

Topi Pesonen

**URHEILUANALYTIIKAN KÄYTTÖ
JOUKKUEURHEILUSSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2023

TIIVISTELMÄ

Pesonen, Topi

Urheiluanalytiikan käyttö joukkueurheilussa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2023, 32 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Saastamoinen, Anna

Ammattilaisurheilussa, kuten muussakin liiketoiminnassa, menestys on merkittävin taloudellisen jatkuvuuden määrittäjä, jonka seurauksena kilpailuetua yritetään saavuttaa kaikilla urheilun osa-alueilla. Urheilumarkkinoiden globaalin kasvun myötä ammattilaisurheilussa liikkuu valtavia rahamääriä, joita urheiluun tuovat muun muassa sponsorit ja urheilun seuraajat. Joukkueurheilussa liikkuvan rahan määrän kasvun ja teknologian ja kilpailun kehityksen myötä, menestyspaineeet ovat nousseet. Joukkueurheilun fyysiset ja taktiset vaatimukset ovat kohonneet urheilun kehittyessä ja panosten kasvaessa. Pelaajista on tullut entistä atleettisempia, urheiluvälineistä parempilaatuisia ja taktisesta osaamisesta syvällisempää. Urheiluanalytiikan hyödyntämisestä on muodostunut kriittinen työkalu joukkueurheilun ammattilaisarjoissa. Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, millaisia urheiluanalytiikan käyttötarkoituksia joukkueurheilussa esiintyy ja miten urheiluanalytiikka on muokannut joukkueurheilua. Urheilusta ja siihen liittyvästä toiminnasta kerätyn datan avulla pystytään tekemään joukkueen ja yksilön kannalta oikeita ja kannattavia ratkaisuja niin taktisesti kuin taloudellisesti. Urheiluanalytiikan avulla päätöksenteon tueksi saadaan dataan perustuvaa objektiivista informaatiota. Tämä kandidaatin tutkielma toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tutkimuksessa havaittiin, että urheiluanalytiikkaa voidaan käyttää joukkueurheilussa eri käyttötarkoituksiin, joita hyödynnetään entistä enemmän päätöksenteon ohjaajana. Kokonaisuudessaan urheiluanalytiikka on ohjannut joukkueurheilua analyttisempään suuntaan. Urheiluanalytiikkaa voidaan hyödyntää urheilun eri osa-alueilla, kuten taloudellisten päätöksiä tukena, yksilön suorituskyvyn tarkkailussa ja taktisena työkaluna. Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että urheiluanalytiikan kehityksen ja saavutettavuuden myötä sen hyödyntäminen on vakiinnuttanut paikkansa osana niin ammatti- kuin harrasteurheilua. Urheiluanalytiikan käytöllä tavoitellaan syvällisempää ymmärrystä joukkueurheilun lainalaisuuksista, minkä avulla etsitään kilpailuetua vastustajiin nähden.

Asiasanat: data-analytiikka, urheiluanalytiikka, joukkueurheilu, tiedonlouhinta

ABSTRACT

Pesonen, Topi

The use of sports analytics in the team sports context

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2023, 32 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Saastamoinen, Anna

In professional sports, as in any other business, success is the key determinant of financial sustainability. As the result of that, competitive advantage is sought in all areas of sports. With the global growth of sports markets, vast amounts of money are involved in professional sports, brought in by different stakeholders. The pressure to succeed has risen in team sports, because of the increase of the amount of money involved and the level of competition. The utilization of sports analytics has become a critical tool in the environment of professional sports. The aim of this study was to investigate the purposes of sports analytics in team sports and how it has shaped team sports. By using data collected from sports and sport-related activities, teams and individuals can make correct and profitable decisions both tactically and financially. Sports analytics provides objective information based on data to support decision-making. This bachelor's thesis has been conducted as a descriptive literature review. The research found that sports analytics can be used for various purposes in team sports, increasingly serving as a guide for decision-making. Overall, sports analytics has directed team sports in a more analytical direction. Sports analytics can be utilized in different areas of sports, such as supporting financial decisions, monitoring individual performance, and as a tactical tool. Based on the research, with the development and accessibility of sports analytics, its utilization has established its place in professional and amateur sports. The use of sports analytics aims to achieve a deeper understanding to gain a competitive advantage over opponents.

Keywords: data-analytics, sports analytics, team sports, data mining

KUVIOT

KUVIO 1 Tiedonlouhinnan ja koneoppimisen sijoittuminen tieteelliseen kokonaisuuteen.....	12
KUVIO 2 Heat map kuvattuna kahden eri pelipaikan pelaajan liikkeistä jalkapallopelein aikana	26

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Perinteisen analyysin ja analytiikan eroavaisuudet	11
---	----

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT

TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	TUTKIMUKSEN KESKEISET KÄSITTEET	10
	2.1 Data-analytiikka.....	10
	2.2 Urheiluanalytiikka.....	12
	2.3 Tiedonlouhinta	14
	2.4 Koneoppiminen.....	16
3	URHEILUANALYTIIKAN VAIKUTUKSET JOUKKUEURHEILUSSA.....	18
	3.1 Taloudelliset vaikutukset	18
	3.2 Vaikutukset suoriutumiseen	20
	3.2.1 Joukkueen näkökulmasta	20
	3.2.2 Yksilön näkökulmasta	23
	3.3 Vaikutukset joukkueurheilun seuraamiseen ja kannattajiin	25
4	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET.....	30

1 JOHDANTO

Urheileminen tai sen seuraaminen on suurelle osalle ihmisistä jokapäiväistä, ja ne ovat vakiinnuttaneet paikkansa suosituimpien ajanviettotapojen joukossa (Vaz de Melo, Almeida, Loureiro & Faloutsos, 2012). Urheilu herättää maailmanlaajuisesti paljon taloudellista kiinnostusta. Sen on arvioitu olleen jo vuonna 2014 toimialana 1,5 biljoonan dollarin arvoinen (Thabtah, Zhang & Abdelhamid, 2019). Voidaan olettaa, että summa on kasvanut entisestään sen jälkeen, sillä teknologian kehitys ja urheilumarkkinoiden globaali kasvu ovat ottaneet merkittäviä kehitysaskelia. Urheiluliiketoiminnassa etsitään jatkuvasti keinoja luoda voittoa samalla tavalla, kuin missä tahansa muussa liiketoiminnassa (Jayal, McRobert, Oatley & O'Donoghue., 2018).

Urheilussa suurin liiketoiminnallisen menestyksen takaaja on urheilullinen menestys, minkä seurauksena kilpailu kovenee jatkuvasti. Jokainen urheilulaji on rakenteeltaan omanlaisensa ja vaatii erilaisia fyysisiä ominaisuuksia ja erilaista taktista osaamista (Oytun, Tinazci, Sekeroglu, Acikada & Yavuz, 2020). Fyysiset ja taktiset vaatimukset ovat muuttuneet, ja pelaajista on tullut entistä atleettisempia, urheiluvälineistä parempilaatuisia ja taktisesta osaamisesta aiempaa syvällisempää. Myös urheiluun sijoitetut valtavat rahamäärät lisäävät kilpailua ja menestyspainetta. Esimerkiksi Oskenin ja Onayn mukaan (2022) koripallon isot hyökkääjät, kuten voima- ja keskushyökkääjät, sijoittuivat aiemmin kokonsa takia korin läheisyyteen, jossa kokoa oli mahdollista hyödyntää. Nykypäivän koripallossa isot hyökkääjät ovat alkaneet sen sijaan ottaa enemmän vastuuta pelinrakentelussa ja heittämään 3-pisteen heittoa (Osken & Onay, 2022).

Urheilusta kerättävissä olevan datan määrä on kasvanut teknologian kehityessä. Urheilussa, kuten muuallakin maailmassa, ollaan siirtymässä massadatan aikaan, jossa käytössä oleva data tulee kasvamaan räjähdysmäisesti ja suuri määrä sensoreita tarvitaan valtavan tietomäärän keräämiseen ja analysointiin (Jiang & Xiao, 2021). Urheilutiede voi hyödyntää tätä valtavaa tiedon määrää suoritusten analysoinnissa, tutkimusten tukena ja aiempaa kehittyneiden teorioiden tuottamisessa (Link, 2018). Datan keräämistä, analysointia ja hyödyntämistä kutsutaan urheilussa urheiluanalytiikaksi. Urheiluanalytiikka voidaan hyödyntää urheilun eri osa-alueilla, kuten taloudellisten päätösten tukena, yksilön suorituskyvyn tarkkailussa ja taktisena työkaluna.

Hucaljukin ja Rakipovićin (2011) mukaan joukkueurheilussa on paljon muuttujia, jotka vaikuttavat suoraan ottelutapahtumien kulkuun. Niitä muuttujia ovat esimerkiksi kotikenttäetu, joukkueiden taso ja yksittäiset pelaajat (Hucaljuk & Rakipović, 2011). Tämän takia eri tekijöiden tunnistaminen ja niiden vaikutuksien analysoiminen on muodostunut tärkeäksi kokonaisuuden hallinnalle ja suorituskyvyille. Sarliksen ja Tjortjiksen (2020) mukaan muuttujiin kuuluu myös onni, joka on merkittävä tekijä erityisesti joukkueurheilussa. Onneen ei itsessään pysty vaikuttamaan eikä sitä ole mahdollista ennustaa (Sarlis & Tjortjis, 2020), mutta sitä analysoimalla voidaan todeta, onko jokin joukkue suoriutunut erityisen hyvin tai huonosti onnen tai epäonnen takia.

Urheilutapahtumista on paljon sellaista dataa, jonka oletetaan vaikuttavan lopputuloksiin (Stekler, Sendor & Verlander, 2010). Yksittäisiin pelaajiin liittyen datana kerätään esimerkiksi tehtyjen maalien määriä, pelattuja minutteja ja onnistuneita harhautuksia, joita voidaan pitää alkeellisina tapoina kuvastaa pelaajan kontribuutiota koko joukkueen suorituskykyä ajatellen (McHale & Holmes, 2023). Koko joukkueen pelaamista tarkasteltaessa voidaan joukkueurheilusta löytää rakenteita, joiden avulla joukkueet pystyvät muokkaamaan menestykseen vaikuttavia strategisia ja taktisia toimintatapoja. Urheiluanalytiikan ympärille on kehittynyt aktiivinen tiedeyhteisö, joka tuottaa paljon kirjallisuutta. Aikaisemmin sitä ei ole ollut saatavilla, koska aikaisempi tutkimus tapahtui pitkälti urheiluorganisaatioissa, jotka eivät halunneet julkistaa tutkimustuloksiaan.

Data-analytiikalla tarkoitetaan datan käsittelyä analytiikan keinoja hyödyntämällä, minkä tarkoituksena on löytää datassa piileviä rakenteita ja käyttää niitä hyödyksi päätöksenteossa. **Urheiluanalytiikka** on data-analytiikan alakäsite, joka tarkoittaa urheilusta ja siihen liittyvästä toiminnasta kerätyn datan käsittelyä. Merkityksellisimmät työkalut datan käsittelyssä ovat tiedonlouhinta ja koneoppiminen. **Tiedonlouhinnalla** tarkoitetaan datan rakenteiden tutkimista hyödyntäen matematiikan ja tilastotieteen, sekä tekoälyn tekniikoita, joiden avulla datasta voidaan löytää mielenkiintoisia trendejä. **Koneoppiminen** perustuu koneen ajatteluun ihmisen aivojen kaltaisella toimintamallilla, jossa se oppii tulkitsemaan sille annettua dataa. Tutkielmassa käytetty **joukkueurheiluorganisaatio** määritellään joukkueesta ja sen taustalla toimivasta organisaatiosta muodostuvaksi kokonaisuudeksi, jossa urheilullinen ja taloudellinen toiminta yhdistyvät saman käsitteen alle. **Joukkue** määritellään pelaajien, valmentajien ja taustahenkilöiden, kuten lääkärien, fysioterapeuttien ja huoltajien, kokonaisuudeksi.

Tutkimus keskittyy urheiluanalytiikan käyttöön joukkueurheilussa ja tarkemmin erityisesti maila- ja pallopeleissä, jotka ovat kompleksisuutensa takia vaikeasti ennustettavia urheilulajeja. Tutkimuksessa tarkastellaan joukkueen ja sen taustalla olevan organisaation urheiluanalytiikan käyttöä. Urheiluanalytiikalla pystytään vaikuttamaan joukkueiden fyysisen ja taktisen suorituskyvyn ominaisuuksiin. Sitä voidaan käyttää myös joukkueen ja sen taustalla toimivan organisaation toiminnan tukena taloudellisia päätöksiä tehtäessä. Tutkimuksen tutkimuskysymyksiksi on asetettu:

- *RQ1: Mitä hyötyä urheiluanalytiikan käytöstä on joukkueurheiluorganisaatiolle?*

- *RQ2: Miten data-analytiikan käyttö on vaikuttanut joukkueurheilun kehitykseen joukkueen ja yksilön näkökulmasta?*

Tutkimus on suoritettu kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, joka antaa vapauden tutkimusalueen laaja-alaiseen tutkimiseen ilman rajoittavia sääntöjä (Salminen, 2011). Tutkimuksen aineisto on kerätty JYKDOK, IEEEExplorer, ACM Digital Library, ScienceDirect, ResearchGate sekä SpringerLink tietokannoista. Aineistoa on haettu seuraavilla hakutermeillä ja niiden yhdistelmillä: data analytics, data mining, forecasting in sports machine learning, performance analysis, sports analytics ja team sport. Tärkeimpinä kriteereinä lopulliseen aineistoon valikoituvien lähteiden kohdalla nähtiin tiedonhakuvaiheessa aineiston soveltuvuus tutkimukseen sekä julkaisukanavan JUFO-luokitus.

Tutkielman aineiston tieteellisyyttä ja luotettavuutta on arvioitu Julkaisuforumin (JUFO) luokittelun perusteella. Julkaisuforumilla (2023) vain tieteellisille julkaisukanaville, jotka noudattavat vertaisarviointikäytäntöä, voidaan myöntää JUFO-luokitus. Luokitukset tapahtuvat luokkien 1–3 välillä, missä luokka 1 kuvastaa perustasoa ja luokituksen noustessa julkaisukanavan merkitys tiedeyhteisölle kasvaa. Lähdeaineiston valinnassa on käytetty kriteerinä julkaisukanavan luokitusta luokkiin 1–3 (Julkaisuforumi, 2023). Tutkimuksessa on hyödynnetty myös luokitukseltaan ei-tieteellistä aineistoa, koska tutkittavaa aihetta kuvastaa rajoittuneisuus. Useat urheiluanalytiikkaa koskevat tutkimukset ovat urheiluseurojen ja muiden vastaavien organisaatioiden omaan käyttöönsä tuottamaa tietoa. Tutkittua aineistoa on siis suhteellisen vähän julkisesti hyödynnettävissä. Jotta tutkimusta varten saatiin kerättyä riittävästi hyödynnettävää aineistoa, jouduttiin siihen valikoimaan myös ei-tieteelliseksi luokiteltuja lähdeaineistoja. Näitä aineistoja ei ole vertaisarvioitu, mutta niiden hyödyntäminen tämän tutkimuksen kontekstissa oli perusteltua. Tutkimusta tehdessä, ei-tieteellisen aineiston kohdalla on huomioitu kriittinen lähestymistapa.

Aiemman tutkimuksen saatavuuden ja vähäisyyden takia on tutkimusaineistoon valittu artikkelien lisäksi myös kirjoja. Nämä kirjat ovat olleet peräisin JUFO-luokituksen saaneilta julkaisijoilta. Kirjoja on käytetty käsitteiden määrittelyn tukena ja käsittelykappaleissa urheiluanalytiikan käyttötarkoitusten kuvailemisessa. Kirjojen avulla tutkimuksen aiheeseen on saatu laajempi teoriapohja, jonka avulla käsitteet on saatu määriteltyä tarkasti. Tutkimukseen on saatu kirjoista käytännön esimerkkejä urheiluanalytiikan hyödyntämisestä joukkueurheilun eri osa-alueilla, joita tuetaan tieteellisissä vertaisarvioituissa artikkeleissa esiintyvillä tutkimuksilla.

Tutkimus koostuu kahdesta käsittelyluvusta. Ensimmäisessä käsittelyluvussa määritellään urheiluanalytiikan kannalta tärkeää käsitteistöä, joita ovat data-analytiikka, urheiluanalytiikka, tiedonlouhinta ja koneoppiminen. Toisessa käsittelyluvussa esitetään keskeisiä urheiluanalytiikan käyttötarkoituksia joukkueelle talouden, strategian ja taktiikan osalta sekä yksilön ja fanien näkökulmasta. Luvussa tulkitaan urheiluanalytiikan eri käyttötarkoitusten tuomia hyötyjä joukkueurheiluorganisaatiolle ja pohditaan, miten urheiluanalytiikan käytön yleistymisen on vaikuttanut joukkueurheilun kehitykseen joukkueen ja yksilön näkökulmasta. Viimeisessä luvussa vedetään yhteen tutkimuksen tulokset

ja vastataan tutkimuskysymyksiin. Lisäksi luvussa arvioidaan tutkimuksen toteutusta ja jatkotutkimusaiheita.

2 TUTKIMUKSEN KESKEISET KÄSITTEET

Tässä luvussa käsitellään data-analytiikan, urheiluanalytiikan, koneoppimisen, tiedonlouhinnan ja joukkueurheiluorganisaation määritelmiä, jotka ovat tutkielman kannalta olennaisia asiakokonaisuuksia. Käsitteiden määritelmiä tarkastellaan sekä yleisesti että joukkueurheilun kontekstissa. Tutkimuksen hahmottaminen ja tulosten ymmärtäminen edellyttää käsitteiden ymmärrystä.

2.1 Data-analytiikka

Data-analytiikalla (engl. Data Analytics) on merkittävä rooli jatkuvasti lisääntyvän datan käsittelyssä. Data-analytiikka voidaan määritellä prosessiksi, jolla pyritään keräämään merkityksellistä informaatiota datasta (Roiger, 2016), jota voidaan analysoimalla käyttää hyödyksi päätöksenteossa (Jayal ym., 2018). Data-analytiikka käyttää hyväkseen isoja tietojoukkoja, joita analysoidaan käyttämällä erilaisia tietojärjestelmiä (Runkler, 2016). Harrison ja Bukstein (2017) kuvailevat datan itsessään viittaavan hyödylliseen informaatioon ja sen tunnistamiseen, järjestelemiseen, varastointiin ja hallintaan. Analytiikan he näkevät datan analysoinnista ja esittämisestä koostuvana prosessina, jossa datasta muodostetaan luotettavaa ja hyödyllistä informaatiota (Harrison & Bukstein, 2017).

Data-analytiikka on ottanut vaikutteita monilta muilta tieteenaloilta ja käyttää muun muassa tietojenkäsittelytieteen, matematiikan ja tilastotieteen menetelmiä (Roiger, 2016). Teknologian ja tekoälyn kehityksellä on ollut iso merkitys data-analytiikan kehityksessä. Yhä suurempia määriä dataa pystytään hallitsemaan ja käsittelemään laitteiden kehittyessä. Koneoppimista ja tekoälyä hyödyntävät kehittyneet tekniikat pystyvät käsittelemään entistä suurempia ja kompleksisempia tietojoukkoja ja löytävät niistä arvokasta tietoa.

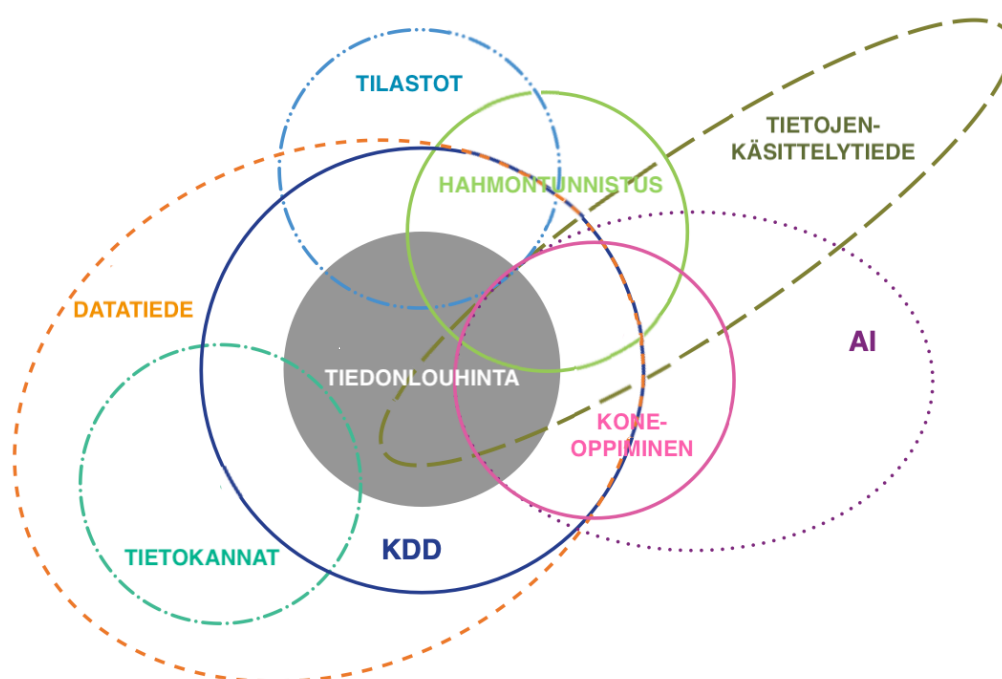
Analytiikka ja perinteinen analyysi menevät usein sekaisin, kun puhutaan datan käsittelystä. Roiger (2016) määrittelee data-analytiikkaprosessin monivaiheiseksi toiminnoksi, jonka tavoitteena on malli, jolla pystytään ratkaisemaan ongelmia. Prosessin ensimmäinen vaihe on datan kerääminen ja esikäsittely. Seuraaviksi dataa mallinnetaan, mallia testataan, raportoidaan tulokset ja toistetaan

tarvittaessa prosessi uudelleen (Roiger, 2016). Tätä määritelmää tukee Jayalin ja kumppanien (2018) ajatus siitä, että analytiikka sisältää datan hallinnan lisäksi sen analysointia, mallintamista ja visualisointia. Analytiikka käsitteenä kattaa datan analysoinnin lisäksi paljon muutakin, mikä korostaa myös sen eroavaisuuksia perinteisestä analyysistä. Kuten seuraavasta taulukosta (Taulukko 1) nähdään, analyttisen lähestymistavan piirteet ovat kompleksisempia verrattuna perinteiseen analyysiin. Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan analytiikan lähestymistavassa on aina läsnä vähintään yksi analytiikan tunnusmerkeistä.

TAULUKKO 1 Perinteisen analyysin ja analytiikan eroavaisuudet (Jayal ym., 2018, s. 9)

	Perinteinen analyysi	Analytiikka
Data tyypit ja lähteet	Suhteellisen yksinkertaisia ja keskitettyjä	Monimutkaisia, heterogeenisiä ja hajautettuja
Datan laatu	Valmista ja puhdasta	Keskeneräistä, epäjohdonmukaista ja päivittyvää
Datan muoto	Johdonmukaista	Vaihtelevaa
Analysointimenetelmät	Pieni määrä menetelmiä	Suuri valikoima analyttisiä työkaluja
Päätäjien näkemys datan käsittelystä	Läpinäkymätön	Läpinäkyvä
Analyysin ja päätöksenteon välinen suhde	Peräkkäinen	Samanaikainen, reaaliaikainen
Lopputuote	Kiinteä raportti	Interaktiivinen, visuaalinen ja dynaaminen esitys
Datan kerääminen	Vakioprosessi, joitakin ad hoc -kyselyitä	Interaktiivinen, joustava ja tutkiva kysely

Data-analytiikka on hyvin monitieteinen ala, johon liittyy vahvasti muiden tieteenalojen, kuten tilastotieteen, koneoppimisen, hahmontunnistuksen, järjestelmäteorian, operaatiotutkimuksen ja tekoälyn oppeja (Runkler, 2016). Keskeisiä työkaluja ovat tiedonlouhinta ja koneoppiminen: data-analytiikka käyttää niitä molempia hyödyksi datassa piilevien rakenteiden löytämisessä. Kuten ensimmäisestä kuvioista (kuvio 1) nähdään, data-analytiikan työkalut ja menetelmät ovat lähellä toisiaan ja hyödyntävät toistensa oppeja. Esimerkiksi tiedonlouhinnan ja koneoppimisen työkalut ovat hyvin samantyyppisiä, mutta menetelmät ovat erilaisia. Molempiin liittyy vahvasti matematiikan ja tilastotieteen hyödyntäminen, mutta tiedonlouhinnassa alan ammattilaiset tulkitsevat dataa, kun koneoppimisessa kone hoitaa datan analysoimisen. Molemmista käsitteistä kerrotaan lisää omissa alaluvuissaan.



KUVIO 1 Tiedonlouhinnan ja koneoppimisen sijoittuminen tieteelliseen kokonaisuuteen (Dean, 2014, s. 56)

2.2 Urheiluanalytiikka

Urheiluanalytiikka (engl. Sports Analytics) on data-analytiikan alakäsite, joka keskittyy urheiluun liittyvään dataan ja sen käsittelyyn. Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan Alamarin (2013) viitekehys on hyvä lähtökohtana urheiluanalytiikan käsitteen tarkastelulle. Urheiluanalytiikka koostuu Alamarin mukaan datan hallinnasta, joka tarkoittaa datan keräämistä ja sen varastointia käytettävään muotoon, ja analyttisistä malleista, joilla dataa voidaan tutkia päätöksen tekijöiden preferenssien pohjalta. Alamarin korostaa, että urheiluanalytiikkaan kuuluvat vahvasti tietojärjestelmät, joiden avulla informaatiota on mahdollista esittää yksinkertaisessa muodossa, sekä johtajuus, jota tarvitaan päätösten tekemiseen saatuaan informaatioon perustuen (Jayal ym., 2018).

Linkin (2018) mukaan urheiluanalytiikka voidaan määritellä prosessiksi, jossa etsitään, tulkitaan ja prosessoidaan dataan perustuen informaatiota urheiluun liittyvistä suorituksista. Apuna käytetään tietojärjestelmiä ja matemaattisia datan käsittelymenetelmiä, joita hyödyntämällä tavoitellaan kilpailullista etulyöntiasemaa (Link, 2018). Urheiluanalytiikka tähtää tavoiteltuihin lopputuloksiin hyödyntämällä analytiikan menetelmiä ja periaatteita, joihin perustuvat päätökset voivat vaikuttaa yksilön tai joukkueen suoriutumiseen tietystä ottelusta tai jopa koko kaudella (Apostolou & Tjortjis, 2019).

Sarliksen ja kumppanien (2021) mukaan urheilumaaailma on täynnä määrällistä ja laadullista dataa, jota saadaan useista lähteistä. Niitä ovat esimerkiksi

erilaiset ilmaiset ja kaupalliset tietopankit, jotka keräävät tilastollista dataa urheilusta, joukkueista ja yksilöistä. Kyseinen data voi käsitellä erilaisia tilastoja, terveys- ja loukkaantumistietoja, videoita ja muita tärkeitä tietoja (Sarlis, Chatziilias, Tjortjis & Mandalidis, 2021). Datan lähteitä ovat muun muassa urheilijoiden käyttämät urheiluteknologiat, kehittyneet videoanalyysin työkalut, erilaiset seurantajärjestelmät sekä väestölliset, lääketieteelliset ja pelaajatarkkailuraportit (Sarlis & Tjortjis, 2020).

Urheiluteknologiat tarkkailevat urheilijan rasitusta, suorituskykyä ja yksittäisiä suorituksia tuottaen dataa, johon perustuen voidaan suunnitella esimerkiksi harjoitteluohjelmia tai havaita mahdollisia terveysongelmia. Modernit videojärjestelmät tarkkailevat sekä pelaajien että pelivälineen liikkeitä ottelutapahutumien aikana, mitä voidaan hyödyntää pelaajakohtaisessa suoritusten ja suorituskyvyn analysoimisessa (Thabtah ym., 2019), ja oman ja vastustajan pelaamisen taktisen ymmärryksen kehittämisessä. Erilaiset seurantajärjestelmät ja niiden kehitys ovat yksi merkittävimmistä tekijöistä urheiludatan määrän jatkuvan kasvun takana (Link, 2018). Erilaisten kehittyneiden tilastojen pohjalta urheilijat ja joukkueet pystyvät tekemään strategisia ja taktisia päätöksiä, kuten arvioimaan maaliodottamaa tietystä tilanteesta suoritettulle laukaukselle (Tsampazis & Tefas, 2018). Toimijat sekä kentällä että valmennuksessa hyödyntävät dataa mieltiesään keinoja yksilön ja joukkueen suorituskyvyn parantamiseen (O'Donoghue, 2010).

Analytiikka on tärkeä työkalu, kun arvioidaan urheilijan todellista tasoa suoritukseen perustuen (Oytun ym., 2020). Ammattilaisurheilussa urheiluanalytiikkaa käytetään myös otteluiden analysoimisessa, harjoittelusta syntyvän kuormituksen hallinnassa, loukkaantumisten ehkäisemisessä ja tukena pelaajahankeintoja tehtäessä (Link, 2018). Urheilijat pystyvät valmentajiensa kanssa analysoimaan suorituksiaan välittömästi niiden suorittamisen jälkeen niiden laadun (Jayal ym., 2018) ja oman sijoittumisensa (Thabtah ym., 2019) suhteen sekä seuraamaan urheilun tuottamaa rasitusta harjoitusten ja pelien aikana (De Silva, Caine, Skinner, Dogan, Kondo, Peter, Axtell, Birnie & Smith, 2018). Teknologian kehityksen ja saavutettavuuden myötä urheiluteknologian käyttö on tullut mahdolliseksi myös amatööriurheilussa, jolloin myös alemmilla joukkueurheilun sarjatasoilla on mahdollista hyödyntää urheiluanalytiikan periaatteita (Frey, Murina, Rohrbach, Walser, Haas & Dettling, 2019).

Urheiluanalytiikka on käytännössä urheilun matemaattista analysointia (Link, 2018), jonka tavoitteena on tuottaa datasta saatua tietoa hyödyntäen parempia liiketoiminnallisia päätöksiä. Datan käsittelyllä ja tutkimisella on tärkeä rooli, koska urheilujoukkueissa ja -organisaatioissa tehdään analytiikkaan perustuen tärkeitä päätöksiä (Sarlis ym., 2021). Urheiluanalytiikka on muuttumassa tapahtuneen analysoinnin ja tulevan ennustamisen sijasta välineeksi, joka kertoo mitä pitäisi tehdä (Sarlis & Tjortjis, 2020). Urheiluanalytiikka toimii urheilijoiden ja joukkueiden suoritusten analysoinnin lisäksi urheiluorganisaatioiden apuna myös tulevaisuuden lupausten ja markkina-arvon arvioinnissa (Apostolou & Tjortjis, 2019) sekä fanikokemusten parantamisessa (Link, 2018). Sen tavoitteena on tuottaa objektiivinen näkökulma, joka auttaa päätöksenteossa (Oytun ym., 2020).

Urheilussa käytetään perinteisesti yksinkertaisia indikaattoreita kertomaan yksittäisten pelaajien ja koko joukkueen suorituksista. Niitä ovat esimerkiksi pallohallintaprosentti, laukaukset kohti maalia ja syöttöjen määrä (Link, 2018). Joukkueurheilun kompleksisuuden ja dynamiikan takia sen suoritusten tarkasteleminen ja mittaaminen ovat kriittisiä syvemmän ymmärryksen luomiseksi (O'Donoghue, 2010). Esimerkiksi koripallossa tilastot kertovat pelin aikana tehdyt pisteet, saadut levypallot ja syöttöjen määrän, mutta ne mittaavat pelaajan suorituksia vain murto-osan peliajasta (Vaz de Melo ym., 2012). Tätä niin kutsuttua boxscorea parempi yksittäisen pelaajan suorituksen mittari joukkueen menestyksen näkökulmasta on plusmiinus asteikko, joka antaa kuvan pelaajan merkityksestä joukkueelle vastustajan pisteisiin tai maaleihin verrattuna (McHale & Holmes, 2023).

Urheiluanalytiikka tarkoittaa urheiluun liittyvän toiminnan analysointia analytiikan menetelmiä hyödyntämällä. Urheiluanalytiikan tavoitteena on toimia urheilun ja siihen liittyvän päätöksenteon tukena etsimällä saatavilla olevassa informaatiossa piileviä rakenteita. Urheiluanalytiikasta on tullut joukkueurheilussa merkittävä strateginen osa-alue, jolla voidaan saavuttaa etulyöntiasemaa vastustajaan nähden.

2.3 Tiedonloughinta

Tiedonloughinta on datan analysointia, jossa tutkitaan tietojoukkoja ja etsitään niistä ratkaisuja ongelmiin (Sarlis & Tjortjis, 2020). Tiedonloughinnalla tavoitellaan datan seassa piilossa olevien, mielenkiintoisten, odottamattomien ja arvokkaiden rakenteiden löytämistä (Roiger, 2016). Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan tiedonloughinnalla tavoitellaan sellaisten rakenteiden, suhteiden ja samankaltaisuuksien löytämistä datasta, joiden avulla dataa voidaan ryhmitellä. Tärkeimmät tiedonloughinnan osa-alueet keskittyvät luokitteluun, arviointiin, ennustamiseen ja profilointiin (Jayal ym., 2018). Dean (2014) korostaa tiedonloughinnan merkitystä ennustavassa mallintamisessa. Siihen liittyy aikaisemman datan tutkimista, mitä hyödynnetään mallien opettamisessa. Tavoitteena on löytää datasta rakenteita, joita voidaan hyödyntää tulevaisuuden tapahtumien ennustamisessa (Dean, 2014). Tiedonloughinnan lopullisena tavoitteena on sen avulla löydettyjen rakenteiden hyödyntäminen erilaisissa tilanteissa (Roiger, 2016).

Tiedonloughinnassa datasta etsitään kiinnostavia rakenteita ja sääntöjä, jotka tukevat hyödyllisen informaation löytämistä. Rakenteet ja säännöt ovat mielenkiintoisia, jos ne ovat helposti ymmärrettävissä, toimivia uuden datan kanssa sekä hyödyllisiä ja uusia (Jayal ym., 2018). Rakenteiden etsimisessä hyödynnetään useita eri tekniikoita, jotka on johdettu pääasiassa tekoälymalleista, mutta myös matematiikasta ja tilastotieteestä (Jayal ym., 2018). Vaikutteita on otettu myös koneoppimisesta ja liiketoiminnasta (Roiger, 2016). Tiedonloughinnaksi voidaan määritellä toiminta, jossa käytetään vähintään yhtä tiedonloughintatekniikkaa datan analysointiin ja keräämiseen (Sarlis & Tjortjis, 2020).

Tiedonloughinta on moniosainen prosessi, jossa on hyödynnetty useita teorioita, algoritmeja ja laitteistoa (Dean, 2014). Se koostuu datan keräämisestä, sen

valmistelusta louhintaa varten, datan louhinnasta, tulosten analysoinnista ja tulosten perusteella toimimisesta (Roiger, 2016). Deanin (2014) mukaan datan esivalmisteluprosessin ymmärtäminen on tiedonlouhinnalle tärkeää. Hänen mukaansa datan varastoinnin merkitys korostuu kasvavien datamäärien ja datan yksityiskohtaisuuden vuoksi. Data pitäisi Deanin mukaan säilyttää helposti saatavilla, mikä on tärkeä tekijä tiedonlouhinnan tehokkuudelle (Dean, 2014). Roigerin (2016) mukaan tiedonlouhintaan kuuluu yhden tai useamman algoritmin hyödyntäminen datan prosessoinnissa siten, että datasta pyritään luomaan yleistetty malli. Erilaisia tiedonlouhintatekniikoita on useita, mutta ne perustuvat kaikki induktiiviseen oppimiseen. Siinä algoritmi oppii esimerkkien avulla tulkitsemaan dataa (Roiger, 2016).

Yleisin tiedonlouhinnan tyyppi on ohjattu oppiminen, jossa osaa kerätystä datasta käytetään mallin opettamiseen ja osaa mallin testaamiseen (Roiger, 2016). Ohjattu oppiminen perustuu datasta opittujen rakenteiden hyödyntämiseen asioiden luokittelussa tai tulevan ennustamisessa (Dean, 2014). Luokittelu on ohjattu oppimiseen perustuvista tiedonlouhintatekniikoista yleisin. Jayal ja kumppanit (2018) toteavat luokittelunmallin lajittelevan dataa valmiiksi luotuihin luokkiin opetukseen käytettyyn dataan perustuen. Tunnetuimpia menetelmiä ovat neuroverkot, päätöspuu ja naiivi Bayes-luokittelija (Jayal ym., 2018).

Toinen tiedonlouhinnan tyyppi on ohjaamaton oppiminen, jossa mallia ei määritellä etukäteen vaan malli oppii dataa analysoimalla ryhmittelemään dataa samankaltaisuuksien perusteella (Roiger, 2016). Koska ohjaamattomassa oppimisessä mallia ei kouluteta, voivat tulokset olla objektiivisuuden puutteen takia vääristyneitä (Dean, 2014). Silvan ja Zhaon (2016) mukaan klusterointi on esimerkki ohjaamattomasta algoritmista, joka lajittelee dataa keskenään samankaltaisiin ryhmiin. Klusteroinnilla datan rakennetta on helpompi ymmärtää ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi muiden tiedonlouhinta tekniikoiden opettamiseen (Christiano Silva & Zhao, 2016). Ohjaamattomista menetelmistä nostetaan yleensä esiin neuroverkot ja itseorganisoituva kartta (Jayal ym., 2018).

Tiedonlouhinnan jälkeen dataa analysoidaan siten, että siitä pystytään tuottamaan merkityksellistä informaatiota, jolla tuetaan päätöksentekoa (Jayal ym., 2018). Datasta voidaan tekniikoiden kehityksen myötä löytää jatkuvasti uusia mielenkiintoisia rakenteita, mutta liiallinen tutkiminen vaikuttaa negatiivisesti mallin tehokkuuteen (Dean, 2014). Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan datan visualisointi on tärkeää sen ymmärrettävyydelle, joka taas on keskeistä sen tehokkaalle hyödyntämiselle. Visualisoinnilla korostetaan rakenteita, joita eri organisaatiot voivat hyödyntää (Jayal ym., 2018). Joukkueurheilussa tiedonlouhinta hyödynnetään pääasiassa tulkinta- ja segmentointitarkoituksissa, jotka loppulta tukevat päätöksentekoa (Sarlis & Tjortjis, 2020).

Tiedonlouhinnalla pyritään löytämään datasta rakenteita, poikkeavuuksia ja sääntöjä. Sen avulla dataa voidaan luokitella ja ryhmitellä sen ominaisuuksien mukaan. Lisäksi datasta voidaan tiedonlouhinnalla etsiä eri tietojoukkojen välisiä suhteita ja eroavuuksia sekä toteuttaa regressioita ja ennustavien mallinnuksia.

2.4 Koneoppiminen

Koneoppiminen (engl. Machine Learning) liittyy sellaisten algoritmien tutkimiseen, suunnitteluun ja toteuttamiseen, jotka mahdollistavat tietokoneiden oppimisen ilman, että niitä on erikseen ohjelmoitu (Christiano Silva & Zhao, 2016). Koneoppiminen koostuu statististen metodien kokonaisuudesta, jossa tavoitteena on luoda luotettavia ja toistettavia malleja eri kokoisista tietoineistoista (Araújo, Couceiro, Seifert, Sarmiento & Davids, 2021). Koneoppiminen toimii apuna datan käsittelyssä ja tulkitsemisessa. Se löytää datasta erilaisten mallien avulla piileviä rakenteita ja sääntöjä, joita voidaan hyödyntää tulevaisuuden tapahtumien ennustamisessa (Theodoridis, 2020). Koneoppimisen tehokkuus riippuu pitkälti käytetyn datan luonteesta (Oytun ym., 2020). Siinä kone on opetettu oppimaan ja ennustamaan ihmisaivojen lailla (Theodoridis, 2015). Koneoppiminen pyrkii kehittämään tehokkaita algoritmeja (Theodoridis, 2015), jotka eivät välttämättä pysty ideaalisiin lopputuloksiin, mutta toimivat hyvin erilaisissa olosuhteissa (Araújo ym., 2021).

Koneoppimisen merkitys on massadatan (engl. Big datan) myötä kasvamassa (Theodoridis, 2015). Massadatala tarkoitetaan eri lähteistä tulevaa valtavaa, rakenteeltaan moninaisen datan määrää (Harrison & Bukstein, 2017). Datan määrä lisääntyy jatkuvasti ja esimerkiksi Reinsel ja kumppanit (2017) arvioivat, että datan määrä maailmassa tulee kymmenenkertaistumaan vuodesta 2017 vuoteen 2025 mennessä 16 triljoonasta giga bitistä 163 triljoonaan (Jayal ym., 2018). Tuollaisen datamäärän analysoimiseksi koneoppimisen algoritmien tulee olla laskennallisesti tehokkaita ja suorituskyvyltään luotettavia koneoppimisen algoritmeja (Theodoridis, 2015). Tekoälyllä on siten merkittävä rooli massadatan analysoinnissa (Araújo ym., 2021).

Koneoppimisen lähestymistavat jakautuvat ohjattuihin ja ohjaamattomiin menetelmiin (Jayal ym., 2018). Ohjatussa koneoppimisessa malli opetetaan toimimaan datan avulla, kuten esimerkiksi luokittelussa ja regressiossa (Araújo ym., 2021). Yleensä tämä toteutetaan jakamalla kerätty data kahteen osaan, joista toista käytetään mallin opettamiseen ja toista sen suorituskyvyn testaamiseen (Christiano Silva & Zhao, 2016). Ohjatussa koneoppimisessa mallit voidaan opettaa tunnistamaan ja järjestämään dataa eri kategorioihin riippuen datasta, jolla se on koulutettu (Ma, 2021). Luokittelua käytetään silloin, kun käsitellään diskreettejä muuttujia, kuten kokonaislukuja ja regressiota silloin, kun muuttuja on jatkuva (Christiano Silva & Zhao, 2016).

Ohjaamaton koneoppiminen ei tarvitse entuudestaan koulutettuja malleja eikä oppimisdataa (Araújo ym., 2021). Se pyrkii löytämään erilaisia rakenteita oppimisprosessin avulla eikä siinä käytetä mitään ulkoista informaatiota (Christiano Silva & Zhao, 2016). Ohjaamattoman koneoppimisen tärkeimpänä muotona pidetään klusterointia (Theodoridis, 2020), jossa dataa ryhmitellään eli klusteroidaan sen samankaltaisuuksien mukaan. Yksittäisten klusterien sisältö muistuttaa vahvasti toisiaan ja on mahdollisimman erilaista verrattuna muihin klustereihin (Christiano Silva & Zhao, 2016). Verrattuna ohjattuun koneoppimiseen ohjaamaton ei vaadi samalla tavalla työpanosta, koska siihen ei sisälly mallien kouluttamista (Christiano Silva & Zhao, 2016), mutta toisaalta lopputulokset

voivat esimerkiksi datan poikkeavuuksien takia olla epärelevantteja, koska kone ei osaa ottaa niitä huomioon (Araújo ym., 2021).

Koneoppimisessa hyödynnetään tietokoneen kykyä ajatella ihmisen aivojen kanssa samankaltaisesti, mutta tehokkaammin. Erilaiset koneoppimisen tekniikat hyödyntävät dataa pyrkien löytämään siinä piileviä rakenteita ja sääntöjä, joiden avulla datasta voidaan saada merkittävää informaatiota. Koneoppimisella on merkittävä rooli kasvavan datan määrä käsittelyssä ja analysoimisessa. Joukkueurheilussa koneoppiminen keskittyy pääasiassa luotettavien tulosten ennustamiseen, joiden avulla tuotetaan hyödyllistä informaatiota organisaation eri osaluille (Thabtah ym., 2019).

3 URHEILUANALYTIIKAN VAIKUTUKSET JOUKKUEURHEILUSSA

Tässä luvussa käydään läpi erilaisia urheiluanalytiikan käyttökohteita tarkemmin läpi joukkueurheilun kontekstissa. Ensimmäisessä alaluvussa tarkastellaan urheiluanalytiikan käyttöä joukkueurheilun taloudellisen päätöksenteon näkökulmasta. Toisessa alaluvussa käydään läpi urheiluanalytiikan vaikutuksia urheilulliseen suoriutumiseen joukkueen ja yksilön kannalta. Kolmannessa alaluvussa tarkastellaan muiden joukkueurheilun seuraajia ja kannattajia urheiluanalytiikan käyttäjinä. Harrisonin ja Buksteinin (2017) mukaan joukkueurheilussa urheiluanalytiikan käytön tavoitteena on löytää raakadatasta merkityksellistä, arvoa tuottavaa ja toimivaa informaatiota, jota voidaan hyödyntää strategisten päätösten tukena.

3.1 Taloudelliset vaikutukset

Joukkueurheilusta saadaan valtavia määriä dataa, jota voidaan hyödyntää joukkueen ja joukkueurheiluorganisaation eduksi. Urheiluanalytiikkaan perustuen joukkueurheiluorganisaatioissa voidaan tehdä harkittuja, objektiiviseen dataan perustuvia päätöksiä (Oytun ym., 2020). Taloudellisesta näkökulmasta kerättyä dataa voidaan hyödyntää esimerkiksi pelaajien hankinnassa ja uusien sopimusten tekemisessä (Link, 2018). Siirtokorvaukset muodostuvat pelaajien ominaisuuksien ja potentiaalisen sekä kauppaa käyvien seurojen ominaisuuksien pohjalta (McHale & Holmes, 2023). Samassa sarjassa kilpailevien joukkueiden välillä pelaajista maksetaan suhteessa enemmän, kuin eri sarjojen välillä, koska vastustajajoukkueen vahvistuminen tai heikentyminen vaikuttaa tässä tapauksessa suoraan oman joukkueen menestysmahdollisuuksiin.

Hyvä esimerkki tästä oli tilanne, jossa Billy Beane nosti Oakland Athleticsin baseball-joukkueen MLB:n (Major League Baseball) menestyväksi joukkueeksi hankkimalla pelaajamarkkinoilta alihinnoiteltuja pelaajia (Link, 2018). Beane käytti hyödyksi sabermetriikkaa (Jayal ym., 2018), jonka avulla hän pyrki tekemään taloudellisia ja urheilullisia päätöksiä (Link, 2018) etsiessään

joukkueeseensa sen menestyksen kannalta ominaisuuksiltaan optimaalisia pelaajia (McHale & Holmes, 2023). Michael Lewiksen (2003) kirja Moneyball kertoo Beanen analytiikan käytöstä pelaajahankintojen apuvälineenä ja lahjakkaiden urheilijoiden kehittämisessä (Jayal ym., 2018). Hechtin (2017) mukaan Oakland Athletics baseballissa sekä Houston Rockets koripallossa mullistivat urheilulaajensa luonnetta datasta saamansa etulyöntiaseman avulla. Näissä tapauksissa data-analytiikoilla oli iso merkitys joukkueiden menestymiselle (Hecht, 2017).

Sabermetriikan peruserä on hyödyntää dataa päätöksenteko tuke-
massa pelaajien hankinnassa ja lupaavien pelaajien kehittämisprosessissa (Jayal ym., 2018). Tavoitteena on yhdistää tilastollisten menetelmien ja logiikkaan perustuvaa tutkimusta pelaajien suorituskyvyn analysointiin (Hecht, 2017). Linkin (2018) mukaan sabermetriikalla pyritään löytämään taidollisesti lahjakkaita pelaajia, jotka olivat aliarvostettuja kykyihinsä nähden. Joukkuetta rakentaessa tavoiteltiin kokonaiskuvassa kokonaisuutta, jossa pelaajien ominaisuudet täydentävät toisiaan (Link, 2018). McHalen ja Holmesin (2023) mukaan sabermetriikalla voidaan tunnistaa yliarvostettuja kykyjä ja ominaisuuksia, joilla ei ole otteluiden lopputuloksiin niin suurta merkitystä kuin oletetaan. Esimerkiksi baseballissa home runin lyöminen on tilastollisesti yliarvostettu kyky suhteessa siihen, mitä se vaikuttaa joukkueen voittoprosenttiin (McHale & Holmes, 2023).

Urheiluorganisaation on otettava sopimusten tekemisessä huomioon monia muuttuvia tekijöitä. Manishin ja kumppanien (2021) mukaan urheilumaailmassa on siirrytty uusia sopimuksia tehtäessä kohti datalähtöistä päätöksentekoa. Urheilijoita hinnoitellaan dataa hyödyntäen heidän suorituksiensa perusteella (Manish, Bhagat & Pramila, 2021). Erityisesti Yhdysvaltain palkkakattourheilussa, jossa joukkueille on asetettu tietty pelaajien vuosipalkkojen maksimaalinen yhteissumma, on tärkeää tehdä palkkoihin liittyen joukkueen kannalta kestäviä päätöksiä. Joukkueet pystyvät hankkimaan itselleen useampia laadukkaita pelaajia, kun sopimukset on suunniteltu hyvin, mikä vaikuttaa joukkueen potentiaaliseen tasoon. Linkin (2018) mukaan joukkueiden tavoitteena on löytää palkkojen ja niihin liittyvien bonuksien kasvun myötä lahjakkaita pelaajia heidän uransa aikaisemmassa vaiheessa. Tuolloin he eivät ole vielä ylittäneet parhaalle tasolleen ja sopimuksia voidaan tehdä edullisemmissä olosuhteissa (Link, 2018).

Organisaatioiden talouden ja joukkueiden kilpailukyvyn kannalta on tärkeää tehdä pelaajamarkkinoilla kestäviä ratkaisuja. Urheiluanalytiikkaa hyödyntäen voidaan laskea esimerkiksi pelaajien markkina-arvo regressiona, jossa otetaan huomioon lukuisia pelaajaan liittyviä muuttujia, kuten fyysisiä ominaisuuksia, saavutuksia ja tilastoja (McHale & Holmes, 2023). Pohdittaessa tätä pysyvyyden näkökulmasta ovat kestävätkin ratkaisut, joiden vaikutukset tulevaan on huomioitu, ensiarvoisen tärkeitä joukkueen menestymiselle. Kestävätkin ratkaisut ovat joukkueen menestymiselle tärkeitä myös pysyvyyden takia. Vaz de Melo ja kumppanit (2012) tutkivat joukkueiden menestymisen todennäköisyyttä riippuen siitä, miten aktiivisia ne olivat siirtomarkkinoilla ja millaisia hankintoja ne tekivät. Heidän mukaansa korkea vaihtuvuus pelaajien ja valmentajien osalta vaikuttaa negatiivisesti joukkueen menestysmahdollisuuksiin. Vastaavasti hitaasti vaihtuva kokoonpano oli menestyksen kannalta positiivinen tekijä (Vaz de Melo ym., 2012).

Vaz de Melo ja kumppanien (2012) mukaan pelaaja- ja valmentajamarkkinoilla tulee huomioida kokoonpanon laajuus ja yksittäisten pelaajien ja valmentajien siirtohistoria. Mitä laajempi kokoonpano on, sitä enemmän se vaikuttaa negatiivisesti joukkueen menestymiseen. Myös usein joukkuetta vaihtavien pelaajien tai valmentajien palkkaaminen heikentää joukkueen menestymismahdollisuuksia (Vaz de Melo ym., 2012).

Urheiluanalytiikan merkittävä käyttökohde on sen hyödyntäminen taloudellisessa päätöksenteossa. Samalla tavalla kuin muussakin liiketoiminnassa, myös urheilussa pyritään tekemään organisaatiolle kannattavia sekä sen tulevaisuuden kannalta kestäviä taloudellisia päätöksiä.

3.2 Vaikutukset suoriutumiseen

Urheiluanalytiikan merkittävin käyttökohde on urheiluasuorituksen seuraaminen ja analysointi. Analytiikkaa hyödyntäen voidaan analysoida joukkueen ja siihen kuuluvien yksilöiden suorituksia ja tehdä sen perusteella päätöksiä, joilla pyritään vaikuttamaan joukkueen menestykseen ja saavuttamaan vastustajaan nähden etulyöntiasemaa. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi urheiluanalytiikan tuomia mahdollisuuksia joukkueelle ja yksilölle.

3.2.1 Joukkueen näkökulmasta

Yksi merkittävimmistä aihealueista urheiluanalytiikassa ja sen hyödyntämisessä on suoritusten analysointi ja hyödyntäminen strategisessa ja taktisessa päätöksenteossa (Sarlis & Tjortjis, 2020). Joukkueurheilun suoritusten analysointi perustuu erilaisiin taktisiin, teknisiin ja olosuhteita kuvaaviin muuttujiin (Pino-Ortega, Rojas-Valverde, Gomez-Carmona & Rico-Gonzalez, 2021). O'Donoghuen (2010) mukaan taktinen analyysi tarkastelee sekä strategiaa että taktiikkaa. Strategialla tarkoitetaan ennen ottelua tehtyä suunnitelmaa, jolla pyritään nostamaan oman joukkueen ja sen pelaajien vahvuuksia vähentämällä heikkouksien vaikutusta peliin. Strategisessa suunnittelussa hyödynnetään myös vastustajan heikkouksien löytämistä ja pyritään välttämään tilanteita, jossa vastustaja voi päästä hyödyntämään vahvuuksiaan (O'Donoghue, 2010). Joukkueen pelimuodostelma on strategian kannalta merkittävä, koska sen perusteella voidaan analysoida pelaajien sijoittumista suhteessa omiin pelaajiin ja vastustajiin (Gudmundsson & Horton, 2018). Taktiikka tarkoittaa pelaajan tai joukkueen kilpailusuorituksen aikana toteuttamia valintoja, jotka perustuvat arvioituihin riskeihin ja mahdollisuuksiin (O'Donoghue, 2010).

Suoritusten ja sijoittumisen seuraamisesta on tullut joukkueurheilussa puettavien teknologioiden ja videoseurantajärjestelmien myötä aiempaa tehokkaampaa. Puettavilla teknologioilla tarkoitetaan esimerkiksi urheilukelloja ja sykevöitä, joilla on mahdollista seurata sijoittumista ja liikedataa urheiluasuorituksen aikana (Frey ym., 2019). Erilaisten seurantajärjestelmien avulla voidaan seurata pelaajien ja pallon liikettä myöhempää analyysia ja tilastointia varten (Bialkowski, Lucey, Carr, Mathews, Sridharan & Fookes, 2016).

Joukkueurheilussa seurantajärjestelmiä voidaan hyödyntää tehokkaasti, koska pelialueet ovat symmetrisiä ja verrattain pieniä (Gudmundsson & Horton, 2018). Peliin liittyy kuitenkin paljon muuttuvia tekijöitä, mikä tekee laajamittaisesta analyysistä haastavaa (Bialkowski ym., 2016). Sen vuoksi joukkueurheilun suorituskäytännöissä kannattaa keskittyä merkittävimpiin tekijöihin, kuten vastustajien avainpelaajiin ja pelaajien välisiin suhteisiin (Gudmundsson & Horton, 2018).

Strategisesti tarkasteltuna joukkueen valmennusryhmä voi parantaa joukkueen menestyksen mahdollisuuksia urheiluanalytiikan avulla, esimerkiksi ennustamalla joukkueen kannalta epäedullisia tilanteita (Sarlis & Tjortjis, 2020). Analytiikan käyttö näkyy muun muassa pelaajien välisten suhteiden ymmärtämisessä, jonka avulla voidaan saada informaatiota vastustajan pelityylistä ja tunnistaa heidän avainpelaajiaan (Gudmundsson & Horton, 2018).

Urheiluanalytiikka taktisessa mielessä hyödyntävät joukkueet haluavat ymmärtää paremmin omia suorituksiaan, mutta myös vastustajan suorituksia parantaakseen mahdollisuuksiaan menestykseen (Gudmundsson & Horton, 2018). Analytiikalla voidaan tuottaa joukkueelle ja sen pelaajille informaatiota siitä, millaisia taktisia valintoja kannattaa tehdä. Esimerkiksi koripallopelin viimeisillä sekunneilla, kun toinen joukkue johtaa pisteissä siten, että yhdellä onnistuneella korilla on mahdollisuus tasoittaa tai voittaa ottelu. Tällaisessa tilanteessa pelaajille voidaan visualisoida data-analytiikalla, miten tilanne kannattaa rakentaa, jotta viimeinen heitto saadaan suoritettua mahdollisimman hyvästä paikasta. Järjestelmä, joka tarjoaa informaatiota pelaajalle suoritusten onnistumisen todennäköisyydestä, voi olla voiton kannalta merkittävä muutoksentekijä (Thakur & Karthik, 2022).

Urheiluanalytiikalla eri urheilulajeista voidaan löytää merkittäviä, pelin kulkuun vaikuttavia muuttujia. Thabtah ja kumppanit (2019) pyrkivät tutkimuksessaan ennustamaan NBA:n otteluiden lopputuloksia hyödyntäen koneoppimisen menetelmiä. Heidän mukaansa koripallossa merkittävin yksittäinen lopputulokseen vaikuttava oli tekijä puolustuspään levypallot, jonka jälkeen seuraavina tulivat kolmen pisteen heittojen onnistumisprosentti, onnistuneiden vapaaheittojen määrä ja kaikki levypallot yhteensä (Thabtah ym., 2019). Külah ja Alemdar (2020) tutkivat jalkapallossa käytettyjä erilaisia taktiikoita tilanteiden ja tyhjiä tilojen luomisessa ja hyödyntämisessä. Heidän mukaansa arvokkaiden juoksujen tekeminen on pelin kannalta kriittinen tekijä, joka voi vaikuttaa merkittävästi pelitapahtumien kulkuun. Esimerkiksi, jos juoksuliike suuntautuu maalia kohti, mutta syöttölinjat ovat estettynä, juoksuliike muuttuu merkityksettömäksi (Kulah & Alemdar, 2020).

Kulah ja Alemdar (2020) analysoivat tutkimuksessaan Turkin Superliigassa tapahtuvien juoksujen merkityksellisyyttä, kun joukkueella on pallohallinta. Tutkimus perustui kaudella 2018–2019 pelattuihin otteluihin. Datan keräämisessä käytettiin kahden kameran pelaajien seurantajärjestelmää. He käyttivät lämpökarttakuvauksia, jossa puolustajien vaikutusalueet ja näiden peittämät syöttölinjat vaikuttivat syöttömahdollisuuksiin ja niiden alueiden merkityksellisyyteen joihin hyökkääjät tekivät juoksuja. Tutkimustuloksissa he totesivat, että juoksujen määrään ja laatuun vaikuttaa joukkueiden strategia ja taktiikka. Esimerkiksi vastahyökkäykseen panostavalla joukkueella juoksujen arvostelun keskiarvo on

korkeampi kuin pallonhallintaan pyrkivillä joukkueilla. Tämä perustuu siihen, että palloa hallitsevat joukkueet pyrkivät palloa liikuttamalla luomaan maalintekotilanteita, kun vastahyökkäykset perustuvat voimakkaisiin juoksuihin vastustajan puolustuslinjan taakse (Külah & Alemdar, 2020).

Urheiluanalytiikan avulla pystytään ennustamaan tulevia otteluita, mutta myös kokonaisien kausien tuloksia. Esimerkiksi Chazan-Pantzalis ja Tjortlis (2020) keskittyivät tutkimuksessaan merkittäviin Euroopan jalkapallosarjoihin, kuten Englannin Valioliigaan, Espanjan La Ligaan, Italian Serie A:n ja Ranskan Ligue 1:n. Tutkimuksen tavoitteena oli ennustaa sarjojen sarjataulukot ennen kauden 2018–2019 alkua hyödyntäen neljän aikaisemman kauden dataa. Data koostui muun muassa taloudellisista muuttujista, kuten pelaajasiirtoihin käytetyistä summista ja joukkueiden palkoista, sekä joukkueiden suorituksia kuvaavista statistikoista ja joukkueiden menestyksestä aikaisempina vuosina. Tutkimuksessa käytettiin useita luokittelun menetelmiä (Chazan-Pantzalis & Tjortjis, 2020).

Parhaimmaksi menetelmäksi Chazan-Pantzaliuksen ja Tjortiksen (2020) tutkimuksessa osoittautui tukivektorikone (engl. Support Vector Machine), joka pystyi ennustamaan esimerkiksi La Ligan sarjataulukon 57 prosentin tarkkuudella oikein. Tutkijat pystyivät ennustamaan muun muassa 6 parhaan ja neljän huonoimman joukkueen sijoitukset oikein (Chazan-Pantzalis & Tjortjis, 2020). Tärkeimmiksi muuttujiksi osoittautuivat maalierotus ja joukkueen maaliodottama edelliseltä kaudelta sekä joukkueen markkina-arvo ja odotetut pisteet. Valmentajanvaihdos ei näyttäytynyt merkittävänä tekijänä, vaikka se todellisuudessa lisää paljon epävarmuutta joukkueen suorituskykyyn liittyen (Chazan-Pantzalis & Tjortjis, 2020).

Toisessa urheiluanalytiikan tutkimuksessa Soto-Valero (2016) käytti erilaisia tiedonlouhinnan algoritmeja tutkiessaan Yhdysvaltojen baseball-sarja MLB:n (Major League Baseball) otteluita. Tutkimuksen tavoitteena oli ennustaa luokittelun avulla yksittäisten otteluiden voittajat sekä koko kauden koti- ja vierasjoukkueiden välinen juoksujen erotus. Tutkimuksessa käytetyt tiedonlouhinta-algoritmit olivat päätöspuut, neuroverkot, k:n lähimmän naapurin menetelmä ja tukivektorikone. Historiallisena datana hyödynnettiin vuosien 2005–2014 peleistä kerättyjä pelilokeja. Parhaan lopputuloksen antoi tukivektorikone, joka pystyi ennustamaan pelien voittajan noin 60 prosentin tarkkuudella sekä saatujen juoksujen välisen regression noin 57 prosentin tarkkuudella (Soto-Valero, 2016).

Eri pelipaikkojen välillä on merkittäviä fyysisiä vaatimuksia, jotka näkyvät otteluiden aikana (De Silva ym., 2018). Kuten Külahin ja Alemdarin (2020) mukaan joillakin pelipaikoilla murtavien juoksujen tekeminen on merkittävämmässä roolissa kuin toisilla. De Silva ja kumppanit (2018) tutkivat pelipaikkojen välillä esiintyviä eroavaisuuksia korkeavauhtisissa juoksuissa. Tutkimuksessa käytettiin pelaajien seurantarjestelmiä, joiden avulla kerättiin dataa pelaajien liikkeistä. Hyökkääjien ja laitapuolustajien todettiin tekevän keskikenttäpelaajia enemmän kovavauhtisia juoksuja. Toisaalta keskikenttäpelaajat liikkuivat otteluiden aikana enemmän kuin hyökkääjät ja laitapuolustajat (De Silva ym., 2018).

Külahin ja Alemdarin (2020) mukaan kentän laidoilla pelaavien laitapuolustajien ja -hyökkääjien on muita helpompaa suorittaa arvokkaita juoksuja, koska joukkueet pyrkivät tukkimaan kentän keskustan tiiviillä puolustuksella.

Tämä näkyy myös kovavauhtisten juoksujen määrässä, jossa näiden pelipaikkojen pelaajat ovat korkeimmalla (De Silva ym., 2018). Vähiten merkityksellisiä juoksuliikkeitä tekevät keskuspuolustajat ja puolustavat keskikenttäpelaajat (Kühlah & Alemdar, 2020), mutta keskikenttäpelaajat liikkuvat matkallisesti eniten verrattuna muihin (De Silva ym., 2018).

Joukkueet voivat hyödyntää urheiluanalytiikkaa strategian ja taktiikan tukena. Tavoitteena on tunnistaa oman ja vastustajajoukkueen vahvuuksia ja heikkouksia ja ottaa ne huomioon päätöksiä tehdessä. Urheiluanalytiikan myötä ymmärrys pelin sisällä olevista rakenteista on joukkueurheilussa vahvistunut. Sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi tiettyjen pelipaikkojen pelaajavalinnoissa, joissa voidaan huomioida kyseisen paikan vaatimukset.

3.2.2 Yksilön näkökulmasta

Yksilön urheiluanalytiikan käytöstä saamat hyödyt perustuvat harjoitteluohjelmien suunnitteluun ja optimoimiseen. Harjoitteluohjelmia suunnitellessa voidaan ottaa tarkemmin huomioon yksilölliset ominaisuudet ja tunnistaa sitä kautta kehityskohteita. Myös loukkaantumisien ehkäiseminen ja rasituksen seuraaminen on mahdollista kehittyneiden teknologioiden ansiosta: tutkimuksissa on löydetty erilaisia loukkaantumisiin ja terveyteen liittyviä riskitekijöitä. Urheiluanalytiikka tarjoaa mahdollisuuden omien suoritusten tarkkailuun välittömästi niiden suorittamisen jälkeen ja se auttaa siten ymmärtämään peliä syvällisemmin.

Viimeisen vuosikymmenen aikana joukkueurheiluun on tullut enenevässä määrin erilaisia puettavia teknologioita, joiden avulla saadaan kerättyä dataa urheilu-suorituksista (Pino-Ortega ym., 2021). Yksilön suorituskyvylle analytiikan käyttö voi olla merkittävää. Hyödyt näkyvät harjoittelussa esimerkiksi suorituskyvyn tarkkailuna ja optimoituina harjoitusohjelmoina sekä otteluissa ja yksittäisissä tilanteissa taktisina ratkaisuin. Indikaattorien avulla voidaan tarkkailla harjoittelun tehokkuutta ja verrata sitä tavoitteisiin (Link, 2018). Teknologian perusteella voidaan asettaa realistisia ja tarkkoja tavoitteita, joiden avulla tehokkaan harjoittelun suunnittelu helpottuu (Meng, Yang & Huang, 2022). Pelaajien seurannan ja sensortehteknologian ansiosta voidaan suunnitella yksilöityjä harjoituksia, joita tehden yksilö pystyy kehittymään kaikilla osa-alueilla (De Silva ym., 2018).

Loukkaantumisten ennustamisessa ja ennaltaehkäisyssä urheiluanalytiikalla on kasvava rooli. Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan kehon rasitusta pystytään seuraamaan erilaisilla parametreilla, jotka havaitsevat poikkeavia arvoja esimerkiksi sykkeen osalta. Tätä voidaan käyttää apuna suorituskyvyn palautumisen tarkkailussa ja harjoittelun suunnittelussa loukkaantumisten ja sairastelun jälkeen (Jayal ym., 2018). Teknologian kehityksellä on merkittävä rooli urheiluvammojen estämisessä ja niiden taustalla olevien syiden tutkimisessa: on esimerkiksi pystytty tunnistamaan minkälainen liikkuminen voi aiheuttaa esimerkiksi nivelvammoja, jotka johtuvat tavallisimmin vääränlaisista liikkeistä tai liian suuresta niveleen kohdistuvasta voimasta.

Biolääketieteellistä seurantaa ja monitorointitekknologioita hyödyntäen pystytään aiempaa paremmin ennakoimaan loukkaantumiseriskiä ja siten välttämään

loukkaantumisia (Sarlis ym., 2021). Johnson ja kumppanit (2019) ovat tutkineet esimerkiksi polviin kohdistuneiden voimien aiheuttamaa räsitystä lajeissa, mihin liittyy nopeita suunnanmuutoksia ja kontaktitilanteita. Tulosten mukaan kontaktilajeissa, kuten koripallossa ja jääkiekossa, suurin osa polven ristsidevammoista tapahtuu tilanteissa, joissa ei ole kontaktia vastustajan kanssa (Johnson, Mian, Lloyd & Alderson, 2019). Sarlis ja kumppanit (2021) tutkivat NBA:ssa tapahtuvia loukkaantumisia vuosina 2010–2020. Loukkaantuminen johtui yleisimmin tuki- tai liikuntaelinten vammoista, joista yleisimpiä olivat polven ja nilkan alueen vammat (Sarlis ym., 2021).

Urheiluanalytiikan avulla voidaan tutkia eri pelipaikkojen merkitystä joukkueen suoriutumiseen vertailemalla niiden vaatimuksia. Linkin (2018) mukaan empiiristen mittareiden avulla suorituskykyä voidaan verrata yleiseen tasoon lajin piirissä. Vertailua hyödyntämällä voidaan arvioida yksittäisen pelaajan kehitystä ja suorituskykyä muihin nähden, mitä voidaan hyödyntää pelaajan arvoa arvioidessa (Link, 2018). Eri pelipaikkojen arvostuksessa on eroavaisuuksia. Tavallisesti pelaajien arvostukseen vaikuttavat perinteiset suorituskyvyn mittarit, kuten kontribuutio joukkueen saamiin pisteisiin tai maaleihin. Näillä mittareilla ei kuitenkaan ole mahdollista saada kattavaa kokonaiskuvaa pelaajan merkityksestä joukkueen suoriutumiseen (Jayal ym., 2018). Lähempänä vastustajan maalia pelaaminen näyttäytyi Külahin ja Alemdarin (2020) tutkimuksessa pelaajan arvostusta kasvattavana tekijänä. Heidän mukaansa hyökkääjien juoksuliikkeet ovat sitä arvokkaampia, koska lähemmäksi vastustajan maalia suuntautuvat juoksut ovat maalin teon kannalta merkityksellisempiä (Küläh & Alemdar, 2020).

Tutkimuksen toisessa osassa Chazan-Pantzalis ja Tjortjis (2020) tutkivat, mitkä ominaisuudet tekevät puolustajasta maailmanluokan pelaajan. Heidän mukaansa hyökkäyspään pelaajien arvostelu on helpompaa maaleihin, syöttöihin ja avainsyöttöihin perustuen, koska maaleja pidetään pallopeleissä, kuten jalkapallossa, tärkeimpänä elementtinä. Vastaavasti puolustajien panos on helppo arvioida. Chazan-Pantzalis ja Tjortjis suorittivat tutkimuksensa käyttäen Englannin Valioliigasta kerättyä dataa. Tutkimukseen otettiin mukaan 59 keskuspuolustajaa, jotka olivat pelanneet vähintään kymmenen ottelua kaudella 2016–2017. Menetelmänä käytettiin taaksepäin askeltavaa regressiota (engl. Backward elimination), jossa puolustajan arvioimiseen liitetyistä ominaisuuksista ja siihen vaikuttavista muuttujista poistetaan epärelevantteja muuttujia. Jäljelle jäävät vain merkittävimmät ominaisuudet ja vaikuttavat tekijät. Keskuspuolustajilla tärkeimmiksi ominaisuuksiksi osoittautuivat syötönkatkot, ulottuvuus hypätyssä, monipuolisuus, kiihdyttäminen ja ensimmäinen kosketus. Näiden ominaisuuksien taustatekijänä joukkueen laadulla on iso merkitys (Chazan-Pantzalis & Tjortjis, 2020).

Urheiluanalytiikan avulla pelaajat saavat omista heikkouksistaan ja vahvuuksistaan tietoa, jota on mahdollista hyödyntää pelitilanteissa (Manish. ym., 2021). Aiemmilta kausilta kerätyn datan avulla voi kehittää omaa näkemystään pelistä, mikä voi näkyä luovana ajatteluna kentällä (Meng ym., 2022). Esimerkiksi Külahin ja Alemdarin (2020) tutkimuksesta syntyneitä dataa pelaajat voivat käyttää hyödykseen taktisesta näkökulmasta. Hyökkäyspään pelaajat voivat suunnata juoksujaan paremmille alueille, ja puolustuspään pelaajat voivat tutkia vastustajien juoksukäyttäytymistä (Küläh & Alemdar, 2020).

Yksilöllisen urheiluanalytiikan käyttö tarkastelee suorituksia suorituskyvyn ja rasituksen kautta. Sen käytöllä pyritään optimoimaan harjoittelua, ehkäisemään loukkaantumisia ja tunnistamaan rasitusta. Urheiluanalytiikka tarjoaa yksilölle työkaluja taktisen osaamisen ja fysiikan kehittämiseen. Se näkyy otteissa parantuneena pelikäsityksenä ja suorituskykynä.

3.3 Vaikutukset joukkueurheilun seuraamiseen ja kannattajiin

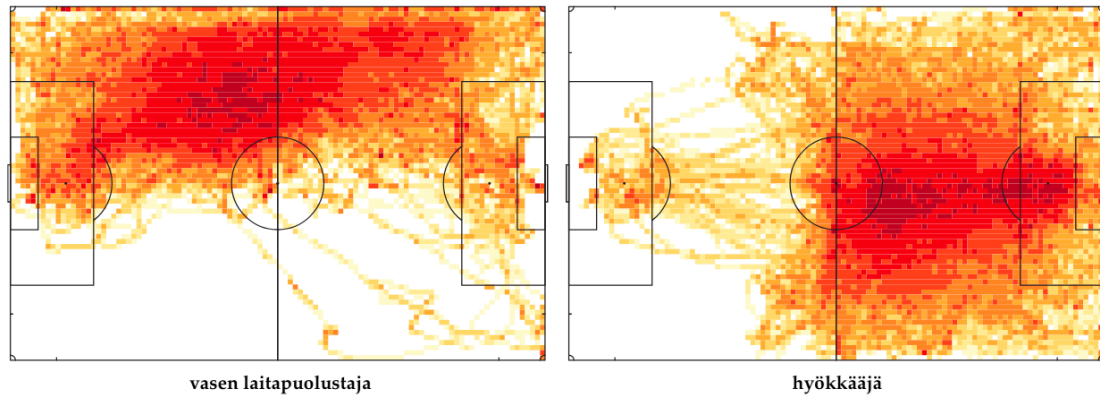
Urheiluanalytiikkaa hyödynnetään urheilujoukkueen lisäksi sen taustaorganisaatiossa muun muassa lipunmyynnin ja otteluiden tarjoilun optimointina. Myös ottelukohtaisessa lippujen hinnoittelussa, kannattajakokemuksen analysoinnissa ja fanituotteiden myynnissä hyödynnetään analytiikkaa (Link, 2018). Harrisonin ja Buksteinin (2017) mukaan esimerkiksi NBA:ssa pelaava Atlanta Hawks esimerkiksi analysoi kotipeliensä suosion ja kannattavuuden kannalta parasta pelin aloitusajankohtaa. Organisaatio tarkastelee ajankohtia, jolloin lippua oli käytetty sisään tulon yhteydessä sekä paikallisen liikenteen ruuhkautuneisuutta. Siten selviää, mihin aikaan fanien on sujuvinta saapua katsomaan otteluita (Harrison & Bukstein, 2017).

Kannattajien kulutuskäyttäytymisen seuraaminen on urheilussa tärkeää, kuten muussakin liiketoiminnassa. Tavoitteena on saada myytyä omaa tuotetta eli lippuja peleihin ja oheistuotteita. Asiakkaiden käyttäytymistä seuraamalla voidaan rakentaa asiakasprofiileja, joiden avulla markkinointia voidaan kohdentaa erilaisille kannattajaryhmille (Harrison & Bukstein, 2017). Lippujen myyminen vaatii organisaatiolta uusia innovaatiota, koska urheilulajit kilpailevat katsojista entistä enemmän niin muiden lajien kuin muiden ajanviettopojen kanssa. Fanien sitoutuminen on joukkueiden taloudelle tärkeä tekijä ja sen kertoo urheilutuotteen arvostuksesta. Palveluita tuleekin kehittää analytiikan avulla, jotta fanit sitoutuvat ja ovat valmiita ostamaan tuotteita (Jayal ym., 2018).

Harrisonin ja Buksteinin (2017) mukaan lippujen hinnoittelun tulisi perustua dataan. Muun muassa pelin kiinnostavuuden mukaan hinnoitellut liput ovat hyvä tapa tuottaa katsojille vastinetta. Ottelun mielenkiintoisuuteen vaikuttaa moni asia, kuten ajankohta ja vastustajan kovuus (Harrison & Bukstein, 2017). Katsojakokemuksen parantamisessa älystadiioneilla on kasvava merkitys. Jayalin ja kumppanien (2018) mukaan suuri osa joukkueurheilun faneista katsoo pelejä paremman katsojaelämyksen takia kotona. Älystadiioneilla peleistä voidaan tuottaa informaatiota katsojien mukana oleviin laitteisiin, mikä tuo tapahtumaan lisää arvoa ja kannustaa lähtemään liikkeelle (Harrison & Bukstein, 2017).

Yksi suurimmista muutoksista urheiluanalytiikan käytössä on se, että sitä on alettu hyödyntämään muutenkin, kuin vain urheilun päätöksenteon apuna (Jayal ym., 2018). Oman joukkueensa suorituksista kiinnostuneet fanit ovat alkaneet kuluttaa urheiluanalytiikan tuottamaa dataa oman katsojaelämyksensä parantamiseen (Osken & Onay, 2022). Fanit ovat kiinnostuneita visuaalisista esityksistä, jotka sisältävät dataa esimerkiksi pelaajien sijoittumisesta ja pelivälineen liikkeistä (Jayal ym., 2018). Tällaisia ovat esimerkiksi lämpökarttakuvaus (kuviokuva 2) tietyn pelaajan sijoittumisesta tai jääkiekkomaalivahdin torjuntaprosentti

esitettyinä eri sektoreista tuleviin vetoihin verrattuna sarjan keskiarvoon.



KUVIO 2 Heat map kuvattuna kahden eri pelipaikan pelaajan liikkeistä jalkapallon pelin aikana (Gudmundsson & Horton, 2018, s. 6)

Fanit voivat vaikuttaa omaan katsoja- ja fanikokemukseensa urheiluanalytiikalla. Oman joukkueen suorituksista on sitä hyödyntäen mahdollista saada syvällisempää dataa, jonka avulla on mahdollista ymmärtää paremmin pelin kulkua. Analyttisten tilastojen käyttö on ollut televisiolähetyksissä yleistä, mutta älystadioilla on mahdollista saada analysoitua informaatiota pelistä omaan älylaitteeseen myös urheilua paikan päällä seurattaessa.

4 YHTEENVETO

Tutkielman tavoitteena oli selvittää, miten urheiluanalytiikkaa käytetään päätöksenteon tukena joukkueurheiluorganisaatiossa ja miten sen käyttö on muokannut joukkueurheilua. Urheilun seuraaminen on yksi suosituimmista ajanvietto-tavoista maailmassa (Vaz de Melo ym., 2012). Joukkueurheilu herättää maailmanlaajuisesti paljon rahallista kiinnostusta (Thabtah ym., 2019), minkä myötä kilpailu kovenee jatkuvasti ja uusia menestymisen kannalta merkittäviä tekijöitä hyödynnetään enenevässä määrin. Urheiluanalytiikalla pyritään löytämään urheilusta ja siihen liittyvästä datasta piilossa olevia rakenteita. Niitä voidaan hyödyntää etulyöntiaseman ja oman kilpailuedun saavuttamisessa (Link, 2018). Urheiluanalytiikan rooli on kehittynyt joukkueurheilussa tapahtuneen analysoinnista ja tulevan ennustamisesta suunnannäyttäjäksi, joka kertoo mitä pitää tehdä (Sarlis & Tjortjis, 2020). Määrällisesti kasvavan urheiludatan analysoinnissa urheiluanalytiikalla on suuri merkitys (Jayal ym., 2018). Tutkimuskysymyksinä tutkimuksessa olivat:

- *RQ1: Mitä hyötyä urheiluanalytiikan käytöstä on joukkueurheiluorganisaatiolle?*
- *RQ2: Miten data-analytiikan käyttö on vaikuttanut joukkueurheilun kehittymiseen joukkueen ja yksilön näkökulmasta?*

Urheiluanalytiikkaan liittyvän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että urheiluanalytiikan myötä joukkueurheilun luonne on muuttunut kilpailullisemmaksi eikä päätöksiä enää tehdä intuition mukaan, vaan ne perustuvat objektiiviseen dataan. Datasta tuotetun informaation ja kehittyneiden teknologioiden myötä päätöksenteko perustuu joukkueurheilun eri osa-alueilla urheiludataan. Urheiluanalytiikan käytöstä on joukkueurheiluorganisaatioille paljon hyötyä. Kuten kolmannessa pääluvussa todettiin, urheiluanalytiikkaa voidaan hyödyntää useilla joukkueurheilun osa-alueilla päätöksenteon tukena. Urheiluanalytiikkaa hyödynnetään taloudellisen, strategisen ja taktisen päätöksenteon tukena. Tämän lisäksi urheiluanalytiikka ohjaa joukkueiden ja yksittäisten urheilijoiden toimintaa ja kehittymistä.

Talouden näkökulmasta urheiluanalytiikka toimii joukkueen hallinnan työkaluna ja ohjaa taloudellisia päätöksiä. Urheiluanalytiikan avulla pelaajien markkina-arvo pystytään arvioimaan dataan ja muuhun markkinaan perustuen, mitä voidaan hyödyntää pelaajien hankinnassa ja uusien sopimusten tekemisessä (Link, 2018). Pelaajan markkina-arvo koostuu ominaisuuksien lisäksi hänen potentiaalistaan ja kauppaa käyvien seurojen ominaisuuksista (McHale & Holmes, 2023). Analytiikkaan perustuen organisaatiot saavat tehtyä kestävämpiä taloudellisia ratkaisuja eivätkä maksa pelaajista ylihintaa. Urheiluanalytiikka on tärkeä työkalu lupaavien pelaajien löytämisessä. Dataa hyödyntäen on mahdollista tunnistaa ominaisuuksia ja kykyjä sekä ennustaa pelaajan kehitystä.

Urheiluanalytiikan avulla joukkueet ja yksilöt pystyvät parantamaan suorituskykyään. Urheilijoiden ja joukkueiden suorituskyvyn parantamisessa urheiluanalytiikka mahdollistaa sellaisten ominaisuuksien tunnistamisen ja kehittämisen, joita paneutuen voi saavuttaa eniten kehitystä. Harjoitusohjelmia voidaan räätälöidä yksittäisille pelaajille sopiviksi, jolloin pystytään huomioimaan yksilölliset vaikutukset. Teknologian ja analytiikan avulla voidaan ennustaa ja ehkäistä loukkaantumisia sekä tarkkailla rasituksen tilaa. Datan avulla voidaan tutkia erilaisista liikkeistä keholle aiheutuvaa rasitusta (Johnson ym., 2019). Urheiluanalytiikka mahdollistaa rasituksen ja loukkaantumisriskien tunnistamisen, jolloin urheilijoille tulee vähemmän loukkaantumisia.

Urheiluanalytiikan avulla on havaittu urheilussa tapahtuva muutos eli aikaisempaa isompien ja atleettisempien pelaajien määrän lisääntyminen. Esimerkiksi koripallossa isot hyökkääjät ovat kehittyneet kokonaisvaltaisemmiksi koripalloilijoiksi (Osken & Onay, 2022). Muutenkin urheiluanalytiikkaa voidaan hyödyntää pelipaikkakohtaisten parhaiden ominaisuuksien hahmottamisessa. Jalkapallossa pelipaikkojen välisiä juoksumääriä on tutkittu paljon seurantajärjestelmien kehityksen myötä (De Silva ym., 2018; Külah & Alemdar, 2020). De Silva ja kumppanit (2018) totesivat tutkimuksessaan, että laitapuolustajat ja hyökkääjät suorittavat pelien aikana enemmän kovavauhtisia juoksuliikkeitä kuin keskikenttäpelaajat ja puolustajat. Keskikenttäpelaajat taas liikkuvat pelin aikana enemmän kuin muut (De Silva ym., 2018). Urheiluanalytiikan myötä on havaittu, millaiset pelaajan yksilölliset ominaisuudet ovat joukkueen menestymiselle eduksi. Isompien ja atleettisempien pelaajien yleistyminen näkyy kovimmissa ammattilaisarjoissa pienten ja teknisten pelaajien määrän ja roolin laskuna, kun urheiluorganisaatiot ovat pystyneet analysoimaan pelaajia näiden ominaisuuksiensa mukaan ja valitsemaan menestymisen kannalta sopivimpia pelaajia.

Kokonaisuudessaan urheiluanalytiikka on muuttanut joukkueurheilua analyttiseen suuntaan, jossa urheilussa piilevien rakenteiden paljastuminen on johtanut strategiisiin ja taktisiin muutoksiin sekä vaikuttanut pelaajien kehitykseen. Data-analytiikan kehityksen myötä urheiluanalytiikka tulee tulevaisuudessa nostamaan esille entistä enemmän joukkueurheilun lainalaisuuksia. Teknologian kehityksen ja taloudellisen saavutettavuuden myötä urheiluanalytiikan käyttö tulee yleistymään entisestään amatööriurheilussa sekä ohjaamaan päätöksentekoa myös alemmilla sarjatasoilla päätöksentekoa (Frey ym., 2019).

Tulevassa tutkimuksessa olisi mielenkiintoista perehtyä tarkemmin urheiluanalytiikan käyttöön joukkueurheiluoorganisaation taloudenhallinnan työkaluna. Olisi mielenkiintoista keskittyä esimerkiksi joukkueen rakentamiseen eli

pelaajahankintoihin ja pelaajien sopimusten tekoon sekä urheiluanalytiikan käyttöön sen päätöksenteon tukena. Tutkimusaiheena se olisi perusteltu, koska tätä teemaa käsittelevät tutkimukset ovat pitkälti joukkueurheiluorganisaatioiden itsensä toteuttamia ja siten salassa pidettäviä. Se on harmillista niin tämän, kuin muunkin tutkimuksen näkökulmasta.

Tutkimuksen toteuttamisessa aineiston keruu oli ristiriitaista juuri edellä mainitun salassapidon vuoksi. Yleisesti tutkimusaineistoa löytyi ja sitä pystyttiin hyödyntämään, mutta urheiluorganisaatioiden oma data ja heidän kokemukseensa olisivat olleet hyvä lisä tähän kirjallisuuskatsauksena toteutettuun tutkimukseen. Koska saatavilla olevan vertaisarvioidun tutkimuksen määrä urheiluanalytiikan käytöstä joukkueurheilussa on vielä vähäistä, on tutkimuksessa jouduttu hyödyntämään lähdeaineistoa, jota ei ole vertaisarvioitu. Tällä on ollut vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen, jota on pyritty parantamaan arvioimalla lähteitä JUFO:n avulla sekä analysoimalla niiden relevanttiutta ja merkitystä tutkittavalle aiheelle.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että urheiluanalytiikka on vahvassa murroksessa datan laadun ja määrän kehittyessä. Datan ja data-analytiikan käytön voidaan ajatella käynnistäneen murroksen, jonka myötä joukkueurheilu on astunut uudelle aikakaudelle.

LÄHTEET

- Apostolou, K. & Tjortjis, C. (2019). Sports Analytics algorithms for performance prediction. Teoksessa 2019 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), Patras, Greece, July 15-17, 2019.
- Araújo, D., Couceiro, M. S., Seifert, L., Sarmiento, H. & Davids, K. (2021). Artificial Intelligence in Sport Performance Analysis. Milton: Taylor & Francis Group.
- Bialkowski, A., Lucey, P., Carr, P., Matthews, I., Sridharan, S. & Fookes, C. (2016). Discovering Team Structures in Soccer from Spatiotemporal Data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 28(10), 2596–2605.
- Chazan-Pantzalis, V. & Tjortjis, C. (2020). Sports Analytics for Football League Table and Player Performance Prediction. Teoksessa 2020 11th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), Piraeus, Greece, July 15-17, 2020.
- Christiano Silva, T. & Zhao, L. (2016). *Machine Learning in Complex Networks*. New York: Springer International Publishing.
- De Silva, V., Caine, M., Skinner, J., Dogan, S., Kondo, A., Peter, T., Axtell, E., Birnie, M. & Smith, B. (2018). Player Tracking Data Analytics as a Tool for Physical Performance Management in Football: A Case Study from Chelsea Football Club Academy. *Sports*, 6(4), 1-13.
- Dean, J. (2014). *Big Data, Data Mining, and Machine Learning: Value Creation for Business Leaders and Practitioners*. Somerset: John Wiley & Sons.
- Frey, M., Murina, E., Rohrbach, J., Walser, M., Haas, P. & Dettling, M. (2019). Machine Learning for Position Detection in Football. Teoksessa 2019 6th Swiss Conference on Data Science (SDS), Bern, Switzerland, June 14, 2019.
- Gudmundsson, J. & Horton, M. (2018). Spatio-Temporal Analysis of Team Sports. *ACM Computing Surveys*, 50(2), 1–34.
- Harrison, C. K. & Bukstein, S. (2017). *Sport business analytics: using data to increase revenue and improve operational efficiency*. Boca Raton: CRC Press.
- Hecht, D. K. (2017). From Moneyball to Conclusion: Sports and the Cultural Reception of Expertise. *Endeavour*, 41(4), 203–205.
- Hucaljuk, J. & Rakipović, A. (2011). Predicting football scores using machine learning techniques. Teoksessa 2011 Proceedings of the 34th International Conversion MIPRO, Opatija, Croatia, May 23-27, 2011.
- Jayal, A., McRobert, A., Oatley, G. & O'Donoghue, P. (2018). *Sports analytics: analysis, visualisation and decision-making in sports performance*. London: Routledge.

- Jiang, Z. & Xiao, L. (2021). Intelligent Sports Prediction Analysis System Based on Data Fusion Algorithm. Teoksessa 2021 International Conference on Aviation Safety and Information Technology (ICASIT), Changsha, China, December 18-20, 2021.
- Johnson, W. R., Mian, A., Lloyd, D. G. & Alderson, J. A. (2019). On-field player workload exposure and knee injury risk monitoring via deep learning. *Journal of Biomechanics*, 93, 185–193.
- Julkaisufoorumi (2023, 10. maaliskuuta). Luokitteluperusteet. Haettu 9.6.2023 osoitteesta <https://julkaisufoorumi.fi/fi/arvioinnit/luokitteluperusteet>
- Külah, E. & Alemdar, H. (2020). Quantifying the value of sprints in elite football using spatial cohesive networks. *Chaos, Solitons & Fractals*, 139, article 110306.
- Link, D. (2018). *Data Analytics in Professional Soccer*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Ma, N. (2021). NBA Playoff Prediction Using Several Machine Learning Methods. Teoksessa 2021 3rd International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence (MLBDBI), Taiyuan, China, December 3-5, 2021.
- Manish., S., Bhagat, V. & Pramila, R. (2021). Prediction of Football Players Performance using Machine Learning and Deep Learning Algorithms. Teoksessa 2021 2nd International Conference for Emerging Technology (INCET), Belagavi, India, May 21-23, 2021.
- McHale, I. G. & Holmes, B. (2023). Estimating transfer fees of professional footballers using advanced performance metrics and machine learning. *European Journal of Operational Research*, 306(1), 389–399.
- Meng, T., Yang, J. Y. & Huang, D. Y. (2022). Intervention of Football Players' Training Effect Based on Machine Learning. Teoksessa 2022 2nd International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE), Guangzhou, China, January 14-16, 2022.
- O'Donoghue, P. (2010). *Research methods for sports performance analysis*. New York: Routledge.
- Osken, C. & Onay, C. (2022). Predicting the winning team in basketball: A novel approach. *Heliyon*, 8(12), article e12189.
- Oytun, M., Tinazci, C., Sekeroglu, B., Acikada, C. & Yavuz, H. U. (2020). Performance Prediction and Evaluation in Female Handball Players Using Machine Learning Models. *IEEE Access*, 8, 116321–116335.
- Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D. & Rico-González, M. (2021). Training Design, Performance Analysis, and Talent Identification – A Systematic Review about the Most Relevant Variables through the Principal Component Analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2642.

- Roiger, R. J. (2016). *Data Mining: A Tutorial-Based Primer*. (toinen painos). Boca Raton: CRC Press LLC.
- Runkler, T. A. (2016). *Data Analytics*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Salminen, A. (2011). Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto.
- Sarlis, V., Chatziilias, V., Tjortjis, C. & Mandalidis, D. (2021). A Data Science approach analysing the Impact of Injuries on Basketball Player and Team Performance. *Information Systems*, 99, 101750.
- Sarlis, V. & Tjortjis, C. (2020). Sports analytics – Evaluation of basketball players and team performance. *Information Systems*, 93, 101562.
- Soto-Valero, C. (2016). Predicting Win-Loss outcomes in MLB regular season games – A comparative study using data mining methods. *International Journal of Computer Science in Sport*, 15, 91–112.
- Stekler, H. O., Sendor, D. & Verlander, R. (2010). Issues in sports forecasting. *International Journal of Forecasting*, 26(3), 606–621.
- Thabtah, F., Zhang, L. & Abdelhamid, N. (2019). NBA Game Result Prediction Using Feature Analysis and Machine Learning. *Annals of Data Science*, 6(1), 103–116.
- Thakur, S. & Karthik, R. (2022). End of game shot selection for individual players in the NBA. *Materials Today: Proceedings*, 62, 4643–4650.
- Theodoridis, S. (2015). *Machine learning: a Bayesian and optimization perspective*. (ensimmäinen painos) San Diego: Elsevier.
- Theodoridis, S. (2020). *Machine Learning: A Bayesian and Optimization Perspective*. (toinen painos) San Diego: Elsevier Science & Technology.
- Tsampazis, K. & Tefas, A. (2018). Deep Sparse Autoencoders for Football Match and Bet Prediction. Teoksessa *Proceedings of the 10th Hellenic Conference on Artificial Intelligence*, Patras Greece, July 9-12, 2018.
- Vaz de Melo, P. O. S., Almeida, V. A. F., Loureiro, A. A. F. & Faloutsos, C. (2012). Forecasting in the NBA and other team sports: Network effects in action. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 6(3), 13:1–13:27.