

ULOGA VIDEO ANALITIKE U NOGOMETU

Tuđen, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:075379>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-01**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZILOŠKI FAKULTET**

Luka Tuđen

ULOGA VIDEO ANALITIKE U NOGOMETU

Diplomski rad

Zagreb, srpanj, 2024

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu
Kineziološki fakultet
Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija; smjer: Kineziologija u edukaciji i Nogomet

Vrsta studija: sveučilišni

Razina kvalifikacije: integrirani prijediplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i Nogomet (univ. mag. cin.)

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Stručni rad

Naziv diplomskog rada: je prihvaćena od strane Povjerenstva za diplomske radove Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u akademskoj godini 2022./2023. dana 19. svibnja 2023. godine.

Mentor: izv. prof. dr. sc. *Valentin Barišić*

Pomoć pri izradi:

Uloga video analitike u nogometu

Luka Tuđen, 0034078103

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

- | | |
|--|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Valentin Barišić | Predsjednik - mentor |
| 2. prof. dr. sc. Dinko Vuleta | član |
| 3. doc. dr. sc. <i>Katarina Ohnjec</i> | član |
| 4. prof. dr. sc. <i>Nenad Marelić</i> | zamjena člana |

Broj etičkog odobrenja:

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta, Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb
Faculty of Kinesiology
Horvacanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program: Kinesiology; course Kinesiology in Education and Football

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Football

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Professional work

Master thesis: has been accepted by the Committee for Graduation Theses of the Faculty of Kinesiology of the University of Zagreb in the academic year 2022/2023 on May 19, 2023.

Mentor: *Valentin Barišić*, PhD, associate prof.

Technical support:

THE ROLE OF VIDEO ANALYTICS IN SOCCER

Luka Tuđen, 0034078103

Thesis defence committee:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Valentin Barišić, PhD, associate prof. | chairperson-supervisor |
| 2. <i>Dinko Vuleta</i> , PhD, prof. | member |
| 3. <i>Katarina Ohnjec</i> , assistant prof. | member |
| 4. <i>Nenad Marelić</i> , PhD, prof. | substitute member |

Ethics approval number:

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

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

Mentor:

doc. dr. sc. Valentin Barišić

Student:

Luka Tuđen

ULOGA VIDEO ANALITIKE U NOGOMETU

Sažetak

Cilj ovog rada bio je predstaviti upotrebu video analitike u nogometu te na koji način video analitika pomaže u razvoju uspješnosti u nogometu. Video analitika ima ključnu ulogu u modernom nogometu, omogućujući timovima detaljnu pripremu kroz analizu performansi, taktika i strategija. Video analitičari, kao članovi stručnog stožera, surađuju s trenerima u analizi grešaka i pripremi za utakmice, fokusirajući se na karakteristike protivnika i njihov stil igre. Nakon uvodnog dijela rada u kojem su predstavljene osnovne informacije bitne za razumijevanje rada, u drugom se poglavlju navodi koncept video analitike u kontekstu sporta općenito. Navedeno poglavlje govori o važnosti video analitike u sportu te na koji način ona može pomoći stručnom osoblju u sportu. U poglavlju povijesti i razvoja video analitike predstavljene su pioniri ovog područja koje je usko povezano s notacijskom analizom gdje su i krenuli prvi koraci video analitike. U četvrtom poglavlju fokus je stavljen na načine snimanja koji su nekada bili prisutni u počecima video analize sve do današnjih kamera koje automatski snimaju utakmice pomoću umjetne inteligencije, a pomoću strojnog učenja istovremeno vrše statistiku događaja na utakmicama i treninzima. Nakon toga je detaljnije objašnjen način funkcioniranja umjetne inteligencije u video analitici i na koji način je ona unaprijedila područje posla video analitičara. U zadnjem je poglavlju detaljno obrađena primjena analitike u nogometu i opisani radni zadaci, vještine i obaveze video analitičara. Njihove zadaće uključuju između ostalog snimanje utakmica i treninga, analizu snimaka i statistika te izradu detaljnih izvještaja. Ove informacije koriste se za kreiranje taktike i individualnih planova igrača. Prisustvo analitičara na terenu omogućuje im aktivno sudjelovanje u osmišljavanju i provedbi treninga, pružajući igračima izravnu povratnu informaciju.

Ključne riječi

analiza, taktika, analitičar, snimanje, statistika

THE ROLE OF VIDEO ANALYTICS IN SOCCER

Abstract

The aim of this work was to present the use of video analytics in football and how video analytics helps in the development of success in football. Video analytics play a key role in modern football, allowing teams to prepare in detail through analysis of performance, tactics and strategy. Video analysts, as members of the professional staff, cooperate with coaches in analyzing mistakes and preparing for the match, focusing on the characteristics of the opponents and their style of play. After the introductory part of the paper in which the basic information essential for understanding the paper is presented, the second chapter states the concept of video analytics in the context of sports in general. The mentioned chapter talks about the importance of video analytics in sports and how it can help professional staff in sports. The chapter on the history and development of video analytics presents the pioneers of this field, which is closely related to notational analysis, where the first steps of video analytics began. In the fourth chapter, the focus is on the recording methods that were once present in the beginners of video analysis up to today's cameras that automatically record matches using artificial intelligence, and with the help of machine learning, statistics of events in matches and trainings are simultaneously performed. After that, it was explained in more detail how artificial intelligence works in video analytics and how it improved the field of work of video analysts. In the last chapter, the application of analytics in football is discussed in detail and the work tasks, skills and obligations of video analysts are described. Their tasks include, among other things, the recording of matches and training sessions, the analysis of recordings and statistics, and the creation of detailed reports. This information is used to create tactics and individual player plans. The presence of analysts on the field allows them to actively participate in the design and implementation of training, providing the players with direct feedback.

Keywords

analysis, tactics, analyst, recording, statistics

SADRŽAJ

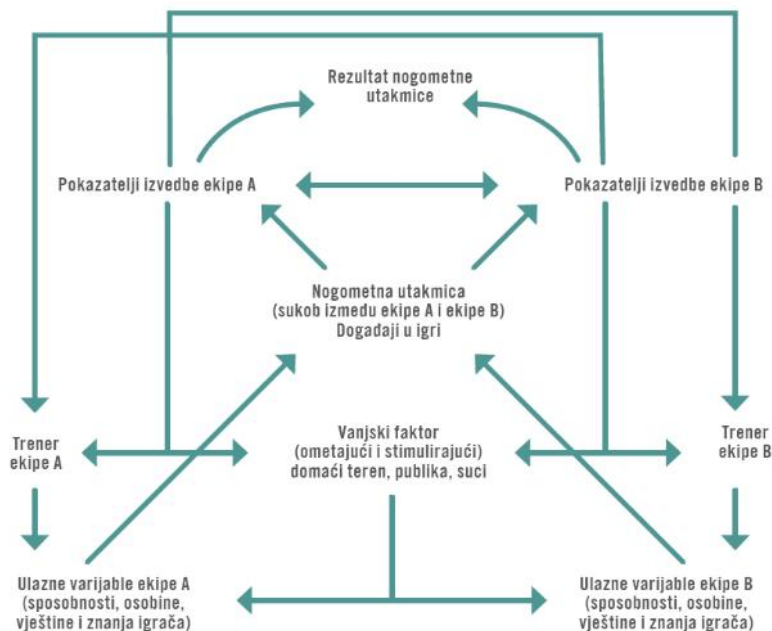
1. UVOD.....	8
2. KONCEPT VIDEO ANALITIKE U SPORTU	9
3. POVIJEST I RAZVOJ VIDEO ANALITIKE.....	12
3.1. Notacijska analiza	12
3.2. Video analitika	13
4. TEHNOLOGIJE U VIDEO ANALITICI.....	16
4.1. Ručne kamere.....	16
4.2. Automatske kamere	17
4.3. Dronovi.....	18
5. ULOGA UMJETNE INTELIGENCIJI U VIDEO ANALITICI.....	20
6. PRIMJENA VIDEO ANALITIKE U NOGOMETU	22
6.1 Video analitičar	23
6.2 Analiza vlastite momčadi	24
6.3 Analiza protivničke momčadi	25
6.4 Suradnja s odjelima unutar nogometnog kluba.....	26
7. ZAKLJUČAK.....	28
8. LITERATURA.....	29
9. PRILOZI.....	33

1. UVOD

Nogometna igra je složeni proces koji u današnje vrijeme zahtijeva analizu fiziološke, tehničke i taktičke izvedbe kako bi se izvedba dovela do optimalne razine. Digitalna revolucija duže vrijeme ima utjecaj na nogometnu igru, ali na području analize još je uvijek mlada pojava. Na profesionalnoj razini, stručni stožer treba primijetiti, obraditi i analizirati velike količine podataka kako bi vrednovali učinak svoje momčadi i protivnika. Danas je prisutan sve veći vremenski pritisak zbog sve većeg broja detalja na koje se obraća pozornost tijekom nogometnih utakmica i treninga. Tijekom posljednja dva desetljeća analiza utakmica postala je sastavni dio procesa treniranja u nogometu (Williams i sur., 2001). Analiziranje nogometnih utakmica u svrhu optimizacije metoda treninga i strategija utakmica područje je koje je tijekom posljednjih godina u konstantnom razvoju. Nogometne organizacije i klubovi pokazuju sve veći interes za analizu sportske izvedbe kroz veliku količinu podataka (Ferrari, 2017). Značajan razvoj analize utakmica posljedica je porasta udjela analitičara s određenim stručnim znanjem te razvoja brojnih softvera, što analizu čini dostupnijom trenerima, igračima, klubovima i organizacijama. Sustavi za analizu su postali jednostavniji za korištenje integracijom digitalnog video zapisa i računalne tehnologije (Williams i sur., 2001). Razvoj tehnologije omogućuje jednostavno skupljanje podataka koji su usko vezani uz sportsku izvedbu. Sve te informacije pomno proučavaju tisuće analitičara diljem svijeta u potrazi za odgovorima koji mogu dugoročno pomoći u povećanju učinka pojedinaca ili timova u njihovim natjecanjima (Benito Santos i sur., 2018). Promatranjem nogometne utakmice moguće je uočiti veliki broj karakterističnih događaja u igri koji se mogu prepoznati i zabilježiti. Na taj način treneri dobivaju podatke o objektivnoj situacijskoj učinkovitosti igrača i momčadi u cjelini. Upravo je aktualnost i porast popularnosti video analize nogometnih utakmica i treninga glavni razlog odabira teme ovog diplomskog rada. Cilj rada je prikazati uporabu video analitike u nogometu te na koji način ona može pomoći u unapređenju uspješnosti u nogometu.

2. KONCEPT VIDEO ANALITIKE U SPORTU

Video analitika omogućuje sportskim trenerima da uspješno identificiraju prednosti i mane svoje i protivničke momčadi. Pomoću nje treneri dobiju veliki broj povratnih informacija koje omogućuju daljnje djelovanje trenera i omogućuju im poboljšanje vlastitih vještina i strategija za nadolazeća natjecanja. Video analiza je bitna i za individualan razvoj i unapređena sportaša. Sportaši uvidom u snimku utakmice imaju mogućnost vidjeti situacije u natjecanju iz drugog kuta i identificirati situacije u kojima su mogli drugačije i bolje reagirati. Analiza protivničkih momčadi, njihove taktike i obrazaca igre poboljšava spremnost momčadi i povećava šanse za uspjeh na terenu (Phronetic AI, 2024). Svaka analiza izvedbe u određenom sportu temelji se na određenom skupu pretpostavki o učinku koji se namjerava analizirati. Na primjer, brojanje učestalosti određenog događaja u natjecanju pretpostavlja da je događaj relevantan i da je brojanje učestalosti informativno. Umjesto implicitnog donošenja tih pretpostavki, dizajn informacijskih sustava za analizu izvedbe treba se temeljiti na eksplicitnom modelu učinka u određenom timskom sportu. Budući da analiza izvedbe nije sama po sebi cilj, već sredstvo za izvođenje implikacija za sportski trening i natjecanje, važno je jasno razumjeti aspekte natjecateljskog događaja. Momčadske sportove čine složeni dinamički sustavi koji se sastoje od brojnih faktora koji su međuovisni. Ovakvu vrstu sportova karakterizira direktna interakcija između sportaša i njihovih protivnika te suradnja suigrača. Samim time suigrači koji međusobno surađuju za cilj imaju nadmudriti protivničke sportaše s ciljem postizanja više golova ili bodova. Zbog kompleksnosti i nepredvidivosti akcija u momčadskim sportovima video analitika ima bitan utjecaj kako bi olakšala trenerima upravljanje i olakšala djelovanje sportaša. Video analiza sportske izvedbe pomaže trenerima, sportašima, ali i sportskim znanstvenicima da razviju razumijevanje sportske izvedbe. Cilj video analize je unaprijediti razumijevanje sportske igre (Passos i sur., 2017). Primjerice, u nogometnoj se utakmici mogu primijetiti brojni događaji koji su karakteristični za nogometnu igru. Njihovo prepoznavanje i zapisivanje bitno je kako bi se pomoću njih mogla interpretirati razina situacijske učinkovitosti nogometaša individualno i cijele momčadi. Analiza upravo navedenih karakterističnih događaja omogućuju identifikaciju ostvarivanja natjecateljske prednosti natjecatelja ili momčadi (prikaz 1).



Prikaz 1. *Međusobni odnosi elemenata na primjeru složenog sustava nogometne utakmice*, M. Bašić i sur., 2015.

Posljednjih godina svijet sporta je doživio velike promjene u načinu prikupljanja i analize podataka što je dovelo do potpuno novog iskustva trenera i sportaša, stvaranje strategija za natjecanje te način pripreme. Treneri i sportaši koriste video analizu kako bi stvorili konkurentsku prednost. Alati za analizu natjecanja pomažu u raščlanjivanju svakog natjecanja ili treninga, otkrivajući obrasce, prednosti i mane koji su možda prošli nezapaženo u tijeku akcija uživo. Proučavajući podatke, treneri mogu razviti učinkovitije strategije, prilagoditi se protivnicima i donijeti ključne odluke za vrijeme natjecanja. Snimke uživo mogu biti od velike koristi sportskim trenerima kako bi pravovremeni mogli reagirati na nepravilnosti u svojoj momčadi ili se prilagoditi protivničkom faktoru iznenađenja na koji momčad nije bila spremna (Gershfield, 2023). Analiza podataka osim pripremanja taktike vlastite momčadi i detektiranja mana i slabosti protivnika ima važnu ulogu u skautiranju i regrutiranju sportaša. Provedbom video analize nastupa zanimljivih sportaša u momčadskim sportovima mogu se dobiti brojni podaci i statistike sportaša na temelju kojih sportski klubovi mogu identificirati zanimljive pojedince koji odgovaraju potrebama njihovim momčadi. Time se smanjuje rizik od skupih pogrešaka. Također, snimanjem natjecanja omogućuje se analiza raznih aspekata natjecanja, od

individualne do momčadske izvedbe, kako bi se ukazalo na pogreške i pokušalo poboljšati izvedbu u budućim natjecanjima (Junsree, 2023). Podatke koji su dobiveni izvršavanjem video analize nisu od koristi samo trenerima i sportašima već i drugim članovima stožera i sportskog kluba. Primjerice, medicinsko osoblje može iskoristiti snimku utakmice kako bi utvrdili obrazac pokreta koji je uzrokovao određenu ozljedu sportaša, a mediji i PR timovi koriste snimke utakmica za prikazivanje najzanimljivijih trenutaka s natjecanja. Loftus (2019) je utvrdio da ljudi imaju ograničenja u sposobnosti da se u potpunosti prisjete prošlih događaja. Na prisjećanje mogu utjecati informacije koje su pohranjene nakon određenog događaja. Visoka razina stresa i emocionalnog uzbuđenja tijekom događaja također mogu utjecati na pohranu informacija što potencijalno dovodi do iskrivljenja u pamćenju. Ovakve situacije često su prisutne u sportskim natjecanjima, a i treninzima. Specifičnije istraživanje proveli su Laird i Waters (2008) u kojem su ustanovili da se treneri mogu prisjetiti 59.2% ključnih događaja s utakmice. Na temelju ovih informacija može se uvidjeti važnost video analize koja omogućuje ponovno pregledavanje utakmice čime se mogu zapaziti i prisjetiti događaji koji možda nisu ostali u sjećanju trenera. Važan čimbenik u suvremenoj video analitici sa sigurnošću je i umjetna inteligencija i strojno učenje koji omogućuju izvlačenje velikog broja podataka transformirajući ih iz videa u konkretne brojke. Pomoću razvijenih algoritama i umjetne inteligencije omogućuje se lakše predviđanje događaja kao i otkrivanje raznih obrazaca u sportskom natjecanju ili treningu (Data Sports Group, 2023).

3. POVIJEST I RAZVOJ VIDEO ANALITIKE

Današnja video analitika kakvu poznajemo, koja je prožeta tehnologijom i digitalizacijom, svoje je početke imala u nešto skromnijem obliku. Njezini počeci mogu se svrstati u prvu polovicu 20. stoljeća iako se u sportu nije prvi puta pojavila u nogometu (McCaw, 2011).

3.1. Notacijska analiza

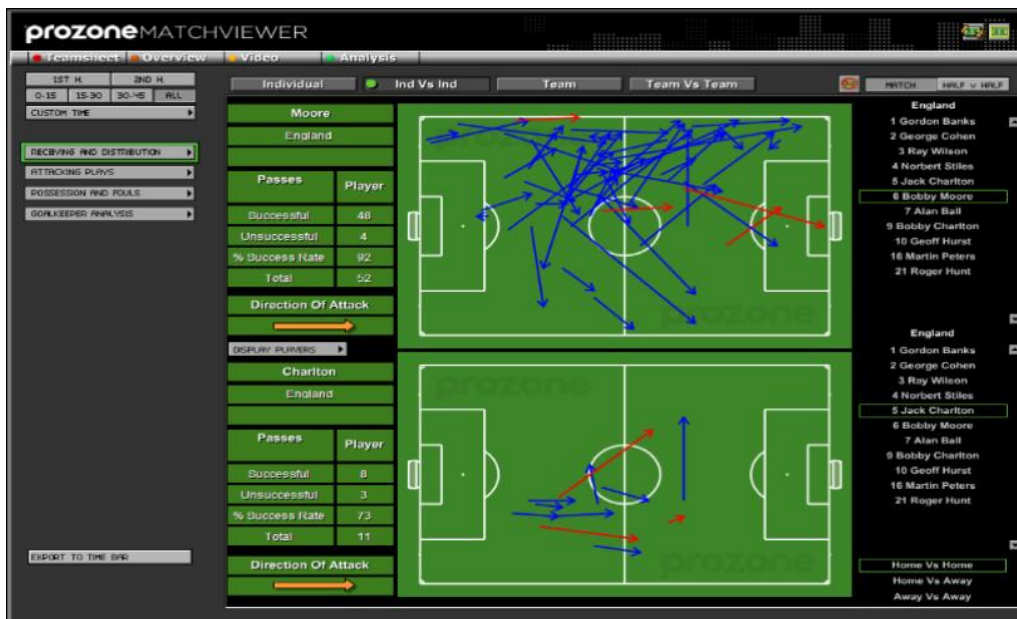
Preteča video analitike je notacijska analiza koja se prema Bašiću i suradnicima (2015) definira kao "metoda za označavanje (bilježenje, notiranje) događaja na sportskom natjecanju te njihovu statistički analizu". Povratne informacije od strane trenera prema nogometašu jedan je od važnijih čimbenika koji ima utjecaj na razvoj igrača i njihovu buduću izvedbu. Bitno ja da povratne informacije budu točne kako bi ih sportaš uistinu mogao svrhovito primijeniti. S obzirom na ranije navedene informacije o nedovoljnoj količini informacija koju treneri zapamte o događanjima na utakmici, izvjesno je da je notacijska analiza bila prijeko potrebna trenerima i sportašima. Notacijska se analiza primarno bavi analizom kretanja igrača, njihovom tehničkom i taktičkom izvedbom te izradom statističke kompilacije tih parametara (Hughes i Franks, 2004). Korijeni notacijske analize sežu u početak 20. stoljeća iz područja razvoja plesne notacije kada je koreograf Rudolf Laban stvorio Labanovu notaciju poznatiju kao Labanotacija. To je sustav zapisa pokreta i koreografija koji je prvi puta predstavljen 1928. godine. Smatra se univerzalnim jezikom za bilježenje koreografije plesova i ljudskih pokreta koji se temelji na parametrima težine, prostora, pokreta, vremena i energije. Ovaj sistem je omogućavao detaljan opis sekvenci kretanja, uključujući smjer, vrijeme i vrstu kretanja (McCaw, 2011). Iako nije konkretno određen trenutak pojave notacijske analize u nogometu, smatra se da je prve korake 1950-ih godina započeo Charles Reep koji nije bio sportski djelatnik već samo nogometni navijač, ali se ipak jednom od ključnih osoba za razvoj video analitike. Charles je kao navijač jednog od engleskih nogometnih klubova, potaknut lošim igrama svog kluba, započeo s vođenjem bilješki tijekom utakmica i u tim su se bilješkama po prvi puta navodile informacije o pozicijama igrača na terenu i obrascima dodavanja lopte. Jedan od bitnih zaključaka koje je Charles donio na temelju zapisanih podataka jest da je većina golova postignuto nakon niza od tri ili manje dodavanja. Brojeći napade svog kluba za koji je navijao došao je do rezultata koji pokazuje da 99,29% napada u nogometu bude neuspješno. Nastavivši pratiti utakmice donio je

zaključak da je velik broj dodavanja zapravo rizičan način gubljenja vremena i nakon toga je stvorio teoriju da su duge lopte prema naprijed najbrži način za postizanje pogodaka (Sekan, 2023; Kuper i Szymanski, 2014). Sljedeći bitan događaj uslijedio je 1976. godine kada su Reily i Thomas ručno odradili prvu notacijsku analizu prilikom koje su promatrali kretanja nogometaša. Svrstali su kretanje nogometaša u kategorije stajanja, hodanja, kaskanja, trčanja i sprinta te na temelju tih informacija uz dodatne parametre uspješno su došli do izračuna prijedene udaljenosti nogometaša tijekom nogometne utakmice. Ovaj se pothvat smatra revolucionarnim u području notacijske i video analize jer su podaci o prijednim udaljenostima omogućili trenerima da usporede prijedene udaljenosti na treninzima i usporede ih s onima na utakmicama. Nakon toga nogometni treneri postali su svjesniji važnosti povratnih informacija stvorenih praćenjem nogometnih utakmica u svrhu poboljšanja učinka i izvedbe na terenu te je ubrzo pokrenuto i snimanje istih (James, 2006; Bašić, 2016).

3.2. Video analitika

Iako nije moguće jasno definirati kada se počela primjenjivati video analitika u nogometu, klub koji je prvi konkretnije počeo koristiti video analizu odnosno primjenjivati pregledavanje snimaka utakmica bio je Liverpool FC pod vodstvom Kennya Dalglisha. Jednog od najpoznatijih velikana spomenutog kluba koji je nosio titulu igrača i trenera, a imao je priliku u isto vrijeme biti i igrač i trener. Bilo je to razdoblje 1980-ih godina kada je Dalglish postao trenerom i nakon toga je započelo zlatno razdoblje za engleski klub. Dalglish je, pod utjecajem prijašnjih trenera, razvio takozvani „The Liverpool Way“ – stil igre koji se bazirao na jednostavnosti s puno dodavanja što je bilo potpuno kontradiktorno stilu igre u engleskim klubovima u to doba. Tada se analiza utakmica provodila vrlo jednostavno pregledavanjem i premotavanjem snimaka utakmica kako bi se uočile neke taktičke karakteristike protivnika i pogreške vlastite momčadi. (Williams i sur., 2001). Do 1990-ih godina video analitika u nogometu nije bila opsežna. Utakmice su se snimale i reprizirale, a treneri i igrači su na taj način proučavali utakmice protivnika kako bi pokušali steći natjecateljsku prednost. U ovom su se razdoblju počele razvijati platforme koje olakšavaju praćenje utakmice i bilježenje događaja koji mogu pomoći trenerima u analizi utakmica. ProZone tvrtka jedan je od začetnika korištenja podataka dobivenih na temelju praćenja igrača u svrhu tehničko-taktičke analize. Prije se učinak igrača uglavnom temeljio na akcijama kao što su dodavanja i udarci na gol. Zahvaljujući razvoju tehnologije, kroz godine se povećava broj parametara na temelju kojih se vrednuje učinak igrača na utakmici i treninzima (prikaz 2) (Silva, 2016). Godine 2006. Prozone

udružila se s Adidasom kako bi lansirala miCoach Elite System, tehnologiju za praćenje podataka koja može pratiti performanse igrača u stvarnom vremenu. Ovo je označilo značajan pomak prema korištenju tehnologije za dubinsku analizu učinka (Junsree, 2023). Video analitika je prošla kroz značajnu transformaciju od početne osnovne statistike i notacijske analize do današnjih sofisticiranih alata za prikupljanje i analizu podataka te mogućnosti predviđanja koji su predvođeni umjetnom inteligencijom. Štoviše, analitika podataka izašla je iz okvira sportskih klubova. Mediji, kladionice, pa čak i navijači koriste analitiku kako bi bolje razumjeli igru i mogli bolje predviđati ishode (Junsree, 2023). Važan čimbenik u suvremenoj video analitici sa sigurnošću je i umjetna inteligencija i strojno učenje koji omogućuju izvlačenje velikog broja podataka transformirajući ih iz videa u konkretne brojke. Pomoću razvijenih algoritama i umjetne inteligencije omogućuje se lakše predviđanje događaja kao i otkrivanje raznih obrazaca u sportskom natjecanju ili treningu (Data Sports Group, 2023). Ramm Mylvaganam, osnivač platforme ProZone, smatra da video analiza i podaci dobiveni video analizom imaju smisao samo ako se dobiveni podaci sagledavaju na pravi način, u suprotnome ne donose nikakvu prednost. Ideja koju je Mylvaganam stvorio i softver koji je osmislio postali su početak digitalizacije na području video analitike u sportu. Prvi klub koji se iskušao u ovoj platformi bio Derby County krajem 1990-ih godina. Do tada su u navedenom engleskom klubu snimke utakmica koristili samo za pregled situacija koje su u to vrijeme još uvijek bile nepregledne jer je bilo omogućeno gledanje samo iz jednog kuta. Mylvaganam je omogućio snimanje utakmica sa šest, a nekad i osam kamera i ubrzo je iskoristio prednosti GPS-a kojim je po prvi puta korišteno mjerenje pređene udaljenosti igrača na utakmici. Ubrzo su započete i analize protivnika i protivničkih igrača koje je ProZone najviše primijenio u Manchester Unitedu. Zanimljivo, s obzirom da u to vrijeme Internet još uvijek nije bio dovoljno razvijen, svaku snimku utakmice kurirska je služba vozilom morala prenositi u ured ProZone-a koji je radio analize za klubove (u to vrijeme za Manchester United, Arsenal, Aston Villu i Southampton) (Hay, 2020).



Prikaz 2. Sučelje ProZone platforme. R. A. Musa, 2016, Journal of Physical Education Research, 3(2), str. 43.

Uz ProZone, Opta je još jedna tvrtka koja je paralelno gradila temelje moderne video analitike iz razdoblja 1990-ih godina. Opta je uz usluge snimanja utakmica također nudila usluge obrade podataka i pružanje statistike vezane uz učinak igrača i momčadi za vrijeme utakmice. U svojim počecima tvrtka je bila odmah prepoznata prema svojim inovacijama nudeći statistiku za veći broj parametara u utakmici koji mogu utjecati na izvedbu i ishod utakmice (XFB Analytics, 2020). Utjecaj statistike dobivene video analizom i notacijskom analizom u to doba uočljiv je na primjeru transfera Jaap Stama 2001. godine iz Manchester Uniteda u Lazio. Razlog koji je naveo Sir Alex Ferguson jest taj da je prema statistici Jaap Stam počeo ulaziti u sve manje duela na utakmici (Kuper i Szymanski, 2014). Nakon ProZone-a, danas je u nogometnom i općenito sportskom svijetu prisutan veliki broj platformi koje su sofisticiranije i razvijenije. One pomoću umjetne inteligencije iz video snimaka utakmica crpe veliku količinu podatka, a detaljnije će biti obrađene u sljedećem poglavlju rada.

4. TEHNOLOGIJE U VIDEO ANALITICI

Taktička analiza u nogometu u posljednjih je desetak godina doživjela veliki razvoj, prvenstveno zbog globalnog unapređenja tehnologije i digitalizacije. U tom je kontekstu video materijal postao najučinkovitiji alat za komunikaciju i razmjenu informacija između trenera i igrača. Razmjena informacija može se upotpuniti raznim grafičkim prikazima, toplinskim mapama i sličnim prikazima statističkih podataka, ali video se ipak smatra idealnim medijem jer je najbliži realnosti koja se odvija na terenu. Video analiza omogućuje da treneri posjeduju taktičke podatke svoje i protivničke momčadi kroz označavanje događaja na utakmici ili praćenje lopte. Razvojem tehnologije dogodio se i razvoj količine podataka koji se koriste u analizi nogometne utakmice. Visoko razlučive kamere, uređaji za praćenje kretanja igrača bilježe veliku količinu podataka na temelju kojih se donose zaključci o obrascima kretanja igrača te njihovoj kondicijskoj i taktičkoj izvedbi. Ovi alati pružaju mnoštvo podataka koji se mogu analizirati kako bi se dobio uvid u svaki aspekt igre (Rein i Memmert, 2016; González, 2021).

4.1. Ručne kamere

Napredak tehnologije pratio je i način snimanja nogometnih utakmica. U počecima su se utakmice snimale pomoću ručnih kamera kojima su snimatelji, kasnije analitičari, trebali ručno upravljati. Kamere su postavljane na povišenja koja su na stadionima namijenjena upravo za kamere ili u nedostatku razvijenosti infrastrukture, kamere su bile postavljene na tribinama. Danas se ručne kamere koriste većinom od strane novinara kako bi uhvatili najvažnije trenutke u utakmici i prikazali emocije igrača (Fifplay, n.d.). Nedostatak ovog načina snimanja je prije svega je odvojenost analitičara od ostatka stožera tijekom utakmice. Moguća je komunikacija, eventualno za vrijeme pauze na poluvremenu kako bi se izmijenile informacije i zapažanja tijekom igre. Analitičar sam ručno mora tijekom cijele utakmice pratiti loptu i igrače te samostalno mijenjati širinu kadra kako bi prilagodio snimku potrebama video analize. S obzirom na infrastrukturu i dostupnost mjesta za snimanje, jedan od problema ovakvih kamera je nemogućnost hvatanja širokog kadra koji pokriva obje ekipe na terenu što olakšava analizu svakog igrača ili svake linije momčadi. Kasnije su se pojavile 4K i 8K kamere koje si osigurale vrhunsku kvalitetu snimaka i široki kadar, ali su datoteke ovakvih snimaka prevelike da bi se mogle brzo prenijeti na računalo kako bi bile dostupne za pregledavanje i analizu (slika 1).

Snimke se tijekom snimanja pohranjuju na memorijsku karticu kamere i nakon toga prebacuju na računalo. Stabilnost kamere omogućena je korištenjem podesivih stalaka na koje su pričvršćene kamere (Griffin, 2024; Campbell, n.d.).



Slika 1. *Ručna kamera s pripadajućim stalkom*, Pinterest.
(<https://www.pinterest.co.uk/pin/duragadget-premium-quality-camcorder-tripod-with-extendable-legs-and-balltilt-head-in-black-gold-for-the-new-sony-hdrpj620-ha-763923155512387843/>)

4.2. Automatske kamere

Kamere koje se danas koriste za snimanje nogometnih utakmica puno su jednostavnije, praktičnije i sofisticiranije. Prisutne su automatske kamere koji pomoću umjetne inteligencije samostalno prate igrače i loptu na terenu o čemu će više riječi biti u nastavku teksta. Nije potrebno upravljanje čovjeka. Snimanje se vrši putem pripadajuće aplikacije ili softwera na kojem se definira vrijeme trajanja snimanja utakmice i kalibracija prostora odnosno terena na kojem se prate igrači i lopta. Fleksibilnost ovih kamere stoji, osim u samostalnosti, u praktičnijem postavljanju (slika 2). Ovakve kamere postavljaju se na podesive stalke koji sežu visine od nekoliko metara kako bi uhvatili što bolju perspektivu. Zbog visine stalka nije nužno postavljanje kamere na povišenje. Još jedna od prednosti ovakvog tipa kamere jest brza dostupnost snimaka. Snimke utakmica odmah su dostupne na pripadajućem softwerau te je momentalno dostupno pregledavanje snimke. Usprkos razvijenosti tehnologije i upotrebi umjetne inteligencije, prepoznavanje akcija i praćenje još uvijek ponekad nije u potpunosti ispravno pa su moguća "lutanja" kamere tijekom trajanja utakmice ili treninga. Osim mobilnih kamera, razvijena je i tehnologija fiksnih kamera koje snimaju na istom principu. Postavljaju

se najčešće na rasvjetne stupove oko terena, a zbog njihove stabilnosti moguće ih je postaviti na veće visine kako bi se osiguralo snimanje širokih kadrova za pregled cijelog terena (Wang, 2013; Pettersen i sur., 2014).



Slika 2. Mobilna kamera za automatsko snimanje utakmice, S. O'Hera, 2017, TechCrunch. (<https://techcrunch.com/2017/08/30/veo/>)

4.3. Dronovi

Posljednjih godina u svijetu sporta sve je prisutnija uporaba dronova. Od treniranja sportaša do analize njihove izvedbe. Kako bi se omogućila preglednost cijelog terena i svih igrača na terenu, počeli su se koristiti dronovi u snimanju utakmica i treninga. Treneri koriste snimke dronovima za detaljne analize kretanja igrača i strategije. Dronovi su opremljeni kamerama i senzorima visoke razlučivosti koji mogu snimiti detaljne snimke sportaša u akciji. Ovi podaci mogu uključivati metrike kao što su brzina, agilnost, tehnika i pozicioniranje, pružajući dragocjene uvide u područja koja trebaju poboljšanja (slika 3). Korištenjem bespilotnih letjelica, treneri i analitičari mogu prikupiti sveobuhvatne podatke koje možda nije lako uočiti iz perspektive s razine tla (Guarnera, 2024). Prema istraživanju koje su proveli Russomanno i suradnici (2022) provjeravala se točnost snimaka u vidu prijedjenih udaljenosti i

kretnji igrača na terenu. Rezultati su pokazali da dronovi, leteći i preko 20 metara iznad terena, imaju zanemariva odstupanja vrijednosti 0,15 metara. Treneri od dronova mogu imati koristi u vidu razvoja strategija, povratnih informacija o položaju i kretanju igrača i kompaktnosti linija cijele momčadi. Jedna od ključnih prednosti korištenja dronova u sportu je njihova mogućnost snimanja visokokvalitetnih snimaka za analizu performansi (Guarnera, 2024). Dronovi još uvijek nisu globalno rasprostranjeni u nogometu. Neki klubovi smatraju da nisu potrebni za analizu dok, primjerice Pep Guardiola, u Manchester Cityu koristi nekoliko dronova na treninzima. Njihova prednost u odnosu na kamere jest ta što se mogu postaviti direktno iznad određenog igrača ili dijela terena koji je interesantan trenerima. Dronovi poput kamera, imaju mogućnost ostati u fiksnoj poziciji i letjeti u mjestu. Jedna od negativnih strana dronova jest trajanje baterije koje je uglavnom ograničeni na pola sata. Upotrebom opreme i aplikacije za praćenje nogometaša i njihovu analizu, treneri i sportaši mogu lakše spoznati vlastite mane i vrline u izvedbi na terenu čime se osigurava pravovremeno donošenje odluka u svrhu unapređenja izvedbe (Sacristán, 2020).



Slika 3. Dron za snimanje iz zraka, Sideline Power, 2024. (<https://sidelinepower.com/drones/>)

5. ULOGA UMJETNE INTELIGENCIJI U VIDEO ANALITICI

Nogomet je vrlo dinamična i brza igra u kojoj i najmanji detalj može biti razlog za pobjedu ili poraz, ali ljudsko oko ponekad ne uspijeva uhvatiti te male detalje. Tu na scenu stupa umjetna inteligencija. Područje video analitike i dalje je u fazi brzog razvijanja. Uz stalne trendove, trenutno najznačajniju ulogu igraju umjetna inteligencija i strojno učenje. Generalno, umjetna inteligencija je prema Manu (2020) alat za razmišljanje o tome koliko je ljudska misao pametna u odnosu na računala i robote. Umjetna se inteligencija bavi razmišljanjem ljudskog mozga, kako on uči, odlučuje i na koji način funkcionira kada pokušava riješiti probleme. Ona nastoji unaprijediti značajke računalnih sustava koji su povezani s ljudskom inteligencijom - procesi poput učenja, rasuđivanja i rješavanja problema. Umjetna inteligencija u nogometu ima sposobnost predviđanja ishoda utakmica. Kroz analizu velike količine podataka, algoritmi strojnog učenja mogu nagađati ishod nogometnih utakmica (Manu, 2020). Umjetna inteligencija ima značajan utjecaj na nogomet (nogomet) na različite načine, posebno u video analizi i poboljšanju performansi. Zahvaljujući umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju moguće je na temelju pohranjenih baza podataka predvidjeti potencijal nogometaša za napredak, moguće je prevenirati ozljede pravovremenim reagiranjem, bitnu ulogu imaju i u regrutiranju novih igrača (Junsree, 2023). Strojno učenje smatra se granom umjetne inteligencije unutar koje su razvijeni algoritmi i matematički modeli koji imaju sposobnost učenja na temelju podataka. Strojno učenje koristi umjetne neuronske mreže i računalne sustave koji rade na temelju sklopova ljudskog mozga. Neuron koji čine umjetne neuronske mreže nazivaju se procesorske jedinice. Oni imaju ulogu aktivacije koja diktira hoće li se signal uspješno širiti do sljedećeg sloja procesorskih jedinica. Da bi se umjetna neuronska mreža osposobila za analizu videa, potreban je skup podataka s oznakom - videozapisi s povezanim informacijama o njihovom sadržaju. Primjerice, u slučaju da je cilj naučiti neuronsku mrežu prepoznavanju objekata na videozapisu, odabrat ćemo video zapise koji pokazuju koji se pojedini objektu pojavljuju u određenim scenama. Oznake tih objekata mogu biti skupljene na temelju tehnike računalnog vida ili intervencijom zadužene osobe. Strojno se učenje može primijeniti na različitim izvorima informacija, od slike, teksta i glasa do videa. Umjetna inteligencija je unaprijedila tehnologije za praćenje igrača. Algoritmi strojnog učenja mogu prepoznati obrasce kretanja. Sustavi umjetne inteligencije imaju sposobnost obrade velike količine podataka već za vrijeme utakmice ili treninga i to puno brže od ljudi. To omogućuje provođenje analize u stvarnom vremenu i pravovremeno reagiranje stručnog tima (Rein i Memmert, 2016; Junsree, 2023).

Detektiranje i praćenje igrača na terenu dva su najvažnija segmenta umjetne inteligencije u video analitici. Sustavi sadrže algoritme koji igrače mogu prepoznati prema različitim bojama dresova i prema njihovom obliku koji se, s obzirom na kut kamere ili položaj tijela može mijenjati. Algoritmi omogućuju detektiranje lopte na temelju njezinog oblika jer se bez obzira na kut kamere, njezin oblik nikada ne mijenja (Naik i Hashmi, 2021). Nogometi današnjice opremljeni su GPS uređajima koji mjere brojne aspekte njihove kondicijske izvedbe. Navedeni uređaji prate kretanje igrača, njihovo radno opterećenje, razinu umora i druge bitne faktore. Podaci koji se pomoću GPS uređaja prikupljaju koriste se za dovodjenje izvedbe sportaša na optimalnu razinu. Uvid u rezultate obrađenih podataka pomažu stručnom timu u izradi individualiziranih planova treninga. Analizom podataka treneri prilagođavaju treninge igračima s ciljem unapređenja njihovih vrlina i otklanjanje njihovih mana. Jedan od najznačajnijih napredaka u nogometnoj analitici je korištenje indeksa očekivanih golova (xG). Ovaj indeks mjeri kvalitetu udaraca igrača i vjerojatnost da će oni rezultirati golovima. Algoritmi uzimaju u obzir čimbenike kao što su udaljenost od gola, kut udarca i način dolaska do udarca. Treneri koriste xG podatke za donošenje odluka o pozicioniranju igrača i strategijama napada tijekom priprema za utakmicu. Osim toga umjetna inteligencija ima sposobnost promatrati pojedinačne trenutke i označavati više događaja, ne samo udarac prema голу, već i dribling, pokušaj napada dubine i sve ostalo što se moglo dogoditi u tom trenutku na utakmici ili treningu. Može uočiti veliki broj događaja koji bi analitičarima možda promakli u analizi (Track160, 2022). Algoritmi pokretani umjetnom inteligencijom mogu predvidjeti performanse igrača, simulirati scenarije igre i identificirati obrasce koji mogu proći nezamijećeno samo ljudskom analizom. Ove su mogućnosti poboljšale točnost i učinkovitost analize performansi, što je dovelo do informiranijeg donošenja odluka za sportaše i trenere. Ručna analiza zahtijeva nešto duže vrijeme za prikupljanje podataka i iz tog je razlog strojno učenje efikasnije rješenje za analizu videozapisa zbog automatizacije analize velike količine podataka u videozapisima na vrlo precizan i brz način. Tehnologija računalnog vida pokretana umjetnom inteligencijom koristi se u nogometnoj video analizi za praćenje kretanja igrača, analizu taktike i pružanje povratnih informacija u stvarnom vremenu. Automatskim otkrivanjem i označavanjem ključnih događaja u utakmicama, umjetna inteligencija usmjerava proces video analize, čineći ga bržim, točnijim i sveobuhvatnijim. Može analizirati protivničke strategije i obrasce igre obradom velike količine podataka o meču. Ova analiza pomaže timovima da se pripreme za nadolazeće utakmice identificirajući prednosti, slabosti i potencijalne strategije igre svojih protivnika (Cossich i sur., 2023).

6. PRIMJENA VIDEO ANALITIKE U NOGOMETU

Poznato je da za pobjedu u nogometnoj utakmici postoji mnoštvo čimbenika poput igre protivnika, sudačke odluke, okolišnih čimbenika, a ponekad i sreća odigra svoju ulogu. Mnogo je faktora na koje se ne može direktno utjecati i upravo je iz tog razloga bitno fokusirati se isključivo na ono što se može kontrolirati. Bitno je da momčad bude pripremljena za utakmicu, kako psihički i fizički tako i tehničko-taktički za sve očekivane i neočekivane situacije tijekom utakmice zato je važna uloga video analitičara u stručnom stožeru koji s trenerima surađuje u analizi grešaka momčadi koje su se prethodno ponovile nastojeći da se one otklone ili svedu na minimum. Dodatno, odrađuje se i analiza nadolazećeg protivnika – karakteristike protivnika i njegov stil igre (Constructor, 2023). Stil igre karakterističan je obrazac igre koji momčad pokazuje tijekom utakmica. Redovito se ponavljaju pojedini obrasci momčadi, a važne varijable su kretanja igrača i lopte, interakcija igrača, a općenito uključuje elemente brzine, vremena i prostora (pozicioniranje) (Gómez i sur., 2018). Taktičkom analizom pokušava se identificirati učinkovita strategija i taktika igre koju će primijeniti pojedini igrač, grupa igrača ili cijela momčad. Strategija se odnosi na unaprijed dogovoren plan kako na najbolji način iskoristiti prednosti igrača ili momčadi, uz smanjenje prikazivanja mana. U isto vrijeme, strategija teži iskorištavanju svih poznatih slabosti protivnika, izbjegavajući situacije u kojima protivnika iskorištava svoje prednosti. S druge strane, taktika se odnosi na točnu prilagodbu novim konfiguracijama igre pa se taktika može smatrati prilagodbom protivniku. To znači da se taktika odnosi na pozicioniranje s obzirom na protivničke igrače u određenim situacijama na utakmice (McGarry i sur., 2013). Postoje tri vrste analize koje danas primjenjuju praktički svi profesionalni klubovi. Prvi je usmjeren na identifikaciju talentiranih igrača koje klub možda želi potpisati. To podrazumijeva analizu tržišta kako bi se dobio uvid i odlučilo mogu li igrači biti privlačan izbor za određene pozicije ili ne. Drugi je analiza protivnika (momčadi ili igrača), koja je usmjerena na razumijevanje karakteristika i slabosti protivnika kako bi se pripremili za natjecanje protiv njih. Treća je analiza performansi igrača, koja je trenutno usredotočena na kinematičke varijable (npr. ukupna prijeđena udaljenost, brzina itd.) (Ric i sur., 2021). Dok je u 1990-ima ProZone bio taj koji je sklapao ugovore s nogometnim klubovima i radio analize utakmica na njihov zahtjev, danas gotovo svi nogometni klubovi imaju vlastite video analitičare koji su zaposlenici klubova i svakodnevno proaktivno rade na analizama brojnih sadržaja (Hay, 2020).

6.1 Video analitičar

U nogometnoj organizaciji video analitičar obično odgovara glavnom treneru ili pomoćnom treneru. Blisko surađuju s trenerskim osobljem, igračima i ostalim članovima stručnog stožera. Video analitičar u nogometnoj momčadi ima zadatak pružiti detaljnu analizu stručnom stožeru o učinku igrača pojedinačno i cijele momčadi s obzirom na zahtjeve koji su im zadani za pojedinu utakmicu ili trening. Analitičari su odgovorni za praćenje i snimanje utakmica, vlastite momčadi, protivničkih momčadi i u nekim slučajevima za praćenje drugih igrača koji su zanimljivi momčadi. S obzirom na odrađenu analizu na svakom od navedenih područja, analitičar kreira precizan i točan izvještaj o svim uočenim detaljima koji mogu biti od koristi stručnom stožeru. Video analitičari ponekad provode sate gledajući snimke utakmica kako bi sastavili izvještaj koji ispisuje podatke poput kretanja igrača, njihove statistika, donošenje odluka i generalne izvedbe. Informacije koje su zapisane u izvještaju trebaju biti svrsishodne kako bi se mogle iskoristiti kao osnova za kreiranje taktike za utakmice, individualne planove igrača ili donošenje odluka za dovođenje igrača u svoju momčad (PFSA, n.d.). Prema PFSA (n.d.) video analitičari unutar nogometnog kluba imaju sljedeće uloge i odgovornosti:

- Snimanje i praćenje utakmica i treninga;
- Analiza snimke utakmice i treninga te bilježenje statistike i izrade izvještaja;
- Omogućiti video analizu utakmice kako bi se dobio uvid u podatke iz izvještaja o igraču ili momčadi;
- Identificirati prostor za poboljšanje kod pojedinih igrača ili cijele momčadi;
- Interpretacija podataka;
- Komunikacija podataka usmenim putem.

Od potrebnih vještina naglasak je na vještine video montaže, analitičke i prezentacijske vještine, dobro razumijevanje podataka i njihovog utjecaja na nogometnu igru, pozornost na detalje i organizacijske sposobnosti te sposobnost rada u okruženju pod pritiskom (Duncan, 2020). Nekada se posao video analitičara svodio samo na ured, a na terenu je bio za potrebe snimanja utakmica. Važnost prisutnosti video analitičara na terenu primijetio je Vrieling (2019) koji smatra da video analitičari jednako mogu sudjelovati u osmišljavanju i provedbi treninga kao i ostali članovi stručnog stožera. Mogu imati individualniji pristup prema igračima stavljajući fokus na detalje. Zbog svog analitičkog pristupa mogu prepoznati situacije i

prepoznatljive reakcije igrača na te situacije te mogu odmah dodijeliti direktnu povratnu informaciju igračima.

6.2 Analiza vlastite momčadi

Prema Kubla (2020) analiza nogometne igre može se podijeliti na tri vrste:

- Individualna,
- ekipna,
- grupna.

U individualnoj analizi analitičari se usredotočuju na prednosti, ali češće i na mane igrača unutar momčadi u pojedinim fazama igre. Analiza se u fazi napada može odnositi na tehničko-taktičke elemente poput pozicioniranja igrača u pojedinim situacijama s obzirom na protivnika i s obzirom na suigrača. Donošenje odluka je također jedan od bitnih segmenata koji je potrebno analizirati kod igrača s ciljem da se razvojem tehničko-taktičke poduke. U fazi obrane pozicioniranje, zatvaranje određenih zone ili branjenje protivnika najčešći su elementi na koje se obraća pozornost. Prateći igrače na treninzima i utakmicama, moguće je utvrditi neke obrasce u kretanju i djelovanju igrača koji su karakteristični. Na temelju tih podataka moguće je dodatno organizirati individualni rad s pojedinim igračem kako bi se radilo na otklanjanju nedostataka. Ekipna analiza podrazumijeva promatranje grupe igrača (najčešće igrači iste linije) koji zajedno sudjeluju određenoj situaciji na utakmici ili treningu te se definira njihova uloga i funkcioniranje u međusobnoj suradnji. Momčadska taktika obuhvaća funkcioniranje kompletne momčadi i ponašanje u određenim situacijama tijekom igre. Ovom vrstom analize dobije se uvid u specifičnosti koje se događaju unutar momčadi, slabosti i jake strane, funkcioniranje pojedinog sustava i formacija unutar sustava (Kubla, 2020). Provedba analize vlastite momčadi najčešće dolazi na red početkom tjedna jedan ili dva dana poslije utakmice, a prema istraživanju koje su proveli Wright i suradnici (2016), 93% nogometaša želi imati video analizu jedan ili dva dana poslije utakmice od čega 58% njih preferira video analizu dva dana nakon utakmice. Prednost odgođene video analize, jedan ili dva dana nakon utakmice je ta da do analize igrači imaju priliku dublje razmišljati o svojoj izvedbi. S druge strane, kod profesionalnih sportaša gust raspored dirigira odrađivanje video analize te je u cilju što prije odraditi video analizu prethodne utakmice kako bi se mogao brže fokus prebaciti na nadolazeću utakmicu i video analizu sljedećeg protivnika (Wright i sur., 2016).

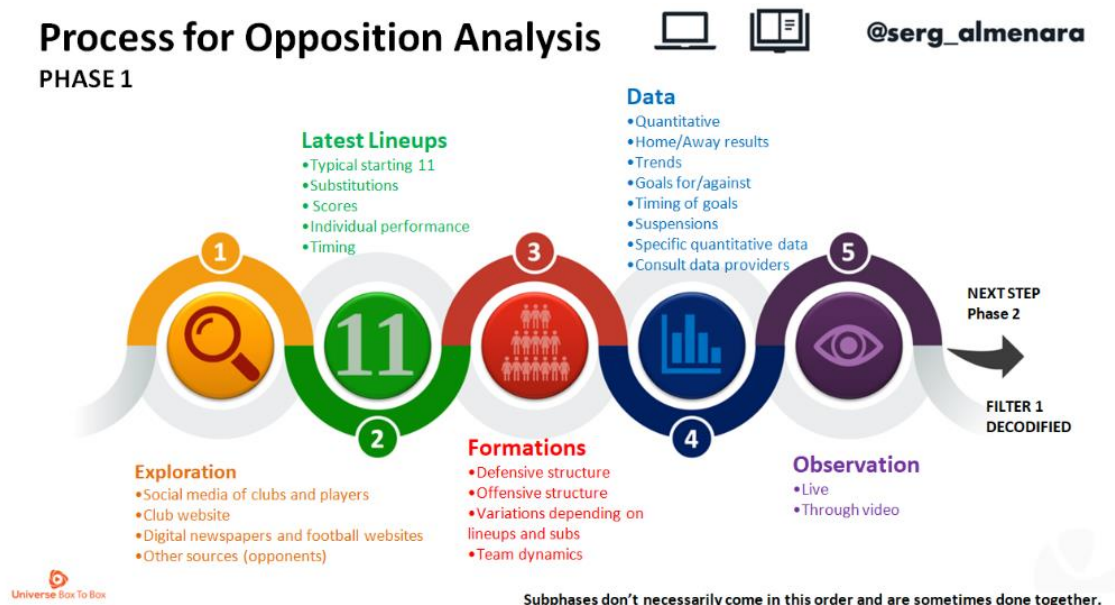
6.3 Analiza protivničke momčadi

Iako postoji mnogo izvora informacija o protivniku, video analiza jedan je od najvažnijih. Kroz analizu protivnika moguće je saznati puno bitnih informacija o protivničkoj ekipi:

- Tipična formacija,
- stil igre,
- trendovi iz posljednjih nekoliko utakmica,
- najveće prednosti i mane,
- razlike u igri kada igraju kod kuće i kada igraju u gostima.

Svaki trener ima svoj način rada, ali uobičajeno je kod trenera da analiza sljedećeg protivnika bude spremna barem 7 do 10 dana prije utakmice, isporuka bude na početku tjedna u kojem se igra s protivnikom. A provedba analize s igračem najčešće bude dan ili dva prije utakmice u što kraćem trajanju s konkretnim informacijama (Duncan, 2022). Prema istraživanju Wright i suradnika (2016) većina nogometaša smatra da video analiza ne bi trebala trajati dulje od 30 minuta od čega se 54% složilo da bi video analiza trebala trajati 11-20min, a 35% smatraju da bi trebala trajati 21-30min. Sličan zaključak donijeli su Kuper i Szymanski (2014) koji smatraju da što više podataka postaje dostupno, veća je vjerojatnost da ćemo ih koristiti za donošenje pogrešnih odluka. Često se čini da mase podataka tvore obrazac koji jednostavno ne postoji. Treneri najčešće trening ili dva prije utakmice posvećuju taktici i prilagođavaju sadržaj sukladno provedenoj analizi protivnika i zamisliva načina igre vlastite momčadi. Samim time video analiza utječe na sadržaj treninga, konkretan individualni rad na određenim pozicijama i inicira timske razgovore ili individualne razgovore s igračima (Duncan, 2022). Kako prilikom analize vlastite momčadi, tako je i kod analize protivnika potrebno kreirati izvještaj na temelju jedne ili više promatranih utakmica. U tom je izvještaju bitno konkretno naglasiti dobre i loše strane momčadi ili protivnika u fazi obrane i fazi napada i iznijeti moguća rješenja za iskorištavanje slabosti protivnika (Kubla, 2020). Individualna analiza primjenjuje se i prilikom promatranja protivnika u slučaju da analitičar primijeti da se u protivničkoj momčadi nalazi neki od pojedinaca koji kvalitetom pozitivno ili negativno iskaču iznad momčadi i na temelju toga s trenerom gradi strategiju kojom će pokušati iskoristiti mane suparničke momčadi. Temeljni dio analize protivnika je proučavanje pojedinačnih igrača. U ovakvom tipu analiza bitno je u izvještaju prezentirati igrača najprije s osnovnim informacijama poput imena i

prezimana, pozicije koju igra, dominantne noge i slično. Nakon toga se ističu specifičnije informacije koje su od veće važnosti - stil igranja, vrline i mane, posebne sposobnosti te karakteristike igrača u fazi napada i fazi obrane. S obzirom na veliku raznolikost svakog igrača izvještaj može sadržavati raznolike informacije. Uz izvještaj analitičar prezentira statističke podatke o igraču i potkrjepljuje informacije video materijalom kratkog trajanja. Izvještaji ovakvog tipa bitni su kako bi cijeli stručni stožer mogao biti spreman na ono što ih čeka na terenu (Núñez, 2020). Na prikazu 3 shematski je prikazan proces prikupljanja raznih informacija o sljedećem protivniku prije kreiranja izvještaja, video materijala i video prezentacije.



Prikaz 3. Shematski prikaz pripreme analize protivnika, D. Ritchie, 2020, NacSport. (<https://www.nacsport.com/blog/en-gb/Tips/video-analysis-game-plan>)

6.4 Suradnja s odjelima unutar nogometnog kluba

Posao video analitičara je interdisciplinarnan te zahtjeva usku suradnju s brojnim odjelima unutar nogometnog kluba od kojih najveću interakciju imaju s odjelom skautinga i regrutiranja novih igrača te sa zdravstvenim odjelom koji brine o ozljedama nogometaša. Što se identifikacije novih igrača i njihovog dovođenja tiče, danas se sve više temelji na podacima. Kako bi prepoznali igrača koji je zanimljiv prije pregleda video zapisa, provjerava se statistika s nizom metričkih podataka. Analiza podataka je revolucionirala proces skautiranja u

nogometu. Nekada su se analitičari i skauti oslanjali na vlastito iskustvo i intuiciju prilikom procesa prepoznavanja novih talenata. Danas ipak statistika ima objektivniju i sveobuhvatniju procjenu potencijala igrača (Junsree, 2023; Gershfield, 2023; Ranises, 2024). Odjel zadužen za liječenje i prevenciju igrača od ozljeda u suradnji s video analitičarima može identificirati mehanizam ozljede na temelju pregleda video snimki u usporenoj brzini. Praćenje podataka poput pređene udaljenosti i ukupnom naporu nogometaša omogućuje pravovremenu reakciju i prevenciju ozljede. Osim sprečavanja ozljeda, ovakav tretman omogućuje i dugoročno izbjegavanje ozljeda. U ovome je području individualizacija najbitniji faktor s obzirom da svaki igrač drugačije reagira na određene kondicijske parametre sukladno svojim motoričkim i funkcionalnim sposobnostima (Kuhn i sur, 2017; Impellizzeri i sur., 2020).

7. ZAKLJUČAK

S obzirom na podatke navedene u ovome radu na temelju proučene literature, možemo utvrditi da je video analitika postala neizostavan dio nogometne igre. Kao relativno mlado područje sporta, video analitika je u posljednjih desetak godina doživjela veliki razvoj. Ponajviše zahvaljujući razvoju umjetne inteligencije i strojnog učenja. Njezina uloga je od velike važnosti jer omogućuje stvaranje prednosti u odnosu na konkurenciju. Sposobnost proučavanja nedostataka i vrlina vlastite momčadi omogućuje pravovremeno i adekvatno reagiranje od strane stručnog stožera. Zaključci koji su dobiveni na temelju video analize mogu usmjeriti trenere da obrate pažnju na detalje koje možda sami sa svojim stručnim stožerom nisu imali na umu. Još veća specifičnost video analitike uočena je u individualnom radu s igračima gdje na temelju promatranja snimaka utakmica i treninga treneri uočavaju slabosti i vrline vlastitih igrača pojedinačno po svim pozicijama na terenu. Individualan razvoj pojedinog igrača dovodi do bržeg razvoje cijele momčadi. Na temelju snimaka moguće je identificirati i loše o dobre strane momčadi kao cjeline. Osim analize vlastite momčadi, analiza protivničkih momčadi omogućuje trenerima lakšu pripremu momčadi za utakmicu, kreiranje sadržaja za treninge te poticanje stvaranje strategije kojom se može nadmudriti suparnik s obzirom na njegove dobre i loše strane. Primjena umjetne inteligencije u nogometnoj videoanalitici ima svijetlu budućnost obzirom na kapacitete i brzinu obrade podataka. Pomoću algoritama strojnog učenja umjetna inteligencija olakšava identifikaciju obrazaca događaja na utakmicama koji video analitičarima mogu promaknuti. Umjetna inteligencija u nekoliko minuta odrađuje dio posla video analitičara na koji su oni nekada trošili po nekoliko sati. Poznato je kako je nogomet jedan od rijetkih sportova u kojem se utakmica može pobijediti sa samo jednim upućenim ili čak nijednim upućenim udarcem prema protivničkom голу (autogol). U toj činjenici možemo utvrditi koliko je svaki detalj u nogometnoj utakmici bitan jer svaki može biti presudan za ishod utakmice. Video analitičari, osim suradnje sa vlastitim stožerom u vidu prezentacije izvještaja i video materijala, u opisu posla obuhvaćaju i stalnu komunikaciju s drugim odjelima unutar nogometnog kluba. Važnu ulogu imaju u dovođenju novih igrača u klub u suradnji s odjelom skautinga kao i identificiranje mehanizama ozljeda u suradnji s medicinskim odjelom. Zaključno, video analitika je bez sumnje budućnost nogometa, a paralelno s razvojem tehnologije se razvija svakim danom te u budućnosti može imati sve važniju ulogu.

8. LITERATURA

- Bašić, D., Barišić, V., Jozak, R., Dizdar, D. (2015). *Notacijska analiza nogometnih utakmica*. Zagreb: Leonardo Media.
- Bašić, D. (2016). *Validacija notacijskog sustava za analizu izvedbe u nogometu* (doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Benito Santos, A., Theron, R., Losada, A., Sampaio, J. E., Lago-Peñas, C. (2018). Data-driven visual performance analysis in soccer: An exploratory prototype. *Frontiers in Psychology*, 9. doi: 10.3389/fpsyg.2018.02416
- Campbell, G. (n.d.). Analyse this. *Women's Soccer Coaching*.
<https://www.womenssoccercoaching.com/coaching-advice/analyse-this>
- Constructor. (14.10.2023). The evolution of video analysts in football teams.
<https://constructor.tech/blogs/evolution-video-analysts-football-teams#:~:text=The%20role%20of%20video%20analysts%20in%20football%20has%20undergone%20a,player%20development%2C%20and%20fan%20engagement.>
- Cossich, V. R., Carlgren, D., Holash, R. J., Katz, L. (2023). Technological Breakthroughs in sport: Current practice and future potential of artificial intelligence, virtual reality, augmented reality, and modern data visualization in performance analysis. *Applied Sciences*, 13(23), 12965.
<https://doi.org/10.3390/app132312965>
- Data Sports Group. (30.12.2023). The Digital Revolution of Sports Data. *Medium*.
https://medium.com/@marketing_25315/the-digital-revolution-of-sports-data-2ac4fa3e6763
- Duncan, R. (17.06.2020). 7 Characteristics Every Video Analyst Should Have. *NacSport*.
<https://www.nacsport.com/blog/en-us/Tips/7-video-analyst-characteristics>
- Duncan, R. (22.08.2022). The Importance of Video Analysis When Creating a Game Plan. *NacSport*.
<https://www.nacsport.com/blog/en-gb/Tips/video-analysis-game-plan>
- Ferrari, S. (2017). Performance Analysis in Soccer. Potentialities and challenges in the African context. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(01), 436-440. doi:10.7752/jpes.2017.01065
- Fifplay. (n.d.). Cameras Used in Football Matches. <https://www.fifplay.com/cameras-used-in-football-matches/>

- Gershfield, J. (17.10.2023). The Data Revolution in Sports: Transforming the Game. *Linkedin*.
<https://www.linkedin.com/pulse/data-revolution-sports-transforming-game-james-gershfield-bwkpe/>
- Gómez. M. Á., Mitrotasios, M., Armatas, V., Lago-Peñas, C. (2018). Analysis of playing styles according to team quality and match location in Greek professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(6), 986-997. doi: 10.1080/24748668.2018.1539382
- González, Á. (14.05.2021). Metrica sports and BIHub, empowering football from the grassroots through technology. *Barca Innovation Hub*.
<https://barcainnovationhub.fcbarcelona.com/blog/metrica-sports-and-bihub-empowering-football-from-the-grassroots-through-technology/>
- Griffin, L. (2024). The Ultimate Guide to Choosing the Best Soccer Camera for Parents. TraceUp.
<https://traceup.com/the-best-soccer-camera-for-parents>
- Guarnera, C. (12.1.2024). How are Drones Changing Sports in 2024. *Blue Falcon Aerial*.
<https://www.bluefalconaerial.com/drones-in-sports/#:~:text=Drones%20are%20undeniably%20reshaping%20the,in%20the%20future%20of%20sports.>
- Hay, P. (17.11.2020). How Prozone sparked a football analytics boom. *The Athletic*.
<https://www.nytimes.com/athletic/2193722/2020/11/16/prozone-analytics-ramm-mylvaganam-analysis-premier-league/>
- Hughes, M. i Franks, M. (2004). *Notational Analysis of Sport*. London: Routledge.
- Impellizzeri, F.M., Menaspà, P., Coutts, A.J., Kalkhoven, J. Menaspà, M.J. (2020). Training load and its role in injury prevention, part I: back to the future. *Journal of athletic training*, 55(9), 885-892. doi: 10.4085/1062-6050-500-19
- James, N. (2006). Notational analysis in soccer: Past, present and future. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(2), 67–81. <https://doi.org/10.1080/24748668.2006.11868373>
- Junsree, K. (4.6.2023). The Game Changer: How Data Analytics is Transforming Sports. *Medium*.
<https://kritjunsree.medium.com/the-game-changer-how-data-analytics-is-transforming-sports-f297db3f9519>
- Kubla, B. (2020). *Uvod u notacijsku analizu*. Zagreb: Hrvatski nogometni savez.

- Kuhn, W., Wittmann, M., Reinartz, W. (2017). Sports Analytics: A New Data Analytics Approach for Sports Data. *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 433-442
- Kuper, S. i Szymanski, S. (2014). *Soccernomics: Why England loses, why Spain, Germany and Brazil win, and why the US, Japan, Australia - and even Iraq - are destined to become the kings of the world's most popular sport*. New York: Nation Books.
- Laird, P. i Waters, L. (2008). Eyewitness recollection of sport coaches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(1), 76–84. doi:10.1080/24748668.2008.11868424
- Loftus, E. F. (2019). Eyewitness testimony. *Applied Cognitive Psychology*, 33(4), 463-727. doi:10.1002/acp.3542
- Manu, K. (2020). Applications of Artificial Intelligence in the Game of Football: The Global Perspective. *Researchers World – Journal of Arts Science & Commerce*, 11(2), 18-29. doi: 10.18843/rwjasc/v11i2/03
- McCaw, D. (2011). *The Laban Sourcebook*. London: Routledge.
- McGarry, T., O'Donoghue, P., Sampaio, J. (2013). *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis*. London: Routledge.
- Musa, R. A. (2016). The advancements and use od technological strategies in performance analysis of soccer: An update [Slika]. *Journal of Physical Education Research*, 3(2), 34-47.
- Naik, B. T. i Hashmi, M. F. (2021). Ball and Player Detection: Tracking in Soccer Videos Using Improved Yolov3 Model. *Research Square*. doi:10.21203/rs.3.rs-438886/v1
- Núñez, M. (26.11.2020). How to Create Individual Player Analysis Reports for Football. *NacSport*. <https://www.nacsport.com/blog/en-gb/Tips/how-to-create-individual-player-analysis-reports>
- O'Hera, S. (30.08.2017). Veo uses AI to let amateur soccer clubs video matches without the need for a camera operator [Slika]. *TechCrunch*. <https://techcrunch.com/2017/08/30/veo/>
- Passos, P., Araujo, D., Volossovitch, A. (2017). *Performance analysis in team sports*. London: Routledge.
- Pettersen, S. A., Johansen, D., Johansen, H., Berg-Johansen, V., Gaddam, V. R., Mortensen, A., Langseth, R., Griwodz, C., Stensland, H. K., Halvorsen, P. (2014). Soccer video and player position dataset. *MMSys '14: Proceedings of the 5th ACM Multimedia Systems Conference*, 18-23.

- Pinterest. (2015). DURAGADGET [Slika]. <https://www.pinterest.co.uk/pin/duragadget-premium-quality-camcorder-tripod-with-extendable-legs-and-balltilt-head-in-black-gold-for-the-new-sony-hdrpj620-ha--763923155512387843/>
- PFSA. (n.d.). Video Analyst. <https://thepfsa.co.uk/careers/video-analyst/#:~:text=The%20role%20of%20a%20Video%20Analyst&text=Video%20analysts%20typically%20spend%20hours,decision%20making%20and%20overall%20performance.>
- Phronetic AI. (27.4.2024). Decoding the Game: How Video Intelligence is Revolutionising Sports Analytics. <https://www.phronetic.ai/blogs/decoding-the-game-how-video-intelligence-is-revolutionising-sports-analytics>
- Ranises, N. (25.06.2024). The Science of Football: How Data and Analytics Are Changing the Game. *BioWiki*. <https://biowiki.com/the-science-of-football-how-data-and-analytics-are-changing-the-game/>
- Rein, R., i Memmert, D. (2016). Big Data and Tactical Analysis in Elite Soccer: Future Challenges and Opportunities for Sports Science. *SpringerPlus*, 5(1), 1-13. doi:10.1186/s40064-016-3108-2
- Ric, A., Robertson, S., Sumpter, D. (2021). *Football Analytics 2021: The role of context in transferring analytics to the pitch*. https://sportstomorrow.fcbarcelona.com/wp-content/uploads/2020/11/Barca_Innovation_Hub_FOOTBALL_ANALYTICS_2021.pdf
- Ritchie, D. (22.08.2022). *The Importance of Video Analysis When Creating a Game Plan*. NacSport. <https://www.nacsport.com/blog/en-gb/Tips/video-analysis-game-plan>
- Russomanno, T.G., Blauburger, P., Kolbinger, O., Lam, H., Schmid, M., Lames, M. (2022). Drone-Based Position Detection in Sports—Validation and Applications. *Frontiers in Physiology*, 13, doi: 10.3389/fphys.2022.850512
- Sacristán, M. (20.04.2020). Drones as a data capturing technology. *Barca Innovation Hub*. <https://barcainnovationhub.fcbarcelona.com/blog/drones-as-a-data-capturing-technology/>
- Sekan, D. (3.1.2023). Short history of data analysis in football. *Medium*. <https://medium.com/@filip.sekan/short-history-of-data-analysis-in-football-ce1963e428ae#:~:text=Post%20II.,war%20veteran%2C%20and%20football%20enthusiast.>
- Sideline Power. (2024). Drones [Slika]. <https://sidelinepower.com/drones/>
- Silva, R. M. (2016). *Sports Analytics* (doktorski rad). Burnaby: Simon Fraser University.

- Track160. (30.08.2022). How AI revolutionizes football video analysis for the sub-elite level. <https://www.track160.com/post/how-ai-revolutionizes-football-video-analysis-for-the-sub-elite-level>
- Vrieling, L. (2019). The video-analyst should be on the pitch. *Tactalyse*. <https://www.tactalyse.com/the-video-analyst-should-be-on-the-pitch/>
- Wang, X. (2013). Intelligent multi-camera video surveillance: A Review. *Pattern Recognition Letters*, 34(1), 3–19. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2012.07.005>
- Williams, J., Hopkins, S., Long, C. (2001). *Passing Rhythms: Liverpool FC and the Transformation of Football*. New York: Berg.
- Wright, C., Carling, C., Lawlor, C., Collins, D. (2016). Elite football player engagement with performance analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 1007–1032. doi:10.1080/24748668.2016.11868945
- XFB Analytics. (28.04.2020). The history of football analytics - Part 2. <http://www.xfbanalytics.hu/blog/blog-post/32>

9. PRILOZI

Prikaz 1. Međusobni odnosi elemenata na primjeru složenog sustava nogometne utakmice...	10
Prikaz 2. Sučelje ProZone platforme.....	15
Prikaz 3. Shematski prikaz pripreme analize protivnika	26
Slika 1. Ručna kamera s pripadajućim stalkom.....	17
Slika 2. Mobilna kamera za automatsko snimanje utakmice	18
Slika 3. Dron za snimanje iz zraka.....	19