snimku utakmice kadar po kadar, čime mogu analizirati pojedinačne pokrete igrača, formacije tima i specifične situacije u meču.“ (Pirić, 2024.)

Slika 1. Primjer pregledavanja snimke video analize



Izvor: <https://tinyurl.com/2a833hz9> (pristup: 23.08.2024.)

3.2. Monitori srčanog ritma

Polar je 1977. godine predstavio prvi bežični monitor srčanog ritma. Ovaj uređaj omogućio je sportašima da u stvarnom vremenu prate svoje kardiovaskularne performanse, pružajući dragocjene podatke za optimizaciju treninga.

Monitori srčanog ritma pomažu u praćenju kardiovaskularne izvedbe sportaša, mjereći srčani ritam u stvarnom vremenu. Ovi podaci omogućuju trenerima da prilagode treninge kako bi sportaši radili na optimalnom intenzitetu i smanjili rizik od pretjeranog treninga i ozljeda.

Srčani ritam je važan pokazatelj fiziološke prilagodbe i intenziteta fizičkog napora. Zbog toga je praćenje srčanog ritma ključno u procjeni kardiovaskularne kondicije i u planiranju treninga. Iako su elektrokardiogrami (EKG¹) i Holter² uređaji vrlo precizni, njihova upotreba na terenu je ograničena zbog visokih troškova, velike veličine i složenosti. Od 1983. godine dostupni su lagani telemetrijski monitori srčanog ritma s konvencionalnim elektrodama, koji su se pokazali kao precizni i pouzdani alati za praćenje i bilježenje srčanog ritma u terenskim uvjetima. „Polar Electro Oy već 15 godina predvodi tehnologiju prijenosnih monitora srčanog ritma.“ (Laukkanen i Virtanen, 1998.)

¹ „**Elektrokardiogram** - ili **EKG** - jednostavan je i koristan test koji bilježi ritam, brzinu i električnu aktivnost vašeg srca.“ (Udruga Ritam srca, <https://www.ritamsrca.hr/aritmije/dijagnostika-fa/ekg>, pristup: 23.08.2024.)

² „**Holter EKG-a** (holter srca) je uređaj koji kontinuirano prati i bilježi otkucaje i ritam srca tijekom 24 sata ili dulje.“ (Kunišek, 2023.)

Slika 2. Najbolje rangirani monitor srčanog ritma za početnike
za 2024. godinu



Izvor: <https://www.pcmag.com/picks/the-best-heart-rate-monitors> (pristup: 23.08.2024.)

3.3. Tehnologija Gol-Linije (GLT)

„Sustavi tehnologije na gol-crti mogu se koristiti kako bi potvrdili postizanje pogotka i podržali odluku suca. Gdje je u upotrebi tehnologija na gol-crti, dopuštene su preinake okvira vrata u skladu sa specifikacijom navedenom u Fifinom Programu kvalitete za GLT te u skladu s Pravilima nogometne igre. Upotreba tehnologije na gol-crti mora biti navedena u propozicijama natjecanja.“ (Hrvatski nogometni savez, 2016., <https://hns.family/files/documents/10422/Pravila%20nogometne%20igre.pdf>, pristup: 29.08.2024.)

Načela tehnologije gol-linije: Tehnologija gol-linije (GLT) ima isključivu svrhu određivanja je li lopta prešla gol-liniju i odnosi se samo na taj dio igre. Sustav mora u roku od jedne sekunde automatski i neposredno dostaviti informacije o postignutom голу isključivo sucima na terenu, putem sučevog sata koji vibrira i prikazuje vizualni signal.

Zahtjevi i specifikacije za tehnologiju gol-linije: Ako se tehnologija gol-linije primjenjuje u natjecateljskim utakmicama, organizatori natjecanja moraju osigurati da sustav ima certifikat prema jednom od sljedećih standarda:

- „FIFA Quality PRO
- FIFA Quality
- IMS - INTERNATIONAL MATCH STANDARD“
(Hrvatski nogometni savez, 2016., <https://hns.family/files/documents/10422/Pravila%20nogometne%20igre.pdf>, pristup: 29.08.2024.)

Nezavisni institut treba provjeriti točnost i funkcionalnost sustava različitih tehnoloških proizvođača u skladu s Priručnikom za testiranje. Ako sustav ne ispunjava zahtjeve navedene u Priručniku, sudac ne smije primijeniti tehnologiju gol-linije i obavezan je prijaviti problem nadležnim institucijama.

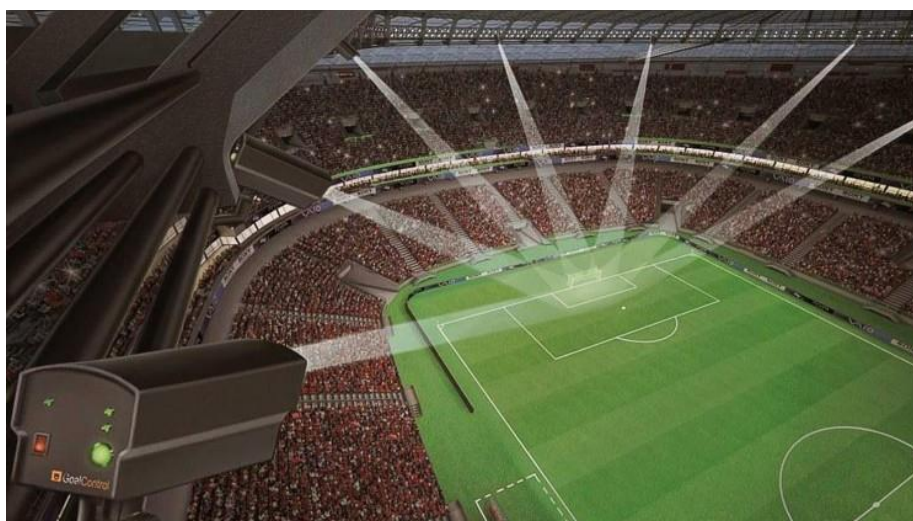
Prije početka utakmice, sudac je dužan provjeriti funkcionalnost tehnologije gol-linije, prema uputama iz Fifinog Programa kvalitete za GLT testiranje.

3.4. Hawk-Eye tehnologija

Hawk-Eye je sustav kamera koji precizno prati putanju lopte tijekom igre, te je jedan od najnaprednijih alata za suđenje u sportu. Kao prvi dobavljač koji je dobio FIFA-inu licencu za tehnologiju gol-linije (GLT), Hawk-Eye se ističe kao najpouzdaniji i najprecizniji pružatelj GLT-a, s velikim povjerenjem od strane sportskih federacija i liga. Ova se tehnologija primjenjuje u raznim sportovima, od kriketa, nogometa, tenisa, ragbija, odbojke do hokeja na ledu. Također je prisutna u sportovima kao što su NASCAR i konjičke utrke.

Nogomet – Hawk-Eye sustav u nogometu koristi princip „triangulacije“ (engl. *Triangulation*), tehnologija koja omogućuje brze odluke u nogometu koristi složen sustav sa 7 kamera postavljenih na svaki gol (ukupno 14 kamera po utakmici). Kamere su smještene na krovu stadiona radi optimalne vidljivosti i analiziraju slike kako bi precizno odredile položaj lopte u odnosu na gol, te isključile područja gdje lopta sigurno nije. Sustav može prepoznati svaki detalj na lopti, čak i ako je zaprljana. Unatoč mogućim sumnjama u točnost, sustav može precizno locirati loptu čak i ako se pojavljuje na samo dvije od sedam kamera. Njegova preciznost u milimetrima eliminira potrebu za ponovnim pregledom sumnjivih situacija. Kada lopta pređe gol-liniju, signal se odmah šalje na sat suca, omogućujući trenutnu povratnu informaciju.

Slika 3. Primjer položaja kamera Hawk-Eye tehnologije u nogometu



Izvor: <https://tinyurl.com/23b2duub> (pristup: 26.08.2024.)

Tenis – Hawk-eye tehnologija, poznata kao Elektronsko Pozivanje Linija (engl. *Electronic Line Calling*), koristi se u tenisu od 2002. godine i primjenjuje se na više od 80 turnira širom svijeta svake godine. „ELC može pratiti tragove igrača, statistike u virtualnoj stvarnosti, praćenje igrača i analizu nakon meča.“ (Harrod Sport, 2024.) Kamera s ultra-brzim snimanjem pokreta (engl. *Ultra-Motion kamera*) Hawk-eye sustava može snimati do 340 sličica u sekundi, što omogućuje precizno prikazivanje putanje i mjesta odskoka lopte u stvarnom vremenu. Na terenima je postavljeno do 10 kamera koje bilježe uživo slike i izračunavaju tragove odskoka lopte tijekom igre.

Slika 4. Primjena Hawk-Eye tehnologije u tenisu



Izvor: <https://tinyurl.com/28dj72sn> (pristup: 30.07.2024.)

Rugby Union – Hawk-Eye je u rugby Unionu implementirao svoju tehnologiju pametne reprodukcije (engl. *Smart Replay*), koja omogućava sucima da uoče i donesu odluke koje bi inače mogle biti promašene. Osim toga, video snimke mogu se proslijediti liječnicima radi boljeg dijagnosticiranja i liječenja ozljeda.

Slika 5. Primjer pregledavanja Hawk's-Eye snimke u Rugby-u



Izvor: <https://tinyurl.com/28dj72sn> (pristup: 30.07.2024.)

3.5. Nosiva tehnologija

Nosiva tehnologija odnosi se na elektroničke uređaje koje sportaši koriste za prikupljanje podataka o svojoj izvedbi i fizičkom stanju. Ovi uređaji, poput GPS trackera, monitora srčanog ritma i senzora pokreta, omogućuju precizne informacije u stvarnom vremenu, pomažući u unaprjeđenju performansi, učinkovitosti treninga i smanjenju rizika od ozljeda. Elektronički sustav za praćenje i performanse (EPTS) omogućuje detaljno praćenje i analizu performansi igrača s pomoću kamera, nosivih uređaja ili kombinacije oboje. Ovi sustavi nude dubinski pregled kretanja igrača, fizičke aktivnosti i strateškog rasporeda na terenu.

U posljednjih nekoliko godina, nosiva tehnologija značajno je promijenila sportski sektor i područje performansi. Ovi napredni uređaji redefiniraju način na koji sportaši treniraju, natječu se i oporavljaju, omogućujući prikupljanje vrijednih podataka koji su nekada bili nedostupni. Praćenjem vitalnih znakova i obrazaca kretanja, nosiva tehnologija postala je neizostavan alat u sportskom treniranju i razvoju sportaša.

Nosiva tehnologija u sportu primarno je usmjerena na poboljšanje sportske izvedbe. Analizom podataka u stvarnom vremenu, treneri i sportaši mogu donijeti bolje odluke koje optimiziraju trening, poboljšavaju izvedbu i smanjuju rizik od ozljeda. „Ova tehnologija postaje

neizostavna za svakoga tko želi steći konkurentsku prednost u sportskom svijetu.“ (Catapult, 2024.)

Neki od primjera sportova i nosive tehnologije koja se koristi u njima:

1. **Nogomet:** U nogometu, nosiva tehnologija prati kretanje igrača, srčani ritam i opterećenje tijekom treninga i utakmica. GPS trackeri i monitori srčanog ritma pružaju podatke o brzini, udaljenosti i intenzitetu, pomažući trenerima da prilagode treninge i upravljaju umorom igrača.
2. **Hokej na ledu:** Nosiva tehnologija u hokeju na ledu prati brzinu klizanja, udaljenost i srčani ritam igrača. Ovi podaci su ključni za procjenu izdržljivosti i performansi. Treneri koriste te informacije za usavršavanje treninga i održavanje optimalne kondicije igrača kroz sezonu.
3. **Košarka:** U košarci, nosivi uređaji prate kretanje igrača, skokove i fizički napor. Ovi podaci pomažu u procjeni opterećenja i učinkovitosti izvedbe, što omogućava razvoj prilagođenih trening programa i protokola oporavka, te poboljšava ukupnu izvedbu tima.
4. **Ragbi:** Ragbi igrači koriste nosivu tehnologiju za praćenje udaljenosti, brzine i intenziteta fizičkih sudara. Ovi podaci pomažu trenerima u procjeni kondicije igrača, optimizaciji treninga i smanjenju rizika od ozljeda. Nosiva tehnologija značajno poboljšava izvedbu i sigurnost treninga u ragbiju.

Nosiva tehnologija u sportu uključuje različite uređaje dizajnirane za prikupljanje podataka važnih za poboljšanje sportske izvedbe i treninga. Najčešće vrste nosivih uređaja:

1. **GPS trackeri:** GPS trackeri koriste se u profesionalnom sportu za praćenje kretanja sportaša na terenu. Ovi uređaji pružaju podatke o brzini, udaljenosti i poziciji u stvarnom vremenu, što pomaže u procjeni izvedbe i strategijskom planiranju. Jedan od vodećih proizvoda u ovoj oblasti je Catapult GPS S7/T7, koji nudi visoku preciznost i detaljnu analizu podataka, te je ključan za profesionalne sportaše i timove.

Slika 6. Primjer Catapulta GPS S7/T7



Izvor: <https://tinyurl.com/2xhrkm3b> (pristup: 23.08.2024.)

2. **Senzori pokreta:** Senzori pokreta prate ubrzanje, usporavanje i promjene smjera sportaša. Ovi uređaji pomažu u procjeni agilnosti i brzine reakcije, što je važno za sportove s brzim pokretima. Također mogu otkriti neravnoteže u kretanju, što pomaže u prevenciji ozljeda.
3. **Akcelerometri:** Akcelerometri mjere brzinu promjene u brzini, pružajući podatke o ubrzanju i usporavanju sportaša. Ovi podaci su ključni za sportove poput nogometa, košarke i ragbija, gdje su eksplozivna brzina i brze promjene smjera važne za izvedbu.
4. **Nosive kamere:** Nosive kamere, postavljene na kacige ili uniforme, pružaju perspektivu iz prvog lica sportaša. Korisne su u sportovima poput američkog nogometa i hokeja na ledu za razumijevanje pozicije igrača i vizualnih signala, a snimke pomažu u poboljšanju taktike i situacijske svijesti.
5. **Pametni satovi i fitness narukvice:** Pametni satovi i fitness narukvice prate srčani ritam, korake, kalorije i obrasce spavanja. Koriste ih amateri i profesionalci, a njihova svestranost i funkcionalnost čine ih popularnima u različitim sportovima.

U zaključku, nosivi uređaji u sportu nude vrijedne podatke za poboljšanje izvedbe, smanjenje rizika od ozljeda i unaprjeđenje treninga, revolucionizirajući način na koji sportaši treniraju i natječu se.

4. SUVREMENE TEHNOLOGIJE U SPORTU

Suvremene tehnologije u sportu donose pravu revoluciju u način na koji igramo, pratimo i analiziramo sport. Danas imamo pristup naprednim alatima koji značajno unapređuju sve aspekte sportskog iskustva. Od pametnih satova i senzora koji prate svaki korak i otkucaj srca do sofisticiranih sustava za analizu podataka koji pomažu trenerima da bolje razumiju igre i strategije.

Tehnologija ne samo da poboljšava igru i trening, već i iskustvo gledatelja, čineći sportske događaje uzbudljivijim i informativnijim nego ikad prije. S razvojem tehnologije, sport se nastavlja mijenjati i evoluirati, otvarajući nove mogućnosti za sve uključene.

4.1. VAR tehnologija

VAR (engl. *Video Assistant Referee*) predstavlja tehnologiju koja je uvedena u nogomet kako bi se sucima omogućila dodatna pomoć pri donošenju odluka. VAR sustav se koristi za pregled i potvrdu određenih ključnih situacija tijekom utakmice, kao što su:

- Provjera je li pogodak postignut ili nije, uključujući situacije poput prekršaja napadačke momčadi tijekom pripreme ili postizanja pogotka (npr. igranje rukom, prekršaji, zaleđe) te je li lopta napustila teren prije postizanja gola.
- Donošenje odluka vezanih uz kaznene udarce, uključujući je li prekršaj napravljen unutar ili izvan kaznenog prostora, je li kazneni udarac dosuđen ili nije, te je li došlo do prekršaja vratara ili izvođača tijekom izvođenja udarca.
- Pregled situacija koje zahtijevaju izravni crveni karton, kao što su onemogućavanje prilike za postizanje pogotka, nasilno ponašanje, teška nesportska igra ili korištenje uvredljivih radnji.
- Ispravljanje slučajeva pogrešnog identiteta kada sudac sankcionira pogrešnog igrača kartonom.

Korištenje VAR-a u utakmicama nadzire poseban tim VAR sudaca koji su smješteni u Video Operacijskoj Sobi (VOR). Tim obuhvaća glavnog VAR suca, barem jednog pomoćnog VAR suca i tehničare koji rukovode opremom. Komunikacija između VAR tima i sudaca na terenu odvija se putem radija, a snimke razgovora se pohranjuju. Pored terena je također postavljen ekran na kojem glavni sudac može pregledati sporne situacije.

„VAR provjerava svaku situaciju ili propušteni incident te u slučaju potrebe upozorava suca kada je potrebno zaustaviti igru zbog provjere.“ (Suđenje.net, 2024.) Ako VAR tim procijeni da je sudac na terenu napravio jasnu i očiglednu pogrešku ili je propustio važan incident, sugeriraju sucu pregled snimke. Nakon pregleda, glavni sudac može odlučiti promijeniti svoju prvotnu odluku.

U nekim slučajevima, sudac može donijeti konačnu odluku bez potrebe za pregledom snimke na terenu, već na temelju opisa situacije koji dobije od VAR tima, osobito u situacijama poput zaleđa ili određivanja mjesta prekršaja.

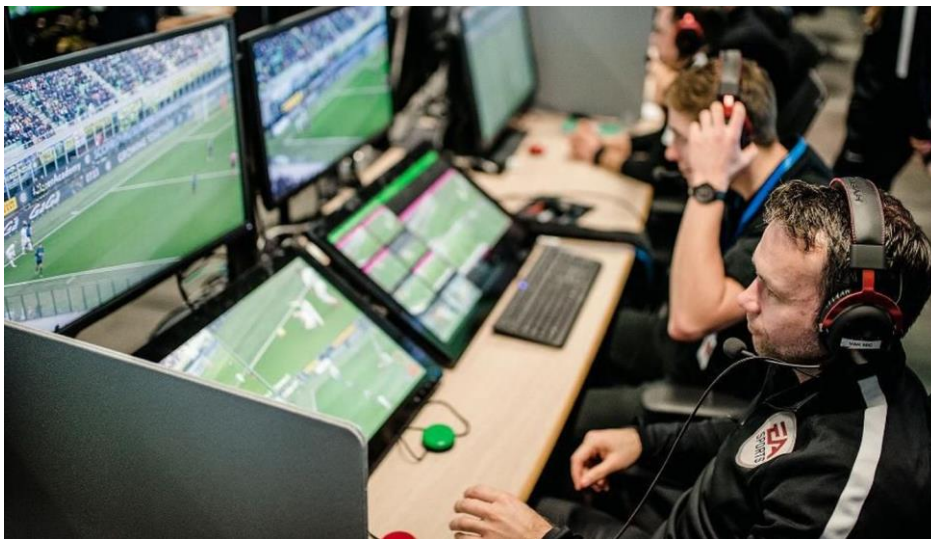
Razvoj VAR tehnologije započeo je još 2010. godine u Nizozemskoj, gdje je prvi put testirana tijekom sezone 2013./2014. Nakon početnih testiranja, VAR je korišten u različitim zemljama poput Australije te na Svjetskom klupskom prvenstvu, a također se primjenjivao i na određenim utakmicama njemačke Bundeslige i talijanske Serie A.

Svjetsku pozornost VAR je privukao na Svjetskom prvenstvu u Rusiji 2018. godine, gdje je prvi put primijenjen na globalnoj razini. Od tada, VAR je postao standardan alat u nogometu diljem svijeta. U Hrvatskoj je VAR tehnologija uvedena početkom 2020. godine, u najvišem rang domaćeg nogometnog natjecanja.

Primjena VAR-a na Svjetskom prvenstvu u Rusiji rezultirala je najvećim brojem dosuđenih kaznenih udaraca u povijesti tog natjecanja – čak 28 puta, u usporedbi s 13 kaznenih udaraca na Svjetskom prvenstvu u Brazilu 2014. i 18 na prvenstvu u Japanu i Južnoj Koreji. Zanimljivo, na istom prvenstvu zabilježeno je samo 4 izravna isključenja, dok je na Svjetskom prvenstvu u Njemačkoj 2006. godine bilo čak 28 isključenja.

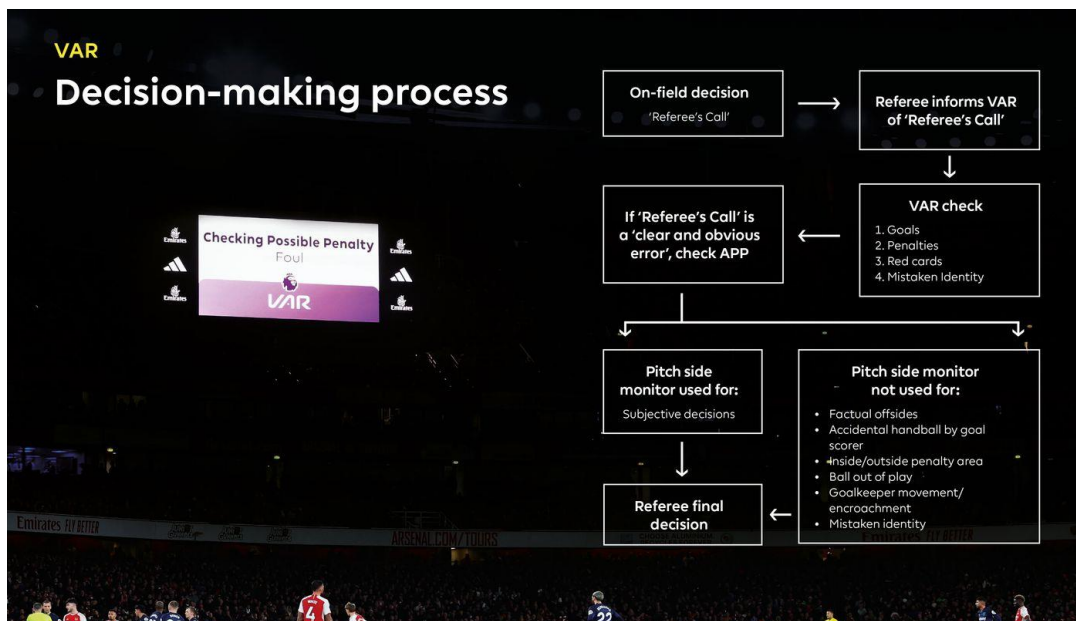
VAR se pokazao korisnim i u Hrvatskom nogometnom prvenstvu (HNL). Tijekom prve godine primjene, VAR je korišten na 144 utakmice i intervenirao u 97 situacija, što je rezultiralo promjenom 68 odluka. Od toga, šest puta je odluka o zaleđu promijenjena u pogodak, dok je u sedam slučajeva prvotno priznat pogodak poništen zbog zaleđa.

Slika 7. VAR suci u Video Operacijskoj Sobi (VOR)



Izvor: <https://www.premierleague.com/VAR> (pristup 26.08.2024.)

Slika 8. Primjer procesa donošenja VAR odluka



Izvor: <https://www.premierleague.com/VAR> (pristup 26.08.2024.)

4.1.1. Poluautomatizirana tehnologija za određivanje zaleđa (SAOT)

Poluautomatizirana tehnologija za određivanje zaleđa (SAOT) prvi put je korištena na Svjetskom prvenstvu u Kataru.

Ova tehnologija uključuje sustav od 12 kamera postavljenih na krovu stadiona i senzor unutar lopte. Senzor u lopti šalje informacije o njenom položaju u VAR sobu čak 500 puta u

sekundi. Kamere istovremeno prate kretanje lopte i igrača, prikupljajući podatke s 29 različitih točaka na tijelima igrača, koje se također šalju u VAR sobu, 50 puta u sekundi.

Računalni sustav precizno identificira trenutak kada je lopta upućena i prikazuje položaj igrača putem 3D animacije, koju suci koriste za donošenje odluke.

Prije nego što je SAOT uveden na Svjetskom prvenstvu, tehnologija je bila testirana na Arapskom kupu, Svjetskom klupskom prvenstvu i u grupnoj fazi UEFA Lige prvaka.

4.2. Analitika; prikupljanje podataka i informatika

Sportska analitika predstavlja jedan od najznačajnijih napredaka u ovoj oblasti u posljednjim godinama. Korištenjem matematičkih modela i analize velikih količina podataka, stručnjaci mogu bolje razumjeti sposobnosti, trendove i obrasce kako bi poboljšali performanse i predvidjeli rezultate sportskih događaja. Korištenje EPT-a, videoanalize i drugih analitičkih alata omogućuje trenerima i analitičarima razvoj boljih strategija, procjenu učinka igrača i analizu protivnika. Ovi alati pružaju ključne informacije za poboljšanje treninga i taktike. „Danas, svaki veći profesionalni sportski klub ima ili odjel za analitiku ili stručnjaka za analitiku. Timovi ljudi moraju skenirati bilješke od skauta, pretvoriti te PDF datoteke u Excel, a zatim ih proslijediti vrhunskim analitičarima.“ (Perinović i Kumiša, 2020.) Na temelju tih analiza matematičari kreiraju važne statističke informacije koje skauti i menadžeri primjenjuju za ocjenu koji igrač je najprikladniji za tim i koji su najbolji trenuci za angažiranje određenih igrača. Ovaj proces pomaže u stvaranju sveobuhvatnog profila igrača kako bi se odlučilo o njegovoj vrijednosti za tim, bilo da se radi o potpisivanju ugovora ili kupovini iz drugog kluba.

Analitika je postala ključna za profesionalni sport i značajna prednost u konkurenciji. Timovi koji zanemaruju analitičke metode riskiraju gubitak konkurentnosti. Rastući interes za analitičke podatke očituje se i među navijačima, koji sve više prate analitičke sadržaje i statistike. Primjer takvih sadržaja je web stranica „FiveThirtyEight.com“, koju je Nate Silver pokrenuo 2008. godine. Stranica, koja je dio mreže za zabavne i sportske programe (engl. *Entertainment and Sports Programming Network*) (ESPN-a), zapošljava preko 20 novinara koji se bave analizom podataka i pružanjem uvida u predstojeće sportske sezone. Silverove metode bile su toliko uspješne u sportu da su se proširile na politiku, gdje je njegov sustav analitike 2008. godine predvidio rezultate 49 od 50 američkih saveznih država na predsjedničkim izborima.

Web stranice poput „FiveThirtyEight.com“ koriste sofisticirane sustave za analizu prethodnih rezultata, omjera pobjeda i poraza te povijesti protivnika kako bi predvidjele ishode

budućih sportskih događaja. U košarci, primjerice, tehnologija "Praćenje igrača" analizira pokrete na terenu putem šest kamera instaliranih na stropovima arena, prateći kretanje igrača i lopte 25 puta u sekundi. Ovi podaci omogućuju detaljno razumijevanje performansi igrača kroz statistike o brzini, udaljenosti, interakciji s loptom i drugim faktorima. Iako ove tehnologije nude ogromne količine podataka, izazov je u određivanju koji su od njih važni za timsko unapređenje i donošenje odluka o selekciji sportaša. Prekomjerna množina informacija može izazvati konfuziju, a uspjeh tima ovisi o tome kako stručnjaci interpretiraju i primjenjuju te podatke. Analitika će se i dalje razvijati i postati još važnija, no za maksimalne rezultate potrebna je ekspertiza trenera i taktičara koji će optimizirati korištenje tih informacija.

Napredak u tehnologiji omogućio je prikupljanje velikih količina podataka tijekom utakmica, no često postoji razlika između obujma prikupljenih informacija i njihove obrade na način koji je zaista koristan. Studije poput onih koje su proveli Joachim Gudmundsson i Michael Horton sa Sveučilišta u Sydneyju istražuju izazove u analitičkom procesu.

Ovaj pristup prikupljanju podataka može se koristiti za sportove u kojima se dvije ekipe natječu za kontrolu lopte na zatvorenom terenu. Cilj svake ekipe je postizanje što većeg broja pogodaka, dok se istovremeno nastoji spriječiti protivnikovo postizanje pogodaka. „Sportovi koji dijele tu strukturu uključuju nogomet, košarku, hokej na ledu, hokej na terenu, ragbi, rukomet, australski nogomet, američki nogomet, lacrosse itd. Međutim, većina podataka dolazi od igara poput profesionalnog nogometa i košarke koji imaju sredstva za prikupljanje tih podataka.“ (Perinović i Kumiša, 2020.)

Ovi zapisi uključuju putanje igrača i lopte, te zapisnike o ključnim događajima poput dodavanja i pucanja. Napredne tehnologije omogućuju snimanje tih putanja s velikom frekvencijom, što omogućuje detaljnu analizu. Važno područje u sportskoj analitici je mrežna znanost, koja tretira igrače kao čvorove povezane linijama kada lopta putuje između njih. Ova metoda omogućuje detaljnu analizu timskog rada i učinkovitosti, a matematički alati za analizu mreža značajno unapređuju ovu vrstu istraživanja.

4.2.1. Zaštita privatnosti sportaša i vlasništvo nad podacima

Sportska industrija obrađuje veliki broj osobnih podataka sportaša, uključujući podatke potrebne za registraciju, sklapanje ugovora, kao i naprednu obradu medicinskih, biometrijskih i genetskih informacija. Najosjetljiviji podaci su oni povezani sa zdravstvenim stanjem sportaša. U današnjem okruženju, obrada osobnih podataka postala je uobičajena praksa u sportu, bilo da se radi o profesionalnim ili rekreativnim aktivnostima. Za profesionalne

sportaše, podaci se često obrađuju kako bi se poboljšale performanse i optimizirali treninzi putem medicinskih analiza, kontinuiranog praćenja zdravlja i prilagodbe sportske opreme. U rekreativnim sportovima, obrada podataka obično je opcionalna i ovisi o izboru sportaša koji koristi uređaje poput pametnih satova ili fitness narukvica za praćenje fizičkih aktivnosti.

Sport je kompleksno područje s velikim potencijalom za komercijalnu primjenu. Ovisno o vrsti sporta i svrsi obrade, mogu se obrađivati različite vrste osobnih podataka:

- **Identifikacijski podaci:** Prezime, ime, jedinstveni identifikatori (npr. osobni broj, broj osobne iskaznice), sportski broj ili registracijski broj.
- **Podaci o zdravlju:** Medicinske analize i rezultati, kontinuirano praćenje zdravlja s pomoću eHealth uređaja (npr. otkucaji srca putem fitness narukvica), podaci o zdravstvenim problemima, liječenje lijekovima, informacije o invaliditetu kod paraolimpijskih sportaša.
- **Biometrijski podaci:** Otisci prstiju, mjerenja težine, visine i druge tjelesne karakteristike.
- **Preferencije subjekta:** Informacije o omiljenoj sportskoj opremi, sponzorima i druge osobne preferencije.
- Ostali podaci uključuju slike, spol, rasu, lokaciju, veličinu sportske opreme, personalizirani jelovnik i programe treninga.

U nogometnim utakmicama može se generirati više od 15 milijuna podataka u 90 minuta. Sportske organizacije koriste nosivu tehnologiju u odjeći za praćenje performansi igrača, uključujući brzinu, otkucaje srca, umor i hidrataciju. Ova tehnologija pomaže u analizi i preporukama za poboljšanje izvedbe, dok se klubovi oslanjaju na pristanak sportaša za prikupljanje i analizu podataka. Prema Europskom odboru za zaštitu podataka, klubovi moraju osigurati da su podaci zaštićeni, a proces pristanka jasan i informiran, kako bi se izbjegle nepravilnosti.

U skladu s GDPR-om, sportske organizacije trebaju voditi evidenciju o prikupljenim podacima, osigurati pravilan pristup i zaštitu podataka te pružiti informacije o načinu obrade podataka. Zakonita obrada podataka mora biti poštena i transparentna. Klubovi trebaju implementirati sustave za zaštitu podataka i pravilan odgovor na zahtjeve za pristup ili brisanje podataka. Također, trebaju redovito pregledavati i ažurirati sigurnosne mjere kako bi osigurali zaštitu osjetljivih informacija.

4.3. Umjetna inteligencija (AI) u sportu

„Umjetna inteligencija je znanstvena disciplina koja se bavi izgradnjom računalnih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije, tj. rade poslove koje bi zahtijevale inteligenciju kada bi ih obavljali ljudi.“ (Ivašić-Kos, 2021.) Primjer inteligentnog ponašanja je sposobnost pretvaranja sirovih senzorskih podataka, poput slika i zvukova, u korisne informacije. Računalni vid, grana umjetne inteligencije, usmjeren je na razvoj sustava koji automatski analiziraju multimedijske podatke kako bi računala mogla "vidjeti" i interpretirati okolinu.

Statistički podaci su oduvijek bili ključni za sportski sektor, no umjetna inteligencija (UI) značajno je unaprijedila angažman publike i strategije igre. Napredni algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja omogućuju analizu velikih količina podataka, što doprinosi unapređenju programa treninga i strategija. Razvoj tehnologije poluvodiča poboljšava senzore, obrada podataka i povezanost, dok učinkovita analiza podataka zahtijeva brze i moćne AI poluvodičke čipove. U posljednjim godinama, umjetna inteligencija je brzo napredovala i prisutna je u gotovo svim sektorima, uključujući sport koji se razvija u značajnu globalnu industriju. Rast interesa za velike sportske događaje kao što su NBA finala, Super Bowl, Lige prvaka, Wimbledon i Svjetsko prvenstvo u kriketu, doveo je do toga da je vrijednost sportske industrije u 2023. godini premašila 500 milijardi dolara.

Danas je gotovo nezamislivo govoriti o sportu bez spominjanja umjetne inteligencije, koja je postala neizostavni dio ove industrije. Postoji mnogo primjera koji to potvrđuju: „FIFA je na Svjetskom prvenstvu u nogometu 2012. u Japanu predstavila tehnologiju „Goal-Line Technology” koja sucima pomaže u određivanju je li lopta prešla liniju gola. NBA koristi tehnologiju za praćenje kretanja igrača uz pomoć umjetne inteligencije i strojnog učenja za analizu strategija igrača tijekom utakmica. Tour de France koristi umjetnu inteligenciju za analizu utrke u stvarnom vremenu, dajući uvid u performanse biciklista i taktike timova. Major League Baseball (MLB) koristi umjetnu inteligenciju za sustav Statcast koji pruža naprednu analitiku poput izlazne brzine i kuta udarca lopte.“ (Milosns.eth, 2024.)

Ovo su samo neki od primjera globalno poznatih sportskih događaja u kojima odluke donesene u djeliću sekunde mogu značajno utjecati na ishod utakmice. Ključna prednost ovih inovacija leži u sposobnosti umjetne inteligencije da brzo i precizno analizira velike količine podataka, što može predstavljati izazov za ljudske analitičare zbog obima i složenosti informacija. Ovo omogućava trenerima, igračima, pa čak i navijačima, donošenje odluka temeljenih na pouzdanim informacijama dobivenim iz tih analiza. Moderni tehnološki alati

omogućuju to predviđanje ishoda utakmica pomoću algoritama strojnog učenja i identificiranje prednosti i slabosti kroz naprednu analizu metrika.

Neki od primjera primjene umjetne inteligencije u sportu:

1. **Analiza i unaprjeđenje tjelesne sposobnosti:** Umjetna inteligencija značajno poboljšava procjenu performansi sportaša. Pomoću umjetne inteligencije, treneri i analitičari mogu detaljno analizirati razne aspekte, poput promjena u otkucajima srca ili dinamici pokreta tijekom igre ili treninga, što im omogućuje dublje razumijevanje fizičkog stanja svakog pojedinca. Ovi podaci nisu važni samo za poboljšanje individualnih performansi, već i za prevenciju ozljeda koje bi mogle završiti sportsku karijeru. Jedna od najnaprednijih primjena umjetne inteligencije u ovom kontekstu je prediktivna analitika. Algoritmi umjetne inteligencije analiziraju velike količine podataka, uključujući opterećenje tijekom treninga, biomehaniku i povijest ozljeda, kako bi prepoznali obrasce i faktore rizika koji bi mogli proći nezamijećeni ljudskim okom. Ova sposobnost predviđanja omogućuje trenerima i medicinskim timovima da interveniraju prije nego što dođe do ozljede te prilagode programe treninga i oporavka specifičnim potrebama svakog sportaša.
2. **Regrutacija i pronalaženje mladih talenata** (engl: *Scouting*): Prošla su vremena kada su se skauti oslanjali isključivo na vlastito iskustvo i procjenu. Današnji skauti koriste algoritme umjetne inteligencije koji kontinuirano analiziraju razne podatke u potrazi za budućim zvijezdama. Ti algoritmi pretražuju ogromne količine statističkih podataka o izvedbama, biometrijskih informacija, pa čak i videozapisa, kako bi procijenili potencijalne talente. Tako otkrivaju uzorke i potencijale koje bi čak i najiskusniji skaut mogao previdjeti.

Preciznost i efikasnost: Umjetna inteligencija omogućava preciznu procjenu igračevih performansi, fizičkih karakteristika i čak predviđanje budućeg razvoja. Ovaj pristup, koji se temelji na podacima, smanjuje subjektivnost i pretpostavke, osiguravajući da prepoznavanje talenata bude zasnovano na pouzdanim i mjerljivim kriterijima.

Globalni doseg: Uz pomoć umjetne inteligencije, skauting postaje globalno dostupan. Mogućnost analize igrača iz svih dijelova svijeta osigurava da nijedan potencijalni talent ne bude zapostavljen, što je posebno značajno u sportovima gdje sljedeća velika zvijezda može doći iz bilo kojeg dijela planeta.

3. **Unaprjeđenje sportske strategije uz pomoć umjetne inteligencije:** Umjetna inteligencija igra ključnu ulogu u razvoju sportskih strategija, a njezina primjena obuhvaća analizu ogromnih količina podataka, razumijevanje taktika suparnika i predviđanje rezultata.

Odluke vođene podacima: Algoritmi umjetne inteligencije omogućuju brzu i preciznu analizu velikih količina podataka, što nadmašuje ljudske mogućnosti. Kroz detaljnu analizu statistika, povijesti utakmica i snimaka igrača, UI pruža trenerima i analitičarima duboke uvide u strategije suparnika, te preporučuje optimalne protumjere.

Analiza protivnika: Umjetna inteligencija ne fokusira se isključivo na vlastitu momčad, već detaljno proučava stil igre, prednosti i slabosti protivnika. Takve informacije su od presudne važnosti za izradu strategija koje mogu uspješno neutralizirati taktike suparničke ekipe.

Prediktivno modeliranje: Prediktivne sposobnosti umjetne inteligencije mijenjaju način na koji se planiraju igre. Analizirajući faktore poput performansi igrača, vremenskih uvjeta i povijesnih podataka, UI modeli mogu predvidjeti ishode utakmica, pomažući tako stratezima u donošenju informiranih odluka. Dok igrači na terenu izvode svoje zadatke, umjetna inteligencija kontinuirano analizira situaciju u stvarnom vremenu, omogućujući brze prilagodbe strategija. Sustavi UI-a mogu predložiti idealne postavbe i taktičke promjene tijekom utakmice, osiguravajući da ekipa bude spremna na promjenjive uvjete igre.

4. **Personalizirani planovi treninga i prehrane:** Umjetna inteligencija omogućuje personalizirani pristup treninzima analizirajući velike količine podataka, uključujući biometrijske informacije i statistike o izvedbi. Na temelju tih podataka, AI sustavi kreiraju individualizirane planove treninga koji odgovaraju specifičnim potrebama svakog sportaša. Ovaj pristup ne samo da poboljšava performanse, već i optimizira rezultate prilagođavanjem prednostima, slabostima i ciljevima svakog pojedinca. U području prehrane, umjetna inteligencija djeluje kao virtualni nutricionist, razvijajući personalizirane planove obroka koji uzimaju u obzir raspored treninga, prehrambene preferencije i specifične prehrambene potrebe sportaša. Ovaj sustav omogućuje sportašima da imaju plan prehrane koji je precizno prilagođen, kao da imaju osobnog nutricionista sposobljenog za obradu i analizu podataka na novi, napredni način.

5. **Prediktivna analitika za rezultate utakmica:** Analizom podataka o protivnicima, timovi mogu identificirati obrasce i sklonosti, što im omogućuje stvaranje strategija koje nisu samo reaktivne, već i proaktivne. Predviđanjem vjerojatnih ishoda utakmica, treneri mogu razviti učinkovitije taktičke planove i donositi informirane odluke u ključnim trenucima igre. Osim toga, u kontekstu sportskog klađenja, predikcije vođene umjetnom inteligencijom donose značajnu prednost kladioničarima. Ove predikcije pružaju statistički utemeljene uvide, nadmašujući intuiciju ili osobne predrasude.
6. **Angažiranje navijača:** Umjetna inteligencija donosi novu eru personaliziranih iskustava za obožavatelje. Analizom preferencija i ponašanja publike, AI platforme mogu prilagoditi sadržaj, promocije i interakcije prema interesima pojedinaca. Ova razina prilagodbe poboljšava angažman navijača i stvara dublju povezanost sa sportom i timovima koje prate. S umjetnom inteligencijom, iskustvo gledanja sportskih događaja značajno je unaprijeđeno. Napredni kutovi kamera i proširena stvarnost pružaju bogatije vizualno iskustvo, dok virtualna stvarnost i interaktivne funkcije omogućuju dublju povezanost s događajem, gotovo kao da su gledatelji sami dio igre. Uz to, AI pokreće virtualne asistente i chatbotove koji komuniciraju s obožavateljima, odgovaraju na njihova pitanja, pružaju informacije i nude personaliziranu podršku. Ova interakcija u stvarnom vremenu povećava angažman navijača, ne samo tijekom utakmica, već i prije i nakon njih:

Nogomet – U nogometu, Google Jacquard tehnologija integrirana u uloške cipela koristi strojno učenje za praćenje kretanja, poput udaraca lopte i trčanja. Ovi podaci mogu se prikazati u virtualnom okruženju, poboljšavajući interakciju navijača i pružajući detaljniji uvid u igru.

Golf – Altairova rješenja za golf koriste umjetnu inteligenciju za simulaciju, strojno učenje i analizu podataka kako bi optimizirali dizajn golf palica. Prilagodbe usmjerene na faktore poput težišta, izdržljivosti i rotacije omogućuju stvaranje palica koje zadovoljavaju specifične potrebe igrača.

Tenis – Teniski reket Hitekwi koristi modele za pretvaranje teksta u slike, kao što su DALL-E i Midjourney, za inovativan dizajn. Ovaj reket kombinira lakšu i čvrstu konstrukciju s futurističkim izgledom, poboljšavajući performanse na terenu.

Formula 1 – U Formuli 1, momčadi koriste simulacije vođene umjetnom inteligencijom, koje pružaju partneri poput AWS-a, Della i Oraclea, za

optimizaciju strategija utrka. Analizom varijabli poput vremenskih uvjeta, konkurencije, zaustavljanja u boksu i mehaničkih problema, ove simulacije pomažu u prepoznavanju slabosti automobila i potencijalnih kvarova, pomažući timovima da učinkovitije upravljaju svojim resursima.

7. **Suđenje i pravednost igre:** Upotreba umjetne inteligencije u suđenju sportskih događaja temelji se na naprednim tehnologijama koje mogu asistirati ili potpuno preuzeti proces donošenja odluka. Ove tehnologije uključuju algoritme strojnog učenja, računalni vid i analizu podataka u stvarnom vremenu, a cilj im je osigurati preciznost i nepristranost u donošenju odluka. Time se smanjuje utjecaj ljudskih grešaka koje mogu dovesti do kontroverznih odluka i povećava integritet igre. Jedan od najzapaženijih primjera implementacije umjetne inteligencije u sportskom suđenju je upotreba sustava za praćenje lopte. Ovi sustavi, koji koriste visokom brzinom snimajuće kamere i senzore, omogućavaju izuzetno precizno praćenje kretanja lopte, njezine putanje i pozicije. U sportovima kao što su tenis i kriket, takve tehnologije su postale ključne za donošenje odluka o linijama i razrješavanje spornih situacija.

Međunarodni olimpijski odbor (MOO) primijenio je umjetnu inteligenciju kako bi spriječio bilo kakvo zlostavljanje na društvenim mrežama za 15 tisuća sportaša i dužnosnika tijekom Olimpijskih igara u Parizu 2024. godine. Na tim igrama sudjelovalo je više od 10.500 sportaša u 32 sportske discipline. Ruskim i bjeloruskim sportašima nije bilo dopušteno natjecati se pod svojim zastavama; umjesto toga, mogli su sudjelovati samo kao neutralni sportaši, što je izazvalo nezadovoljstvo u službenoj Moskvi.

Umjetna inteligencija korištena je u različitim područjima, uključujući proaktivni alat za provjeru objava na društvenim mrežama. Ovaj alat mogao je obaviti u jednoj sekundi posao koji bi ljudima trebao 16 godina.

„Automatski će brisati uvredljive objave da bi se zaštitilo sportašice i sportaše te službene osobe. Mjere će obuhvatiti sve vrste zlostavljanja, ne samo političke napade. MOO nije objavio nikakve pojedinosti o tome kakvu bi vrstu pristupa svojim korisničkim računima sportaši trebali dati.“ (Wranka, 2024.)

4.4. Virtualna i proširena stvarnost (VR/AR)

Proširena stvarnost (AR) i virtualna stvarnost (VR) predstavljaju tehnologije koje korisnicima omogućuju doživljaj uranjajućih računalno generiranih okruženja. Međutim, postoje značajne razlike između njih:

„AR uključuje preklapanje digitalnih informacija i grafike preko stvarnog svijeta, koristeći uređaje kao što su pametni telefoni ili specijalizirane naočale. Ovo omogućuje korisnicima da vide i komuniciraju s virtualnim sadržajem u kontekstu fizičkog svijeta oko njih.

S druge strane, VR potpuno zamjenjuje fizičko okruženje korisnika s potpuno uranjajućim digitalnim okruženjem. Ovo se obično postiže pomoću specijaliziranih headsetova koji blokiraju stvarni svijet i pružaju 360-stupanjski prikaz virtualnog okruženja.“ (Barça Innovation Hub, 2023.) Ukratko, proširena stvarnost se fokusira na obogaćivanje stvarnog svijeta digitalnim elementima, dok virtualna stvarnost stvara potpuno odvojeni digitalni svijet za korisničko iskustvo.

Tehnologije proširene stvarnosti (AR) i virtualne stvarnosti (VR) sve više ulaze u svijet sporta, donoseći brojne prednosti za gledatelje i sportaše. Ove tehnologije nude nove načine za obogaćivanje iskustava gledatelja i poboljšanje treninga sportaša.

Primjer za to je implementacija AR-a od strane Los Angeles Ramsa na njihovom novom stadionu SoFi. U suradnji s tvrtkom 8i, Ramsi su razvili virtualno iskustvo za navijače putem aplikacije stadion. Ova aplikacija omogućava pristup AR sadržaju, uključujući virtualne svlačionice igrača i interaktivne dijagrame igre, što obogaćuje iskustvo gledanja utakmica. Ova tehnologija može učiniti prisustvovanje sportskim događajima uživo uzbudljivijim i nezaboravnim, potičući veći angažman i odanost navijača.

Osim toga, AR i VR mogu se koristiti u televizijskim prijenosima kako bi se gledateljima pružilo interaktivnije i uranjajuće iskustvo. AR tehnologija omogućuje prikaz virtualnih grafika i informacija na ekranu, čime se gledateljima pružaju dodatne informacije o igri ili natjecanju, poboljšavajući tako iskustvo gledanja za sve tipove navijača.

AR omogućuje stvaranje virtualnih iskustava koja su dostupna s bilo kojeg mjesta, čime navijačima koji ne mogu fizički prisustvovati događajima pruža priliku da osjete uzbuđenje natjecanja. Ovo je osobito korisno za timove i organizacije koje imaju velik broj navijača u udaljenim ili raspršenim područjima.

Druge primjene AR i VR tehnologija

Pored poboljšanja iskustva gledatelja, AR i VR tehnologije također nude velike prednosti za sportaše i timove u treningu i analizi performansi. Na primjer, VR se koristi za simulaciju scenarija igre, što omogućava sportašima da vježbaju i unapređuju svoje vještine u kontroliranom okruženju. Ovo je korisno posebno u situacijama kada fizički treninzi nisu mogući zbog ograničenja poput *COVID-19*.

Također, AR i VR tehnologije mogu otvoriti nove mogućnosti za sponzore i oglašivače. Na primjer, oglašivači mogu koristiti AR za prikaz virtualnih reklama na terenu tijekom utakmica,

što nudi inovativan način za doseganje publike i može donijeti dodatne prihode timovima i organizacijama.

Sveukupno, AR i VR tehnologije imaju potencijal da unaprijede iskustvo gledatelja, poboljšaju performanse timova i obogate način gledanja sportskih događaja. S razvojem i širenjem ovih tehnologija, možemo očekivati da će sve više sportskih timova i organizacija početi koristiti ove inovacije u svojim aktivnostima.

Izazovi i budućnost AR i VR u sportu

Jedan od glavnih izazova za široku primjenu AR i VR u sportu je visoka cijena njihove implementacije. Razvoj i primjena ovih tehnologija mogu biti skupi, što može ograničiti pristup timovima i organizacijama s manjim budžetima. Također, postoji zabrinutost da bi virtualne grafike i informacije mogle ometati tradicionalno gledanje sportskih događaja.

Unatoč ovim izazovima, očekuje se da će AR i VR igrati sve važniju ulogu u sportskom prijenosu kako tehnologije postaju pristupačnije. Ove inovacije imaju potencijal značajno obogatiti iskustvo navijača i poboljšati performanse timova, a njihov razvoj u budućnosti mogao bi donijeti nove, uzbudljive mogućnosti u svijetu sporta.

4.5. Nanotehnologija u sportu

Jedna od bitnih točaka tehnološke upotrebe u sportu je upotreba nanotehnologije. Nanotehnologija omogućuje preciznu kontrolu molekularnih struktura i atoma na ljestvici nanometra. Ova tehnologija omogućuje razvoj posebnih materijala koji se odlikuju jedinstvenim svojstvima, zbog čega je nanotehnologija svojevrsna revolucija u izradi sportske opreme. Danas, proizvođači sportske opreme koriste napredne materijale i proizvodne tehnike koje poboljšavaju fleksibilnost, otpornost, trajnost, snagu, i termoregulaciju proizvoda. Vjeruje se da nanotehnologija nudi značajne mogućnosti za sport i da će njezina primjena u budućnosti biti sve raširenija.

Trenutno, najistaknutiji materijali uključuju karbonske nanocjevčice, koje su šest puta lakše od čelika i više od sto puta čvrste, s čvrstoćom usporedivom s dijamantima. Ovi materijali su donijeli novo doba u dizajnu sportske opreme.

Interdisciplinarna priroda nanotehnologije omogućuje brojne inovacije koje rezultiraju proizvodima dizajniranim za sportske aktivnosti. Oprema izrađena s pomoću nanotehnologije značajno se razlikuje od konvencionalne sportske opreme i nudi velik potencijal za daljnju primjenu u sportu. Korištenjem kristalno čistih ugljikovih molekula, stvaraju se razni oblici

odjeće, obuće i opreme koji smanjuju rizike, povećavaju izdržljivost i istovremeno koriste lakše materijale.

Nanotehnologija predstavlja najnoviji tehnološki napredak u manipulaciji materijom na razini atoma i molekula, što omogućuje poboljšanje performansi različitih materijala. Ova tehnologija najčešće se koristi u sportovima poput plivanja, biciklizma, skijanja i trčanja, koji su pretežno aerobne tjelesne aktivnosti. Posebno u plivanju, nanotehnološki materijali su donijeli prednost sportašima, što je potaknulo dodatna istraživanja i regulacije.

Cilj nanotehnologije je maksimizirati učinkovitost materijala dok se minimizira njihova težina, sve u svrhu očuvanja sportskih rezultata. Nanomaterijali su poboljšali učinkovitost treninga i performanse sportaša.

Nanotehnologija se koristi u izradi tenisica, koje su ključni dio sportske opreme. Ova tehnologija omogućava integraciju mikročipa u tenisice, što značajno povećava broj operacija koje se mogu izvoditi u jednoj sekundi. Ove tenisice pomažu u boljoj apsorpciji udaraca, smanjenju opterećenja na zglobove i poboljšanju performansi sportaša. Nanotehnologija se ne koristi samo za izradu sportske odjeće i obuće, već i za razvoj sportskih dodataka i opreme. Među najistaknutijim primjerima primjene ove tehnologije su proizvodnja golf palica i teniskih reketa.

„Važnost nanotehnologije prepoznao je niz velikih kompanija koji ulažu u razvoj tehnološki naprednih dodataka koji će koristiti sportašima. Razvoj ove tehnologije vrlo je skup i teško je dostupan svim sportašima, ali kao produkt poslovanja kompanija koje se koriste nanotehnologijom nastaju različiti proizvodi kojima se mogu koristiti profesionalni sportaši i rekreativci.“ (Hercigonja, 2022.)

4.6. Biometričko praćenje

Biometrija se koristi u sportu za prepoznavanje talenata, procjenu rizika od ozljeda i ocjenu spremnosti sportaša. Riječ je o analizi podataka u složenim uvjetima kako bi se identificirali ključni faktori poput optimalnih performansi, rizika od ozljeda ili potencijala sportaša.

Potreba za naprednijim alatima za biometrijsku analizu i bolje prepoznavanje talenata je očita. U NFL-u, na primjer, samo oko 53 % igrača izabranih u prvom krugu drafta pokazuje dugoročan uspjeh. „Biometrija može pomoći u identificiranju rizika od ozljeda i u određivanju kada je sigurno da se sportaši vrate na teren, kao i u procjeni spremnosti sportaša kako bi se odredilo kada će postići optimalne performanse. Nosivi uređaji su bili posebno korisni za ovo tijekom pandemije COVID-19.“ (Booton, 2020.) S razvojem tehnologije, biometrija

omogućuje sve preciznije analize ozljeda i procesa oporavka. Na primjer, oporavak od potresa mozga može trajati dulje nego što se prethodno smatralo, a napredna tehnologija pomaže u bolje razumijevanju tih procesa.

Kretanje je ključan faktor u sportskim performansama. Analizom funkcionalnih obrazaca kretanja, stručnjaci mogu utvrditi kako sportaš izvodi određene pokrete i prilagoditi trening kako bi poboljšali efikasnost ili smanjili rizik od ozljeda. S pomoću naprednih sustava za analizu kretanja, kao što su kamere i senzori, može se bolje razumjeti pun raspon kretanja sportaša i prilagoditi treninge njihovim potrebama.

Hidratacija također ima značajan utjecaj na performanse. Dehidracija može značajno usporiti sportaše, a tradicionalne metode procjene hidratacije nisu uvijek točne. Nove tehnologije koje mjere promjene u znoju omogućuju preciznije praćenje hidratacije i sprečavanje ozbiljnih problema poput toplinskih bolesti.

U budućnosti, tehnologija će se nastaviti razvijati prema pametnim kamerama koje mogu automatski pratiti i analizirati kretanje sportaša. Ove kamere trebaju biti neprimjetne i jednostavne za korištenje, omogućujući sportašima da dobiju jasne i korisne informacije o svojim performansama bez dodatnog opterećenja.

4.7. BlockChain tehnologija

„Blockchain tehnologija se pojavila kao velika promjena u različitim industrijama, a svijet sporta nije iznimka. Od poboljšanja angažmana navijača do osiguravanja transparentnosti u prodaji karata i robe, blockchain ima potencijal revolucionizirati način na koji doživljavamo i upravljamo sportom.“ (Yellowbrick, 2023.)

Poboljšanje angažmana navijača – Blockchain tehnologija značajno utječe na način na koji se navijači povezuju sa svojim omiljenim timovima i sportašima. Kroz blockchain-platforme, navijači mogu ostvariti jedinstvena iskustva, kao što su posjedovanje digitalnih kolekcionarskih predmeta, ekskluzivni sadržaji ili čak virtualni udjeli u sportskim timovima. Ova tehnologija ne samo da jača vezu između navijača i timova, već također stvara nove izvore prihoda za sportske organizacije.

Transparentnost u prodaji karata i robe – Problemi poput prevare s kartama i krivotvorene robe dugo su prisutni u sportu. Blockchain može riješiti ove probleme pružajući sigurnu i transparentnu platformu za prodaju karata i robe. Korištenjem blockchain tehnologije, sportske organizacije mogu jamčiti autentičnost svojih proizvoda i karata, smanjujući rizik od prevara i očuvavajući reputaciju branda.

Pametni ugovori i upravljanje igračima – Blockchain može pojednostaviti izradu i upravljanje ugovorima s igračima. Pametni ugovori omogućuju automatsko upravljanje različitim aspektima ugovora, kao što su uvjeti plaćanja, poticaji za performanse i raspodjela tantijema. Ovi ugovori su transparentni, sigurni i provedivi, što smanjuje potrebu za posrednicima i smanjuje mogućnost sporova, čime koristi i igračima i sportskim organizacijama.

Praćenje performansi sportaša – Blockchain tehnologija može poboljšati praćenje i analizu performansi sportaša. Integracijom nosivih uređaja i IoT senzora s blockchainom, sportske organizacije mogu sigurno prikupljati i pohranjivati podatke o performansama sportaša. Ovi podaci mogu pomoći u optimizaciji treninga, prepoznavanju rizika od ozljeda i poboljšanju ukupnih performansi. Blockchain također osigurava privatnost podataka sportaša, dajući im kontrolu nad vlastitim informacijama.

Sigurno i transparentno klađenje – Industrija sportskog klađenja, vrijedna milijarde dolara, često se suočava s problemima poput prijevara i nedostatka transparentnosti. Blockchain može unijeti povjerenje i integritet u klađenje. Snimanjem svih transakcija na distribuiranoj knjizi, blockchain omogućava transparentnost i sprječava manipulaciju. Pametni ugovori mogu automatizirati isplate, osiguravajući pravovremene dobitke bez sporova.

Mjere protiv dopinga – Očuvanje čistog i poštenog sporta je od velike važnosti. Blockchain tehnologija može pomoći u borbi protiv dopinga stvaranjem transparentnog i nepromjenjivog zapisa o rezultatima testiranja sportaša. Pohranjivanjem tih podataka na blockchain, sportske organizacije mogu spriječiti manipulaciju i osigurati integritet testiranja, štiteći tako reputaciju sportaša i održavajući poštene uvjete natjecanja.

U zaključku, blockchain tehnologija ima potencijal da značajno transformira sportsku industriju poboljšanjem angažmana navijača, osiguravanjem transparentnosti u prodaji karata i robe, pojednostavljivanjem upravljanja ugovorima, unapređenjem praćenja performansi sportaša, sigurnošću u klađenju i podrškom mjerama protiv dopinga.

4.8. E-sport i digitalizacija u sportu

E-sportovi obuhvaćaju raznovrsne žanrove i kategorije video igara, koje se značajno razlikuju po svojim karakteristikama. Elektronički sport, ili e-sport, predstavlja natjecateljsko igranje videoigara na profesionalnoj razini, gdje se igrači međusobno natječu slično kao u tradicionalnim sportovima poput nogometa ili košarke. Međutim, ključna razlika je u tome što je e-sport virtualan, omogućujući igračima da sudjeluju iz svojih domova. Kvalifikacije se često

održavaju online, dok se profesionalna natjecanja obično organiziraju offline, na unaprijed odabranim lokacijama, što može imati pozitivne učinke na turizam.

„E-sportovi su globalna industrija u procvatu u kojoj se vješti igrači videoigara natječu. Na isti način na koji tradicionalni sportovi imaju natjecanja u bejzbolu, košarci ili nogometu, e-sportovi obuhvaćaju natjecanja u raznim videoigramama.“ (Šarković, 2023.) Iako mnogi smatraju da je riječ o hobiju mladih, e-sportovi su stvaran i unosan sektor, s više od 380 milijuna gledatelja širom svijeta. Ova industrija nudi brojne prilike za monetizaciju, s popularnim igrama poput League of Legends, Counter-Strikea i Dote 2.

E-sportovi omogućuju igračima da zarađuju novac kroz profesionalno natjecanje ili prijenos (engl. *Streaming*). Dok profesionalni igrači osvajaju velike nagrade na globalnim turnirima, streameri privlače publiku i prihode putem donacija i pretplata. Popularnost e-sportova raste, s velikim turnirima koji privlače tisuće obožavatelja i milijune gledatelja na internetu (engl. *Online*).

E-sportovi se također ističu jer omogućuju sudjelovanje bez obzira na fizičke predispozicije, čime se stvaraju jednake prilike za sve igrače. Kako industrija nastavlja rasti, očekuje se da će e-sportovi postati dominantni model u svijetu sporta, možda čak i nadmašiti tradicionalne sportove u budućnosti.

„Posljednjih godina e-sport i *streaming* video igara postali su brzo rastući oblici novih medija na internetu vođeni sve većim podrijetlom (mrežnih) igara i tehnologija emitiranja na mreži.“ (Hamari i Sjöblom, 2017. citirano u Filkas, 2021.) U svim područjima, e-sport se karakterizira kao "interaktivno praćenje, računalno posredovani sport ili natjecateljsko igranje", s različitim naglaskom na tjelesnu aktivnost, računalnu posredovanost, institucionalnu infrastrukturu i gledanost. Industrija e-sporta ima vrijednost od 1,7 milijardi USD, što ukazuje na to da se bavljenje e-sportom razvilo u ozbiljan posao, a ne samo u igru. E-sport je evoluirao u složen ekosustav koji uključuje potrošače, igrače, organizacije i druge dionike, a igrači i potrošači često su predmet istraživanja poslovnih stručnjaka.

Definicija e-sportaša

Prema istraživanjima, globalna zajednica e-sportaša i entuzijasta broji više od 495 milijuna ljudi. Od tog broja, 67 % je starije od 24 godine, dok je 64 % zaposleno. Ova grupa visoko cijeni angažman brendova u područjima koja ih strastveno zanimaju. „Utvrđeno je da su eskapizam, stjecanje znanja o igranim igrama, novost i agresivnost sportaša u e-sportu glavne karakteristike osoba koje su uključene u e-sportove.“ (Hamari i Sjöblom, 2017. citirano u Filkas, 2021.)

„Populacija e-sportaša je iznimno zahtjevna u pogledu tehničkih karakteristika dostupnih u destinaciji, i često zahtjeva brzine interneta veće od 100Mbit/s (megabita u sekundi) te tjedno ukupno potroši 17 sati na igranje, streamanje i praćenje gaming sadržaja.“ (Filkas, 2021.) Također, jedna od glavnih motivacija za putovanja među e-sportašima je posjećivanje događanja povezanih s e-sportom.

Slika 9. Dvorana tokom svjetskog prvenstva u "League of Legends"



Izvor: <https://tinyurl.com/25gl4g5y> (pristup: 27.08.2024.)

5. UTJECAJ TEHNOLOGIJE NA SPORT

„Tehnološki razvoj značajno je utjecao na razne segmente sporta koji je tijekom povijesti imao razne uloge. Služio je kao igra i zabava, priprema za ratovanje, sredstvo druženja i socijalizacije, sredstvo političkih previranja, dok je u nekoliko posljednjih desetljeća sve više istaknuta ekonomska važnost sporta kao biznisa.“ (Breslauer, N., Hublin, Breslauer, N., 2016.)

Suvremene tehnologije omogućuju prikupljanje raznih podataka o svakom odigranom meču, borbi ili utakmici, čime sport postaje zanimljiviji za gledatelje i omogućuje poboljšanje kvalitete igre. Nekada su takve tehnologije bile izuzetno skupe i dostupne samo najbogatijim natjecanjima, organizacijama i klubovima. Međutim, u posljednjih nekoliko godina, fokus tehnološkog razvoja u sportu pomaknuo se prema komercijalizaciji, s ciljem da se ove tehnologije učine dostupnijima široj javnosti. To se često postiže integracijom tehnologija s mobilnim telefonima, tabletima ili računalima. Kroz ove tehnologije moguće je pratiti različite aspekte poput:

- Energetskih karakteristika
- Tehničkih specifikacija
- Taktičkih elemenata
- Mentalnog stanja sportaša

Također, postoje brojni softverski alati koji pomažu u unapređenju sporta na različitim razinama. Na primjer, postoje programi za praćenje sportskih rezultata, analizu statistike, sustavi za prodaju karata za velike događaje, te alati koji smanjuju nasilje i crnu ekonomiju u blizini sportskih objekata, kao i marketinški sustavi za promociju sportskih proizvoda i usluga. Razina tehnološkog razvoja u sportu odražava globalnu popularnost sporta i prilike za profit. Stoga je suvremeni sport teško zamisliti bez ITC tehnologija koje ga čine dostupnim širokom krugu korisnika.

5.1. Poboljšanje performansi sportaša

Uz spomenute tehnologije poput pametnih satova, narukvica, upotrebe virtualne stvarnosti (VR/AR), značajna primjena inovacija u sportskoj tehnologiji uključuje i robotske uređaje za rehabilitaciju ozljeda. Kroz EPTS (engl. *Electronic Performance and Tracking Systems*) i druge tehnologije, sportaši mogu poboljšati svoju kondiciju, taktiku i učinkovitost, dok tehnologije poput VAR-a i poluautomatskih sustava za zaleđe doprinose preciznosti odluka u utakmicama. „Napredni roboti se koriste u fizikalnoj terapiji kako bi pomogli sportašima u procesu oporavka.

Ovi roboti pružaju preciznu kontrolu i podršku tijekom vježbi rehabilitacije, što ubrzava proces ozdravljenja i omogućuje sportašima da se vrate na teren što je brže moguće.“ (HJT.hr, 2023.)

Slika 10. Primjer primjene robotskog uređaja za rehabilitaciju ruku



Izvor: <https://tinyurl.com/23377tmt> (pristup: 28.08.2024.)

Još jedan primjer inovacija je specijalizirana oprema u sportovima kao što je plivanje, gdje se koriste kostimi koji smanjuju otpor u vodi i poboljšavaju hidrodinamiku. Ovi kostimi pomažu plivačima da postignu veću brzinu i učinkovitost, što vodi ka boljim vremenima i novim rekordima.

Napredni dijagnostički alati poput MRI³ skenera, ultrazvuka i elektromiografije (EMG⁴) omogućavaju pravovremeno otkrivanje problema i razvoj specifičnih terapijskih pristupa. Rehabilitacijski uređaji, kao što su elektrostimulacijski (EMS⁵) uređaji, pomažu sportašima u brzem oporavku od ozljeda i očuvanju mišićne mase tijekom razdoblja smanjene aktivnosti.

Dronovi su sve prisutniji na sportskim događajima, pružajući jedinstvene snimke iz zraka i nove perspektive. „Ove tehnologije omogućavaju gledateljima da prate događaje iz različitih

³ „**MRI (magnetna rezonancija)** skeniranje je test koji stvara jasne slike struktura unutar vašeg tijela koristeći veliki magnet, radio valove i računar. Zdravstveni radnici koriste MRI kako bi procijenili, dijagnosticirali i pratili različite medicinske uvjete.“ (Cleveland Clinic, 2022.)

⁴ „**EMG (elektromiografija)** je dijagnostička metoda za ispitivanje funkcije perifernog živčanog sustava (perifernih živaca i odgovora mišića) u stanju mirovanja i pokreta.“ (Kreni Zdravo, 2016.)

⁵ **EMS** – „Neinvazivna, pristupačna, sigurna i jednostavna metoda koja osigurava kontrakcije mišića korištenjem električnih impulsa i površinskih elektroda.“ (Zdravije.hr, 2022.)

kutova, poboljšavajući iskustvo gledanja i pružajući vrijedne informacije trenerima i analitičarima.“ (Mr. Sc., 2022.)

5.2. Digitalni marketing i društveni mediji

Digitalni marketing je postao presudan u sportskom sektoru zbog značajnog utjecaja digitalne transformacije na razvoj marketinških strategija. U današnje vrijeme, integracija digitalnih alata i tehnologija u marketingu sporta postala je neophodna za uspjeh. Sport, blizak industriji zabave, koristi digitalne kanale za povećanje angažmana i dosega.

„Digitalni je marketing često definiran kao skup integriranih tehnika, tehnologija i informacija koje marketingu omogućuju stvaranje novih proizvoda i usluga; ulazak na nova tržišta; poboljšavanje procesa potrebnih za uključivanje u dinamičan razgovor s ljudima koji su partneri ili kupci i na kraju ciljati, steći i zadržati kupce.“ (Šarković, 2023.) Ovaj pristup proširuje tradicionalni model marketinga, dodajući elemente poput iskustva, razmjene i evangelizacije. Fokus se pomaknuo s proizvoda na korisničko iskustvo, što omogućuje jaču povezanost između brenda i kupca.

Digitalne tehnologije omogućuju sportskim organizacijama i tvrtkama da učinkovitije dopru do svojih ciljanih skupina. Primjerice, aplikacije poput onih koje nudi Nike nude personalizirane treninge, praćenje napretka i sadržaj koji potiče angažman korisnika, čime se gradi dugotrajan odnos s potrošačem.

Prema Demiroviću (2015.), digitalni marketing predstavlja dio integriranih marketinških komunikacija koje se odvijaju na različitim digitalnim platformama, uključujući internetske portale, mobilne uređaje, društvene medije, igraće konzole, pretraživače i IP televizije. Ove platforme omogućavaju distribuciju raznih multimedijjskih sadržaja, kao što su TV programi, video, audio, tekst i slike, putem mreža koje podržavaju IP protokol uz zadržavanje željene kvalitete usluge. Prema njegovim podacima, prosječni marketinški stručnjak globalno ulaže između 20 % i 35 % svog budžeta u digitalni marketing. Tvrtke koje se bave potrošnim dobrima obično troše manje na digitalni marketing u usporedbi s proizvođačima trajnih dobara, no obje skupine mogu doživjeti pad u prodaji i profitu ako ne investiraju u digitalni marketing. Demirović navodi primjer poznatog proizvođača automobila koji je zabilježio pad prodaje između 5 % i 21 % bez digitalnog marketinga, dok je za poznatu pastu za zube pad namjere kupnje bio 14 %, odnosno 12 %. Ovi rezultati ukazuju na rastući utjecaj internet (engl. *Online*) oglašavanja na račun televizijskih i tiskovnih reklama, koje sada čine oko 30 % marketinških

budžeta. Digitalni mediji postaju ključni dodirni punkt s kupcima tijekom njihove odluke o kupnji.

Marketing se sastoji od oglašivača i objavljiivača (engl. *Publishers*). Oglašivači teže povratu investicije i povećanju prodaje, dok objavljiivači nastoje optimizirati prodaju svog oglasnog prostora i vremena. Oglašivači i objavljiivači stalno se bore za ostvarivanje svojih poslovnih interesa. Na strani objavljiivača ključnu ulogu igraju oglasne mreže, dok su za oglašivače važni marketinški interaktivni agencije, koje se bave medijskim i kreativnim aspektima. Oglasne mreže su ključne zbog svoje sposobnosti da povežu oglašivače s velikim brojem medija po optimalnim cijenama, dok objavljiivači nastoje prodati oglasni prostor što većem broju tvrtki i uz što veću cijenu. S obzirom na opadajuće prinose od oglašavanja, tvrtke nastoje ograničiti broj ponavljanja oglasa i širiti ih na više medija ili ciljati specifične kanale, poput sportskih medija.

„Prednost digitalnog marketinga, a naročito internet marketinga usporedno s onim tradicionalnim je više opcija praćenja uspješnosti kampanja i aktivnosti te povoljniji načini promoviranja.“ (Stojaković, 2018.) „Zbog toga veliki se broj tvrtki odlučuje upravo za digitalni marketing. Kanali koji čine digitalni marketing su: web stranice, društvene mreže, baneri, email marketing, mobilni marketing, optimizacija za tražilice SEO (search engine optimization), PPC (pay per click) kampanje, televizijske kampanje, SMS (Short Message Service) i svi ostali oblici marketinga s digitalnom osnovom.“ (Kuhada n.d. citirano u Stojaković, 2018.)

Društveni mediji također igraju ključnu ulogu u marketingu sporta. Oni omogućuju sportašima i organizacijama da izravno komuniciraju s obožavateljima i promoviraju događaje. Statistike pokazuju da je velika količina korisnika društvenih medija povezana s praćenjem sportskih događaja, što stvara prilike za promociju i angažman. Međutim, društveni mediji mogu također predstavljati izazove, uključujući širenje lažnih informacija i potrebu za upravljanjem negativnim reakcijama. Mediji igraju ključnu ulogu u oblikovanju percepcije sporta kod većine ljudi, bilo da se aktivno bave sportom ili samo prate događaje. Od lokalnih školskih biltena do globalne televizijske pokrivenosti, mediji značajno utječu na sport. Inspirativne slike s Paraolimpijskih igara mogu promijeniti način na koji društvo vidi osobe s invaliditetom. Nasuprot tome, medijsko praćenje sportaša koji se smatraju "neuspješnima" može imati drugačiji utjecaj.

Vrste medija:

- Televizija – uključuje lokalne i nacionalne kanale, besplatne, pretplatničke ili pay-per-view usluge, interaktivne opcije, streaming na zahtjev, te satelitske i kabelske mreže.
- Radio – obuhvaća lokalne i nacionalne stanice, analogne i digitalne, kao i javne i komercijalne postaje.
- Tisak – novine (lokalne, nacionalne, dnevne, tjedne), časopisi (opći, specijalizirani), te knjige (tehničke, biografske, romani).
- Filmovi – uključuju kino, televizijske prikaze, DVD i online prikazivanje.
- Internet – obuhvaća web stranice, blogove, video kanale, prijenose uživo i sportske kanale na mreži.
- Društvene mreže – poput Facebooka, Twittera, Instagrama, Snapchata i Flickra.

Utjecaji medija

Pozitivni utjecaji medija:

- Povećavaju svijest o sportu
- Promiču zdrav način života i tjelesnu aktivnost
- Ističu pozitivne aspekte sporta
- Pružaju inspirativne uzore
- Motiviraju ljude da se uključe u sport
- Postavljaju visoke standarde za izvedbu
- Pružaju primjere vještina i taktika
- Raznolikost sportskih prikazivanja
- Populariziraju određene sportove
- Privlače nove navijače
- Educiraju gledatelje kroz analize
- Slave trud i uspjehe
- Daju sportu visoki društveni status
- Pružaju osjećaj pripadnosti
- Generiraju prihode i privlače investicije
- Podržavaju dobrotvorne organizacije

Negativni utjecaji medija:

- Narušavaju privatnost sportaša
- Oslabljuju samopouzdanje i karijere
- Ističu negativne aspekte i ponašanje
- Kritiziraju suce i njihove odluke
- Utječu na rasporede događaja
- Mijenjaju pravila i tradicije natjecanja
- Prikazuju nepotpun ili pristran sadržaj
- Smanjuju prisustvo gledatelja na događajima
- Održavaju nejednakosti usmjerenjem pokrivenosti na tradicionalne sportove i društvene skupine, zanemarujući sportove žena, manjinskih etničkih skupina i osobe s invaliditetom
- Poticanje nepovjerenja i predrasuda među grupama
- Oduzimaju poticaj za aktivnost, potičući gledatelje na pasivnost

„U periodima godine kada se održavaju najpoznatija svjetska sportska natjecanja kao što su Svjetsko nogometno prvenstvo, Olimpijske igre, Nogometna liga prvaka, Europsko rukometno prvenstvo itd. ruše se rekordi gledanosti, čitanosti i slušanosti u svim medijima.“ (Vasilj, 2014. citirano u Nikolić, 2021.) Iako mediji značajno doprinose popularizaciji sporta, sport često ima još veći utjecaj na medije. Postoji ogroman broj televizijskih i radijskih programa, kao i internet stranica posvećenih sportu. „Zbog medija su, i te nebitne i nepotrebne informacije postale publici bitne.“ (Bartoš, 2012. citirano u Nikolić, 2021.)

„Od samog početka Interneta, postoje i društveni mediji, ali njihovo poimanje nastalo je kao fenomen Web 2.0 evolucije internetskih trendova.“ (Borovac, 2014. citirano u Nikolić, 2021.) „Društveni mediji su skupina internetskih alata ili aplikacija koje su izgrađene na tehnologiji Web 2.0, a omogućuje korisnicima razmjenu informacija, slika i videozapisa, tj. korisničko-generiranog sadržaja.“ (Zgrabljić-Rotar, 2011. citirano u Nikolić, 2021.) Web 2.0 se ne odnosi na nove tehničke inovacije, već na unapređenje postojećih internetskih servisa i aplikacija koje omogućavaju bolje dijeljenje informacija i interakciju među korisnicima.

U konačnici, učinkovito korištenje društvenih medija i digitalnih alata zahtijeva pažljivo planiranje i stručnost kako bi se izbjegle potencijalne zamke i maksimizirao pozitivan utjecaj na reputaciju i angažman sportskih organizacija i sportaša.

5.3. Utjecaj na publiku i komercijalizaciju

Tehnologija je značajno transformirala svijet sporta, ne samo u pogledu načina na koji se sportski događaji organiziraju i prate, već i u načinu na koji se komercijaliziraju i reguliraju. U ovoj točki analizira se kako tehnološki napreci utječu na dva ključna aspekta sportskog ekosustava: publiku i komercijalizaciju.

5.3.1. Utjecaj na publiku

„Obožavatelji sada mogu pratiti svoje omiljene timove i sportaše s bilo kojeg mjesta u svijetu, rušeći geografske barijere i povećavajući globalni doseg sportskih događaja.“ (Šarković, 2023.) Društvene mreže su značajno transformirale način na koji se navijači angažiraju, omogućujući sportašima, timovima i ligama da komuniciraju izravno sa svojim pratiteljima. Ova promjena donijela je nove mogućnosti za stvaranje personaliziranih iskustava za obožavatelje, kao i za promociju brendova i proizvoda. Tehnologije poput virtualne i proširene stvarnosti uvele su inovacije u sportsku zabavu, dok su e-sportovi, koji predstavljaju natjecanja u videoigrama, dodali novu dimenziju industriji sporta općenito.

5.3.2. Komercijalizacija sporta

„Komercijalizacija se odnosi na upravljanje ili iskorištavanje sustava, poslovanja ili proizvoda radi financijske dobiti. U sportu komercijalizacija nastupa kada sport postane sredstvo za zarađivanje novca. To može uključivati prava na emitiranje, sponzorske ugovore ili prodaju robe.“ (Study Rocket, 2024.)

Prednosti komercijalizacije

- **Povećanje prihoda:** Prodaja ulaznica, proizvoda s klupskim obilježjima i prava na medijske prijenose omogućava sportskim organizacijama i pojedincima značajan financijski prihod.
- **Globalna izloženost:** Medijska pokrivenost, uključujući televizijske prijenose i intervjue, omogućuje sportašima, timovima i sportovima doseganje globalne publike.
- **Razvoj sportaša:** S većim prihodima, klubovi mogu ulagati u bolje uvjete za treniranje, stručno osoblje i druge resurse kako bi pomogli sportašima u razvoju njihovih vještina.

- **Otvaranje novih radnih mjesta:** Širenje sportskih aktivnosti i povezane industrije stvara nove prilike za zapošljavanje u sportskoj industriji.

Nedostaci komercijalizacije

- **Gubitak tradicionalnih vrijednosti:** Kako se sport sve više komercijalizira, može doći do skretanja fokusa s uživanja u igri i sportskog duha na zaradu i pobjedu pod svaku cijenu.
- **Ekonomska nejednakost:** Bogatiji klubovi mogu sebi priuštiti veće izdatke za dovođenje vrhunskih sportaša, što može stvoriti neravnotežu u konkurenciji.
- **Ovisnost o sponzorstvu:** Ako se sponzorski ugovori prekinu, to može ozbiljno ugroziti financijsku stabilnost klubova i sportaša.
- **Komercijalni pritisak:** Sportaši mogu osjećati dodatni pritisak da ne samo pobjeđuju, nego i zadrže ili povećaju svoju tržišnu vrijednost.

„Na primjer, neki ljudi smatraju da je komercijalizacija elitnog nogometa u Ujedinjenom Kraljevstvu promijenila igru na gore i uništava tradicionalne veze između navijača i klubova.“ (BBC, 2024.)

Sponzorstvo u sportu Sponzorstvo je oblik komercijalne suradnje gdje tvrtke ili organizacije osiguravaju financijska sredstva, resurse ili proizvode pojedincima, timovima ili događajima u zamjenu za marketinška prava i promociju. Sponzori time dobivaju vidljivost među ciljanom publikom, dok sportaši i timovi osiguravaju sredstva za svoje aktivnosti. Međutim, sponzori često postavljaju uvjete koji ograničavaju slobodu sportaša ili timova u marketinškim aktivnostima.

Slika 11. Charlotte Cooper, peterostruka osvajačica Wimbledonu i prva olimpijska prvakinja u tenisu 1900. godine, nosi klasičnu bijelu tenisku odjeću bez logotipa, ističući jednostavnost i eleganciju tog doba



Izvor: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp2jxsg/revision/1> (pristup: 28.08.2024.)

Vrste sponzorstava

- Pojedinci – prikazuju logotip, koriste određeni brend, promoviraju proizvode, te pokrivaju troškove treninga, natjecanja i putovanja.
- Timovi i klubovi – koriste sportske kompleta, postavljaju transparente, nazivaju stadion ili tribine po tvrtki, te pokrivaju troškove natjecanja i putovanja.
- Sportovi – preimenuju natjecanja, kupove i lige, brendiraju razvojne programe i unapređuju infrastrukturu.
- Događaji – omogućuju prikazivanje logotipa sponzora na svojim proizvodima, nude besplatne proizvode sudionicima i financiraju organizaciju događaja.

Uloga medija u sportu Mediji imaju ključnu ulogu u komercijalizaciji sporta jer privlače i okupljaju široku publiku, nudeći sveobuhvatnu pokrivenost sportskih događaja, intervjua i analiza. Prava na prijenose mogu donijeti značajan prihod, ali mediji također mogu povećati pritisak na sportaše, a njihove izvedbe su često podložne javnoj kritici.

6. BUDUĆNOST TEHNOLOGIJA U SPORTU

Kako se sport razvija i postaje sve dinamičniji, inovacije u tehnologiji igraju ključnu ulogu u njegovoj transformaciji. Od pametnih uređaja koji omogućuju precizno praćenje performansi, preko naprednih analitičkih alata koji usmjeravaju strategije, do novih digitalnih iskustava koja angažiraju navijače na neviđen način, tehnologije u sportu obećavaju uzbudljive promjene. U ovom kontekstu, budućnost tehnologija u sportu obećava daljnju evoluciju i poboljšanja koja će ne samo unaprijediti performanse sportaša i efikasnost timova, već i redefinirati način na koji svi sudionici u sportu, od igrača do gledatelja, doživljavaju igru.

Dolje je navedeno nekoliko mogućih budućih primjena u budućnosti.

6.1. Umjetna inteligencija i strojno učenje

Razvoj algoritama umjetne inteligencije (AI) i strojnog učenja usmjeren je na analizu velikih količina podataka, što omogućuje poboljšanje trening programa i strategija. Napredak u tehnologiji poluvodiča doprinosi razvoju senzora, analize podataka i povezanosti. Da bi se postigla učinkovita obrada podataka, potrebni su brzi i robusni AI čipovi. Alati za elektronički dizajn (EDA) poboljšani s AI tehnologijama, poput Cadence SPICE simulacijskog softvera, olakšavaju brži dizajn sklopova. Cadence pruža podršku za brzu izradu i verifikaciju dizajna, kritičnu emulaciju i prototipizaciju, te nudi Cadence Tensilica HiFi DSP za efikasnu AI obradu u kompaktnoj elektronici.

Slika 12. Primjer Cadence SPICE simulacijskog softvera



Izvor: <https://tinyurl.com/ytgqmaus> (pristup 29.08.2024.)

6.2. Virtualna i proširena stvarnost

Tehnologije virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR) imaju potencijal da značajno promijene trening sportaša i angažman navijača. VR bi mogao omogućiti sportašima simulaciju različitih scenarija utakmica, što bi im omogućilo vježbanje strategija i poboljšanje odlučivanja u simuliranom okruženju. S druge strane, AR bi mogao obogatiti iskustvo navijača tako što će prikazivati statistike u stvarnom vremenu i interaktivne elemente tijekom utakmica uživo, čime će unaprijediti njihovo razumijevanje i uživanje u sportu. Ove tehnologije obećavaju značajnu transformaciju u načinu treniranja sportaša i gledanja sportskih događaja.

6.3. Pametne tkanine

Razvijaju se napredne tkanine koje sadrže senzore za praćenje različitih fizioloških parametara, kao što su srčani ritam, tjelesna temperatura i mišićna aktivnost. Ove pametne tkanine mogu pružiti povratne informacije u stvarnom vremenu o performansama sportaša, što može pomoći u prevenciji ozljeda i optimizaciji trening rutina. Kontinuiranim praćenjem i analizom podataka, ove tkanine imaju potencijal da značajno unaprijede način treniranja sportaša, pružajući personalizirane uvide i omogućujući bolje odluke za poboljšanje performansi i upravljanje zdravljem.

7. ZAKLJUČAK

Tehnologija je postala ključni faktor u modernom sportu, značajno utječući na način na koji se sport prati, analizira i razumije. Ovaj rad istražio je kako su tehnološke inovacije oblikovale sport, počevši od ranih dostignuća poput video analiza i monitora srčanog ritma, do suvremenih rješenja kao što su VAR (engl. *Video Assistant Referee*), umjetna inteligencija (AI), virtualna stvarnost (VR) i nanotehnologija.

Prethodni tehnološki napreci, poput ponovljenog snimka (engl. *Instant Replay*) i Hawk-Eye tehnologije, postavili su temelje za naprednije sustave. Ponovljeni snimak (engl. *Instant Replay*) je omogućio ponovno pregledanje spornog trenutka u realnom vremenu, što je poboljšalo točnost odluka, dok je Hawk-Eye revolucionizirao praćenje lopte u sportovima poput tenisa i kriketa, omogućujući preciznu analizu kretanja lopte. Tehnologija Gol-Linije (GLT) dodatno je unaprijedila pravdu u nogometu prepoznavanjem golova s visokom točnošću.

U radu je detaljno razmotrena primjena suvremenih tehnologija. VAR, na primjer, značajno je smanjio broj kontroverznih odluka u nogometu analizom ključnih trenutaka s različitih kutova. Poluautomatizirana tehnologija za određivanje zaleđa (SAOT) koristi kamere i senzore za precizno utvrđivanje položaja igrača u odnosu na obrambenu liniju, čime se dodatno povećava točnost odluka.

Umjetna inteligencija i analitika podataka omogućuju detaljno praćenje i analizu performansi sportaša. AI može predviđati ozljede analizom obrazaca u podacima o fizičkom stanju sportaša, dok analitika podataka pomaže trenerima u prilagodbi treninga i strategija. Virtualna i proširena stvarnost (VR/AR) pružaju inovativne metode za simulaciju treninga i rehabilitaciju, dok nanotehnologija nudi nove materijale i tehnologije za poboljšanje opreme i odjeće.

Zaključno, rad ističe da tehnologija ne samo da poboljšava sportske prakse i gledateljsko iskustvo, već otvara nove mogućnosti za budućnost sporta. Integracija ovih tehnoloških inovacija omogućuje stalni napredak u sportskom sektoru, pružajući bolju analizu performansi, unapređenje treninga i preciznije donošenje odluka. Razumijevanje i primjena ovih tehnologija ključni su za daljnji razvoj sporta, stvarajući temelje za inovacije i komercijalizaciju u ovom dinamičnom području.

Izjava o autorstvu

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU

Bana Josipa Jelačića 22/a, Čakovec

IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, internetskih i drugih izvora) bez pravilnog citiranja. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom i nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVANA PRANJIC' (ime i

prezime studenta) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog rada pod naslovom

TEHNOLOGIJE U SPORTU

te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

Ivana Pranjić

(vlastoručni potpis)

Popis literature

1. Barça Innovation Hub (2023) *The Growing Role of Augmented Reality and Virtual Reality in Sports*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/2bhvfbrk> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
2. BBC (2024) *Commercialisation in sport – AQA: The benefits of commercialisation in sport; The effects of the media on sport; Sponsorship in sport*. Dostupno na: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp2jxsg/revision/1> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
3. Betts, J. R. (1953) 'The Technological Revolution and the Rise of Sport, 1850-1900', *The Mississippi Valley Historical Review*, 40(2), pp. 231–256. Dostupno na: <https://doi.org/10.2307/1888926> (Datum pristupa: 30.07.2024.)
4. Booton, J. (2020) 'Analyzing Movement and Biometrics in Sports', *Sports Business Journal*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/25yawuj3> (Datum pristupa: 29.08.2024.)
5. Breslauer, N., Hublin, T. and Breslauer, N. (2016) 'Utjecaj inovacijskih tehnologija na poduzetništvo, sport i turizam', in Breslauer, N. (ed.) *Inovacije, tehnologije, edukacija i menadžment: 4. međunarodna konferencija, Sv. Martin na Muri, 14. i 15. travnja, 2016. : zbornik radova*. Sveti Martin na Muri, pp. 189-194. Dostupno na: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193201531> (Datum pristupa: 28.08.2024.)
6. Burke, L. K. (2016) 'How instant replay impacts the psyche and performance of officials'. Dostupno na: <https://tinyurl.com/2a833hz9> (Datum pristupa: 23.08.2024.)
7. Catapult (2024) *Wearable Technology in Sports*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/2xhrkm3b> (Datum pristupa: 23.08.2024.)
8. Cleveland Clinic (2022) *MRI (Magnetic Resonance Imaging)*. Dostupno na: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/4876-magnetic-resonance-imaging-mri> (Datum pristupa: 28.08.2024.)
9. Corporate, Community Member (2024) *The History of Electronics in Sports*. Cadance. Dostupno na: <https://tinyurl.com/yp8j5p8b> (Datum pristupa: 15.08.2024.)
10. Demirović, K. (2015) *Digitalni marketing*. Medijski mali servis j.d.o.o. Dostupno na: <https://profitiraj.hr/digitalni-marketing/> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
11. Deng, C. and Tang, Z. (2020) 'Historical Opportunity and Structural Transformation of Sports Industry Development under the Background of New Information Technology',

- J. Phys.: Conf. Ser.*, 1575, 012170. Dostupno na: <https://tinyurl.com/yqatsgcc> (Datum pristupa: 30.07.2024.)
12. Dunaway, I. (2024) 'The Debate on Instant Replay in Sports'. Dostupno na: <https://tinyurl.com/yym2mwvn> (Datum pristupa: 15.08.2024.)
13. Filkas, L. (2021) *Potencijali razvoja turizma e-sportova u Republici Hrvatskoj*. Završni rad, Sveučilište VERN. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:146:346508> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
14. Harrod Sport (2024) Dostupno na: <https://tinyurl.com/28dj72sn> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
15. Hercigonja, B. (2022) *Primjena novih tehnologija u sportu i sportskoj rekreaciji*. Završni rad, Međimursko veleučilište u Čakovcu. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:110:399011> (Datum pristupa: 29.08.2024.)
16. Hintz, S. E. (2022) 'The Invention of Instant Replay'. Dostupno na: <https://tinyurl.com/yph3ydxs> (Datum pristupa: 19.08.2024.)
17. Hrvatski nogometni savez (2016) *Pravila nogometne igre*. Dostupno na: <https://hns.family/files/documents/10422/Pravila%20nogometne%20igre.pdf> Datum pristupa: 29.08.2024.)
18. HZT.hr (2023) *Inovacije u Svijetu Sportske Tehnologije: Kako Napredna Oprema Utječe na Izvedbu*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/27oc3pl8> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
19. Ivašić-Kos, M. (2021) 'Kako nam umjetna inteligencija može pomoći u sportu?'. Dostupno na: <https://raass.uniri.hr/wp-content/uploads/2021/10/Kako-nam-umjetna-inteligencija-moz%CC%8Ce-pomoc%CC%8Li-u-sportu-v2.pdf> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
20. Kreni Zdravo (2016) *EMG (elektromiografija) ruku i nogu – kako i zašto se izvodi, priprema, cijena*. Dostupno na: <https://krenizdravo.dnevnik.hr/zdravlje/pretrage/emg-elektromiografija-ruku-i-nogu-kako-i-zasto-se-izvodi-priprema-cijena> (Datum pristupa: 28.08.2024.)
21. Kunišek, J. (2023) *Što je holter EKG-a? – Centromedica*. Dostupno na: <https://www.centromedica.hr/sto-je-holter-ekg-a/> (Datum pristupa: 23.08.2024.)
22. Laukkanen, R. M. T. and Virtanen, P. K. (1998) 'Heart rate monitors: State of the art', *Journal of Sports Sciences*, 16(sup1), pp. 3–7. Dostupno na: <https://doi.org/10.1080/026404198366920> (Datum pristupa: 23.08.2024.)

23. Milosns.eth (2024) 'Umjetna inteligencija u sportu: 8 zanimljivih primjera primjene', *Joker.GG*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/2catqhjj> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
24. Mr.Sc. (2022) 'Kako tehnologija danas mijenja sport'. Dostupno na: <https://mr.sc/kako-tehnologija-danas-mijenja-sport/> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
25. Nikolić, I. (2021) *Promocija sporta kroz društvene medije i digitalne platforme*. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:111:588759> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
26. Perinović, V. and Kumiša, M. (2020) 'INFORMATIKA I ANALITIKA U SPORTU', *Polytechnic and Design*, 8(2), pp. 129-135. Dostupno na: <https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2020-8-2-09> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
27. Pirić, N. (2024) 'Digitalna (r)evolucija na Euru 2024: Kako tehnologija mijenja nogomet', *BloombergAdria*. Dostupno na: <https://hr.bloombergadria.com/komentar/vijesti/62521/digitalna-revolucija-na-euru-2024-kako-tehnologija-mijenja-nogomet/news> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
28. Stojaković, M. (2018) *Značenje digitalnog marketinga u promociji sporta*. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Akademija za umjetnost i kulturu u Osijeku. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:251:313631> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
29. Study Rocket (2024) *Commercialisation of Sport – GCSE Physical Education OCR*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/277nw7bd> (Datum pristupa: 27.08.2024.)
30. Suđenje.net (2024) *Pravila nogometne igre: VAR – video assistant referee*. Dostupno na: <https://sudenje.net/var/> (Datum pristupa: 29.08.2024.)
31. Šarković, D. (2023) *Digitalna transformacija sportske industrije*. Diplomski rad, Sveučilište u Rijeci. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:195:014577> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
32. Udruga Ritam srca (2024) *Elektrokardiogram (EKG)*. Dostupno na: <https://www.ritamsrca.hr/aritmije/dijagnostika-fa/ekg> (Datum pristupa: 23.08.2024.)
33. Wranka, M. (2024) 'Umjetna inteligencija i na Olimpijskim igrama: Evo kako će štititi sportaše', *T-Portal*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/226gojq7> (Datum pristupa: 26.08.2024.)
34. Yellowbrick (2023) *The Future of Sports: Exploring Blockchain Technology*. Dostupno na: <https://tinyurl.com/22hs8742> (Datum pristupa: 29.08.2024.)
35. Zdravije.hr (2022) *T.E.N.S. ili E.M.S.?*. Dostupno na: <https://zdravije.hr/t-e-n-s-ili-e-m-s/> (Datum pristupa: 28.08.2024.)

Popis slika

Slika 1. Primjer pregledavanja snimke video analize	5
Slika 2. Najbolje rangirani monitor srčanog ritma za početnike za 2024. godinu.....	6
Slika 3. Primjer položaja kamera Hawk-Eye tehnologije u nogometu.....	8
Slika 4. Primjena Hawk-Eye tehnologije u tenisu	8
Slika 5. Primjer pregledavanja Hawk's-Eye snimke u Rugby-u.....	9
Slika 6. Primjer Catapulta GPS S7/T7.....	11
Slika 7. VAR suci u Video Operacijskoj Sobi (VOR).....	14
Slika 8. Primjer procesa donošenja VAR odluka	14
Slika 9. Dvorana tokom svjetskog prvenstva u "League of Legends".....	29
Slika 10. Primjer primjene robotskog uređaja za rehabilitaciju ruku	31
Slika 11. Charlotte Cooper, peterostruka osvajačica Wimbledonu i prva olimpijska prvakinja u tenisu 1900. godine, nosi klasičnu bijelu tenisku odjeću bez logotipa, ističući jednostavnost i eleganciju tog doba	37
Slika 12. Primjer Cadence SPICE simulacijskog softvera	39