



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Data-analytiikan hyödyntäminen jääkiekossa suorituskyvyn parantamiseen

Tietojärjestelmätieteen kandidaatintutkielma

Laatija:
Linda Karesto

Ohjaaja:
FT Kai Kimppa

5.12.2023
Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Tietojärjestelmätiede

Tekijä: Linda Karesto

Otsikko: Data-analytiikan hyödyntäminen jääkiekossa suorituskyvyn parantamiseen

Ohjaaja: FT Kai Kimppa

Sivumäärä: 37 sivua

Päivämäärä: 5.12.2023

Urheiluanalytiikka on viime vuosina muodostunut olennaiseksi osaksi urheiluorganisaatioiden toimintaa. Reaaliaikaiseen dataan pohjautuva päätöksenteko on entistä objektiivisempaa, tarjoten urheiluorganisaatioille mahdollisuuden saavuttaa kilpailuetua. Urheiluanalytiikka on kehittynyt huomattavasti 2000-luvun alusta, siirtyen yksinkertaisista tilastoista monipuolisen datan keräämiseen ja analysointiin. Urheiluanalytiikkaa voidaan hyödyntää jääkiekossa suorituskyvyn objektiiviseen arviointiin ja suorituksen seurantaan. Urheiluanalytiikka hyödyntää eri tavoin kerättävää biometristä sekä liike- ja sijaintidataa.

Kehittyneiden sensoreiden ja seurantamenetelmien myötä dataa voidaan käyttää urheilijoiden suorituskyvyn analysointiin ja parantamiseen, tunnistuen kehityskohteita sekä parantaen kokonaissuorituskykyä. Valmentajat voivat hyödyntää kerättyä dataa harjoitteluiden suunnittelussa ja pelistrategioiden kehittämisessä. Dataa voidaan hyödyntää myös loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä seuraamalla jääkiekkoilijoiden fyysisen kuormituksen tasoa ja lepoa. Loukkaantumisten ennaltaehkäisy on noussut suureksi huolenaiheeksi jääkiekossa, sillä niistä aiheutuvat taloudelliset ja terveydelliset vaikutukset voivat olla merkittäviä. Loukkaantumisten ennaltaehkäisy ja jääkiekkoilijan suorituskyky ovat tärkeitä joukkueen suoriutumisen sekä urheilijan hyvinvoinnin kannalta.

Tutkielmassa käsitellään data- ja urheiluanalytiikan perusteita. Tutkielmassa tutkitaan, miten data-analytiikkaa voidaan käyttää urheilijoiden suorituskyvyn parantamiseen, miten dataa kerätään urheilijoista ja miten analytiikkaa voidaan hyödyntää loukkaantumisten ennaltaehkäisyssä jääkiekossa.

Avainsanat: data, data-analytiikka, urheiluanalytiikka, jääkiekko, urheilu, suorituskyky

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
1.1	Motivointi	7
1.2	Tutkielman tavoitteet ja rajaukset	8
1.3	Tutkimuskysymykset ja tutkielmarakenne	8
2	Data-analytiikka urheilussa	10
2.1	Massadata	10
2.2	Laajennettu analytiikka	10
2.3	Urheiluanalytiikka	12
3	Data-analytiikan hyödyntäminen urheilijan suorituskyvyn parantamiseen jääkiekossa	14
3.1	Datankeräysteknologiat jääkiekossa	14
3.2	Pelaajien sijainti- ja liikedata sekä biometrinen data	16
3.3	Pelaajien suorituskyvyn analysointi ja parantaminen datan avulla	20
3.4	Loukkaantumisten ennaltaehkäisy datan avulla	22
3.5	Urheiluun liittyvien aivotärähdysten ennaltaehkäisy	25
3.6	Data-analytiikan mahdollisuudet ja tulevaisuus urheilussa	28
4	Yhteenveto ja johtopäätökset	31
	Lähteet	34

KUVALUETTELO

Kuva 1 Datankeräys jääkiekossa (Bitwise, 2020).	18
Kuva 2 Datan visualisointi sovelluksessa (Wisehockey Oy, 2022).	18

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Wisehockeyn automaattiset tilastot (Wisesport).	19
Taulukko 2 Viitekehys data-analytiikan hyödyntämisestä	32

1 Johdanto

1.1 Motivointi

Urheiluanalytiikka jääkiekossa on kehittynyt valtavasti 2000-luvun alusta lähtien, yksinkertaisesta tilastollisesta seurannasta edistykselliseen reaaliaikaiseen analyysiin. Urheiluanalytiikka mahdollistaa strategioiden kehittämisen, tehokkuuden arvioimisen ja pelaajahankintojen tehokkaamman suunnittelun. (Nandakumar & Jensen, 2019.) Teknologisen edistyksen myötä dataa voidaan kerätä urheilijoista lukuisin eri tavoin. Biometrisen datan lisäksi sijainti- ja liikedatan avulla voidaan analysoida urheilijan suoritustasoa sekä vahvuuksia ja heikkouksia, joiden pohjalta on mahdollista kehittää urheilusuoritusta. Pelaajan suorituksen arvioinnin lisäksi data mahdollistaa pelaajien kuntoutumisen ja toipumisen seurannan. Aiemmin suoritusten analysointi tapahtui pääasiassa jälkikäteen kuvien ja videoiden pohjalta, joiden tulkitsemiseen vaikutti subjektiivisuus. Nykyiset teknologiat mahdollistavat suorituksen objektiivisen ja reaaliaikaisen arvioinnin datan pohjalta. (Liu ym., 2023.) Ennen modernin data-analytiikan hyödyntämistä jääkiekkovalmentajat ja analyttikot käyttivät yksinkertaisia tilastoja, kuten maaleja, syöttöjä, rangaistuksia sekä plus-miinus-tilastoja, pelaajien ja joukkueiden suoritusten arvioimiseen. Tilastot ovat yksinkertaistettuja, mutta ne loivat perustan suorituskyvyn arvioinnille. (Nandakumar & Jensen, 2019.) Nykyaikaisen urheiluanalytiikan myötä perinteiset mittarit ovat laajentuneet kattamaan monipuolisempia ja tarkempia suorituksen mittareita, jotka kuvaavat objektiivisesti pelaajien ja joukkueiden suoritusta jäällä (Jolly & Socolow, 2017).

Suomessa jääkiekon korkeimmassa sarjatasossa Liigassa, urheiluanalytiikka sai edistysaskeleen, kun Wisehockey-älykiekkojärjestelmä otettiin käyttöön kaudella 2019–2020. Wisehockey on urheiluanalytiikka-alusta, joka on automatisoitu ja reaaliaikainen. Älykiekkodata mahdollistaa digitaalisen palveluverkoston, josta hyötyy organisaatioiden lisäksi myös esimerkiksi Veikkaus vedonlyöntipalveluissa ja Telia katsojakokemuksen parantamisessa visualisointien avulla. (Bitwise, 2020.)¹ Pelin aikana kerättävää dataa voidaan hyödyntää myös katsojakokemuksen parantamiseen niin lähetyksen välillä kuin paikan päälläkin (Wisehockey, 2020)². Miesten jääkiekkoa pidetään yhtenä nopeimmista ja aggressiivisimmista urheilulajeista. Pelaajat liikkuvat jäällä terävillä luistimilla jopa 40

¹ <https://bitwise.fi/referenssit/wisehockey/>

² <https://bitwise.fi/ajankohtaista/2020/wisehockey-tampere-cup-2020-miten-valjastaa-teknologia-fanien-viihdyttämiseksi/>

kilometritunnin nopeudella, ja teräksiset maalipylväät sekä kovat jäätä ympäröivät kaukalon reunat muodostavat lajille ominaisen loukkaantumiseriskin. (Flik ym., 2005.) Urheiluanalytiikkaa hyödyntämällä on mahdollista parantaa urheilijan suorituskykyä ja hyvinvointia sekä vähentää loukkaantumiseriskiä. Loukkaantumisiin johtavien tilanteiden tunnistaminen urheiluanalytiikan avulla hyödyttää joukkueita, pelaajia ja valmentajia (Evans, 2022).

1.2 Tutkielman tavoitteet ja rajaukset

Tutkielmassa tutkitaan data-analytiikan soveltamista suorituskyvyn parantamiseen jääkiekossa, hyödyntäen kirjallisuutta ja tieteellisiä artikkeleita jääkiekon, urheiluanalytiikan ja data-analytiikan aloilta. Lisäksi tutkielmassa käsitellään urheiluanalytiikan perusteita. Tutkielma on rajattu keskittymään urheiluanalytiikan nykyisten menetelmien ja teknologioiden tarkasteluun, sekä niiden vaikutukseen pelaajien suorituskykyyn jääkiekossa.

Tämän tutkielman kannalta oleellisten artikkeleiden löytämiseksi eri tietokannoista, kuten Google Scholar, Volter, Business Source Complete ja ProQuest, käytettiin seuraavia hakukriteerejä: "sports analytics", "data-analytics", "'data-analytics" AND "ice hockey" ja "'concussion" AND "ice hockey".

1.3 Tutkimuskysymykset ja tutkielmarakenne

Tutkielmassa vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä on urheiluanalytiikka?
2. Miten data-analytiikkaa voidaan käyttää urheilijan suorituskyvyn parantamiseen?
 - a. Miten urheilijoista kerätään dataa?
 - b. Miten data-analytiikkaa voidaan hyödyntää ennaltaehkäisemään loukkaantumisia jääkiekossa?

Urheiluanalytiikassa hyödynnetään data-analytiikan menetelmiä, jonka takia luvussa 2 luodaan tiivistetty katsaus data-analytiikkaan, massadataan ja laajennettuun analytiikkaan, ennen ensimmäisen tutkimuskysymyksen eli urheiluanalytiikan varsinaista käsittelyä. Luvussa 3 käsitellään toista tutkimuskysymystä. Luvussa 3 tarkastellaan aluksi jääkiekossa käytettäviä nykyisiä datankeräysmenetelmiä, jonka jälkeen siirrytään sijainti- ja liikedatan sekä biometrisen datan käsittelyyn. Luvussa 3 tutkitaan jääkiekkoilijan

suorituskyvyn parantamista dataa hyödyntämällä. Lisäksi luvussa 3 analysoidaan yleisesti loukkaantumisten ennaltaehkäisyä sekä syvällisemmin jääkiekossa yleisimmän loukkaantumisen, aivotärähdyksen ennaltaehkäisyä data-analytiikkaa hyödyntämällä. Luvun 3 lopussa esitellään data-analytiikan mahdollisuuksia urheilussa tulevaisuudessa. Tutkielma päättyy tutkielman yhteenvedon, johtopäätöksiin ja omaan pohdintaan.

2 Data-analytiikka urheilussa

2.1 Massadata

Data-analytiikassa kerätään dataa, jota analysoidaan trendien, mallien, poikkeamien ja muun merkittävän tiedon löytämiseksi. Data-analytiikassa hyödynnetään eri tekniikoita, kuten tiedonlouhintaa, koneoppimista (engl. machine learning, ML) ja mallintamista. (Tsai ym., 2015.) Urheiludatan kerääminen ja analysointi oli aikaa vievää ennen nykyistä urheiluanalytiikkaa. Teknologian kehitys on mahdollistanut modernin urheiluanalytiikan asteittaisen tietokoneistamisen ja datankeräysprosessin sekä data-analysoinnin myötä. Ammattilaisurheilu siirtyi 1990-luvun puolivälistä lähtien vähitellen massadata-aikakauteen, ja 2010-luvulla videodatan analysointi yleistyi monissa ammattilaisurheilulajeissa. (Morgulev ym., 2018.)

Massadatassa (engl. big data) datamäärät ovat suuria ja datatyyppejä on lukuisia erilaisia. Massadatan kolme v:tä määrittelevät massadatan määrän (engl. volume), monimuotoisuuden (engl. variety) ja nopeuden (engl. velocity) mukaan. Kerättävän ja varastoitavan datan määrä on valtava, ja uutta dataa syntyy sekä varastoituu nopeasti lukuisista eri lähteistä. Määrää voidaan mitata esimerkiksi käsittelyajan tai datan koon mukaan. Massadata on monimuotoista, sillä dataa kerätään eri muodoissa. Data voi olla strukturoitua, puolistrukturoitua tai strukturoimatonta. Haasteeksi massadatassa muodostuu datan laatu, käytettävyys ja luotettavuus. Kun dataa varastoidaan suuria määriä, dataa täytyy prosessoida varmistaakseen sen luotettavuus ja käytettävyys. (Tsai ym., 2015.)

2.2 Laajennettu analytiikka

Analytiikan kehityttyä massadatan aikakauden myötä, voidaan puhua laajennetusta analytiikasta (engl. augmented analytics), jossa perinteisen analytiikkaprosessin vaiheet automatisoidaan integroimalla tekoäly data-analytiikkaprosessiin. Tällöin voidaan automaattisesti puhdistaa, analysoida ja visualisoida dataa, mikä mahdollistaa mallien luomisen, ennusteiden tekemisen, eri skenaarioiden testaamisen, datan seulomisen ja korrelaatioiden sekä muun merkittävän tiedon löytämisen. Laajennetussa analytiikassa yhdistyy kokoelma eri tekniikoita, kuten ennakoiva analytiikka, tiedonlouhinta, tilastot, tekoäly (engl. artificial intelligence) sekä luonnollisen kielen käsittely (engl. natural language processing). Massadata yhdistettynä laajennettuun analytiikkaan muodostaa massadata-analytiikan. Massadata-analytiikassa edistyneet analytiikkateknologiat

analysoivat massadataa, mikä on yksi isoista trendeistä liiketoimintatiedon hallinnassa (engl. business intelligence). (Russom, 2011.) Laajennettu analytiikka voidaan määritellä liiketoimintatiedon hallinnan ja tekoälyn kehittyneiden ominaisuuksien yhdistelmäksi (Alghamdi & Al-Baity, 2022).

Digitalisaation myötä datamäärät ovat kasvaneet valtavasti, mikä tekee manuaalisesta analytiikasta haastavaa. Edistyneet tekniikat datan käsittelyssä, analysoinnissa ja visualisoinnissa ovat tärkeitä massadatan aikakaudella, sillä dataa kertyy suuria määriä nopeasti. Laajennetussa analytiikassa hyödynnetään koneoppimista, tekoälyä, luonnollisen kielen käsittelyä ja luonnollisen kielen luomisen tekniikoita analytiikkatehtävien automatisoimiseksi ja analytiikkaprosessin tehostamiseksi kaikissa prosessin vaiheissa. Laajennettu analytiikka helpottaa datan valmistelua, kuvioiden löytämistä ja tiedon tulkintaa. (Alghamdi & Al-Baity, 2022.)

Laajennetun analytiikan avulla voidaan automatisoida suurin osa analytiikkasyklin tehtävistä. Analytiikkasyklin eri vaiheisiin lukeutuu 1) datan valmistelu (engl. data preparation), 2) tietojen löytäminen (engl. data discovery), 3) mallien kehitys (engl. model development) ja 4) käyttöönotto (engl. deployment). Esimerkiksi datan valmistelu on aikaa vievä työvaihe, joka vaatii paljon vaivaa analyttikolta. Laajennettu analytiikka voi auttaa analyttikkoa datan valmistelussa, uudelleenjärjestelyssä, puhdistamisessa ja poikkeamien suodattamisessa. Laajennettu analytiikka vähentää eri toimialoilla kustannuksia, auttaa seuraamaan dataa tarkemmin, säästää aikaa, tekee tarkempia ennusteita ja tehostaa tuottoa, joiden avulla on mahdollista saavuttaa kilpailuetua. Analytiikkasyklin vaiheet voidaan jakaa Alghamdin ja Al-Baityn (2022) mukaan myös kysy, harkitse, analysoi ja tulkitse -vaiheisiin. Laajennettua analytiikkaa hyödynnetään kysy-vaiheessa, jossa luonnollisen kielen käsittelyn avulla käyttäjä voi kysyä dataan liittyviä kysymyksiä. Harkitse-vaiheessa datan valmistelua helpotetaan esimerkiksi liiketoimintatietojen hallinta-alustan ja muiden eri ominaisuuksien avulla, jotka tekevät datankäsittelystä helpompaa ja automatisoitua. Analysoi-vaiheessa automatisoidut koneoppimisalgoritmit luovat merkityksellistä tietoa datasta, toteuttaen automaattista analytiikkaa. Tulkitse-vaiheessa datan tulkintaa helpottaa luonnollisen kielen luomisen tekniikka, joka etsii datasta merkityksellistä tietoa. (Alghamdi & Al-Baity, 2022.)

2.3 Urheiluanalytiikka

Data on tärkeä etu urheiluorganisaatioille (Jolly & Socolow, 2017). Urheiluanalytiikka on kehittynyt yksinkertaisesta tilastollisesta analyysistä 1960-luvulta lähtien, mikä on luonut pohjan kehittyneelle modernille data-analytiikalle. Teknologian kehittyminen mahdollisti suuremman datan keräämisen ja analysoinnin, mikä ei perinteisin keinoin olisi ollut nykyisessä mittakaavassa mahdollista. Data-analytiikan kehittyminen on mahdollistanut dataan perustuvan päätöksenteon myös urheilussa. Urheiluanalytiikalla voidaan suorittaa perinteisiä menetelmiä syvällisempää suorituskyvyn analysoimista ja objektiivista mittaamista, jolla voidaan saavuttaa kilpailuetua. (Morgulev ym., 2018.)

Urheiluanalytiikassa hyödynnetään urheilusta eri keinoin saatavaa dataa, jota analysoimalla tutkitaan ja mallinnetaan urheilusuoritusta eri tieteellisiä tekniikoita käyttäen. Urheiluanalytiikka tarkoittaa strukturoidun datan hallintaa, dataa hyödyntävien ennakoivien analyttisten mallien soveltamista ja tietojärjestelmien hyödyntämistä. (Morgulev ym., 2018.) Urheiluorganisaatiot kansainvälisesti keräävät reaaliaikaista dataa urheilijoiden suorituskyvystä ennen harjoitteluita ja pelejä, niiden aikana sekä jälkeen parantaakseen suorituskyyä, valmennusta, harjoitteluohjelmia ja ennaltaehkäistäkseen loukkaantumisia (Jolly & Socolow, 2017).

Urheilutapahtumista saatavaa dataa on tallennettu säännöllisesti useiden vuosien ajan, esimerkiksi kokonaisia pelejä tallennetaan videomuodossa. Urheiluanalytiikka hyödyntää monipuolista dataa, kuten urheilijoiden biografisia tietoja, kuva- ja videodataa, tulodataa, lääketieteellistä dataa sekä kykyjenetsijöiden raporttien dataa. Monipuolista dataa voidaan hyödyntää yhä pidemmälle integroimalla niitä toisiinsa. Yksityiskohtaista dataa urheilijoiden suorituskyvystä on saatavilla eri liigoissa ympäri maailmaa, mikä hyödyntää esimerkiksi urheiluorganisaatioiden kykyjenetsijöitä. Urheiluanalytiikan avulla voidaan tukea päätöksentekoa ja auttaa urheiluorganisaatioita saavuttamaan kilpailuetua. Datankeräysteknologiat mahdollistavat objektiivisen tiedon keräämisen esimerkiksi pelaajien fyysisestä kuormituksesta ja liikkeistä. Data saadaan yrityksiltä, jotka ovat erikoistuneet urheilusuoritusten mittaamiseen ja koodaamiseen. Datan pohjalta analytikot voivat kehittää ennusteita ja malleja odotetuista tuloksista eri paikoista pelikentällä. Tilastolliset ennusteet datan pohjalta mahdollistavat tarkemmat arviot yksittäisten urheilijoiden mahdollisuuksista ammattilaistasolla. (Morgulev ym., 2018.)

Integroimalla monipuolista dataa voidaan selittää eroavaisuuksia datassa. Esimerkiksi integroitu lääketieteellinen data voi selittää eroja määrällisen datan ja kykyjenetsijöiden raporttien välillä. Integroitujen eri datalajien pohjalta päätöksentekijä voi päätellä vertailemalla, mikä tietolähde on yksittäisessä tilanteessa merkityksellisin. Osa urheilusta saatavasta datasta on kvantitatiivista, kuten pelitulokset ja muut objektiiviset suoritukset. Suuri osa analysoitavasta datasta on kuitenkin monimutkaista, pelien aikana tapahtuvista tilanteista saatavaa dataa. Monet urheiluun liittyvät tilanteet sisältävät useita eri muuttujia, joita on vaikeaa kvantifioida siten, että niitä olisi mahdollista käyttää tilastollisessa analyysissä. (Morgulev ym., 2018.)

Eri edistyneiden tekniikoiden hyödyntäminen urheiludatan analysoinnissa on todettu tehokkaaksi. Tiedonlouhinnan avulla voidaan tunnistaa datan keskinäisiä suhteita, ja löytää siten tiettyjä urheilumalleja. Koneoppimista käytetään suurien datamäärien käsittelyyn, mikä mahdollistaa urheilutietojen monipuolisen analyysin. Syväoppimisen ja tiedonlouhinnan hyödyntäminen tekee data-analysoinnista tehokkaampaa suuren mittakaavan data-analyysissä. Syväoppimisen hyödyntäminen on osoittautunut menestyksekkääksi urheiluanalyysissä. Erilaisten sensoreiden kehittyminen ja muiden innovaatioiden synty ovat lisänneet analysoitavan tiedon määrää. Erilaisista sensoreista saatavat tiedot ovat avuksi, kun halutaan arvioida suorituskykyä ja tehdä tarkkoja päätöksiä harjoittelussa sekä kilpailuissa. Massadata-analytiikka mahdollistaa päätöksenteolle avullisen tiedon löytämisen datasta. (Liu ym., 2023.)

3 Data-analytiikan hyödyntäminen urheilijan suorituskyvyn parantamiseen jääkiekossa

Urheilun digitalisaation on mahdollistanut esineiden internetin (engl. internet of things) myötä kehittyneet liike- ja paikannusteknologiat (Liu ym., 2023). Luvussa 3 tarkastellaan urheilijoiden suorituksiin liittyvän datan keräämismenetelmiä ja datalajeja, sekä tarkastellaan miten kerättyä dataa voidaan soveltaa suorituskyvyn tehostamiseen ja loukkaantumisten ennaltaehkäisyyn.

3.1 Datankeräysteknologiat jääkiekossa

Kehittyneet sensorit ja seurantamenetelmät mahdollistavat datan keräämisen sekä analysoinnin reaaliaikaisesti ja aiempaa tarkemmin, verrattuna perinteiseen manuaaliseen analyysiin, joka perustui kuvien ja lähetysvideoiden tarkasteluun. Ihmisen toteuttama manuaalinen tarkastelu on subjektiivista ja merkittäviä asioita saattaa jäädä huomaamatta. (Liu ym., 2023.) Teknologinen kehitys on mahdollistanut biometrisen datan sekä fyysisten ja fysiologisten ominaisuuksien mittaamisen sekä tilastollisen analysoinnin (Sikka ym., 2019). Liun ym. (2023) ja Morgulevin ym. (2018) mukaan kerätyn datan avulla voidaan analysoida ja mitata fyysistä kuormitusta, urheilijan tasoa sekä urheilusuoritusta objektiivisesti. Jollyn ja Socolowin (2017) mukaan ei kuitenkaan voida olettaa teknologioiden tuottamien tulosten olevan aina täysin täsmällisiä, vaikka esimerkiksi biometrinen mittauslaitteiden valmistajat väittävät laitteiden keräävän objektiivista tietoa, sillä laitteiden käytön tai tiedon tulkitseminen ja analysointi ei välttämättä ole oikeaoppista.

Urheilun digitalisaation myötä on mahdollista saada paljon erityyppistä dataa, jotka voidaan jakaa biometriseen sekä liike- ja sijaintidataan. Biometrinen data on urheilijasta saatavaa biologista dataa, kuten syke- tai unidata sekä veren happipitoisuus. Biometrinen data urheilijoista ja vammoista on suhteellisen uusi massadatan osa-alue. Biometristä dataa mitataan fysiologisen reaktion aiheuttamista fysiologisista muutoksista harjoittelun ja kilpailun aikana. Eri urheilulajeissa hyödynnettäviä puettavia sensoreita ja muita biometrisen seurannan teknologioita on kehitetty suorituksen optimoimiseksi, loukkaantumisten vähentämiseksi sekä palautumisen maksimoimiseksi. (Sikka ym., 2019.) Liike- ja sijaintidata perustuu urheilijan tai pelivälineen, kuten kiekon, liikkeisiin. Dataa saadaan videoita ja seurantajärjestelmiä hyödyntämällä urheilijan tai pelivälineen

sijainnista, nopeudesta, liikkumissuunnasta, etäisyydestä, kuljetusta matkasta, kiihtyvyydestä sekä hidastuvuudesta. (Sikka ym., 2019; Liu ym., 2023.)

Urheilijoista kerätään dataa sekä puettavien laitteiden (engl. wearable devices), että ei-puettavien laitteiden (engl. nonwearable devices) avulla. Puettavia laitteita ovat kiihtyvyyssmittarit, maailmanlaajuisen paikannusjärjestelmän (engl. global positioning system, GPS) laitteet, radiotaajuuslaitteet (engl. radio-frequency identification, RFID) ja sykkeenseurantalaitteet. (Sikka ym., 2019.) Puettavan teknologian ansiosta on mahdollista kerätä yhä laajempi datamäärä urheilijoista. Tätä dataa käytetään pelaajien kunnan seurantaan, loukkaantumisten ennaltaehkäisyyn ja toimihenkilöiden kouluttamiseen (Jolly & Socolow, 2017.) Ei-puettavat laitteet koostuvat kamerapohjaisista seurantajärjestelmistä. (Sikka ym., 2019.)

Kiihtyvyyssmittareita käytetään mittaamaan urheilijan tai pelivälineen kiihtyvyyttä liikkeen aikana. Kiihtyvyyssmittareilla voidaan myös mitata energiankulutusta ja nukkumista. Esimerkiksi jääkiekossa luistimiin kiinnitettyä kiihtyvyyssmittaria on käytetty tutkimaan tarkemmin kontaktitilanneita ja luistelun biomekaniikkaa reaaliaikaisesti. (Sikka ym., 2019.) Kiihtyvyyssmittarien avulla on mahdollista tarkkailla liikettä unen aikana. Liikkeestä saatava data kertoo unen laadusta ja unen kestosta. (Staunton ym., 2017.) Puettavat kiihtyvyyssmittaritekniikat, kuten Fitbit tai Apple Watch, mittaavat ja arvioivat unen kestoa sekä unitasoa kehon liikkeiden perusteella. (Sikka ym., 2019.)

GPS-teknologian avulla voidaan paikantaa pelaaja jäällä ja mitata kiihtyvyyden muutoksia. RFID-teknologialla mitataan urheilijan tai pelivälineen, kuten kiekon, nopeutta, kiihtyvyyttä, hidastuvuutta ja kuljettua matkaa. Pienten ja huomaamattomien liikkeentunnistussensoreiden avulla tarkkaillaan liikettä, etäisyyksiä, nopeutta, kiihtyvyyttä, hidastuvuutta, suunnanvaihdoksia, hyppäämistä sekä energiankulutusta kolmessa ulottuvuudessa. Datan pohjalta on tarkoituksena kehittää urheilusuoritusta. (Sikka ym., 2019.)

Kehittyneiden teknologioiden myötä urheiluanalytiikan yritykset ovat kehittäneet alustoja, jotka hyödyntävät eri teknologioita samanaikaisesti (Sikka ym., 2019). Suomen korkeimman sarjatason Liigan peleissä käytetään Wisehockeyn järjestelmää, joka on reaaliaikainen ja automaattinen urheiluanalytiikka-alusta. Alustan avulla voidaan tarjota helppokäyttöistä data-analytiikkaa. Automaattisuudella tarkoitetaan esimerkiksi

paikannuslaitteiden tuottaman datan pohjalta automaattisesti laskettavia tilastoja. Wisehockeyn kaltaisen alustan avulla valmentajat, urheilijat, organisaatiot, urheilulähetykset, vedonlyöntipalvelut sekä fanit saavat tilastoja, dataa ja visualisointeja peleistä. Ensisijaisesti Wisehockey hyödyttää urheiluorganisaatioita päätöksenteon tukena ja palveluntarjoajia katsojakokemuksen parantamisessa. Wisehockeyn järjestelmä rakentuu Bluetooth-pohjaisen seurantajärjestelmän, tarkan reaaliaikaisen data-analytiikan sekä digitaalisten palveluiden ja ohjelmointirajapintojen pohjalle. Automaattiset visualisoinnit ja tilastot ovat sidosryhmien käytettävissä Wisehockeyn verkkoportaalissa ja sovelluksessa. Kerättävä data koostuu suurimmalta osin esimerkiksi pelitilastoista, pelaajavaihdosta, hyökkäys- ja puolustuspään tapahtumista, laukauksista, syötöistä, aloituksista sekä pelaajien tehokkuuksista. (Wisehockey, 2023.) Pohjois-Amerikan jääkiekon ammattilaisliigassa National Hockey Leaguessa (NHL) käytettävässä datajärjestelmässä datankerääminen perustuu kiekko- ja pelaajaseurantajärjestelmään, pisteytysjärjestelmään ja kameroiden tallentamaan videokuvaan. Eri datalajien pohjalta tehdään data-analyysia tekoälyn avulla, ja datasta saatavat tilastot ovat sidosryhmien käytettävissä sovellusten kautta reaaliaikaisesti. (Dachman, 2019.)

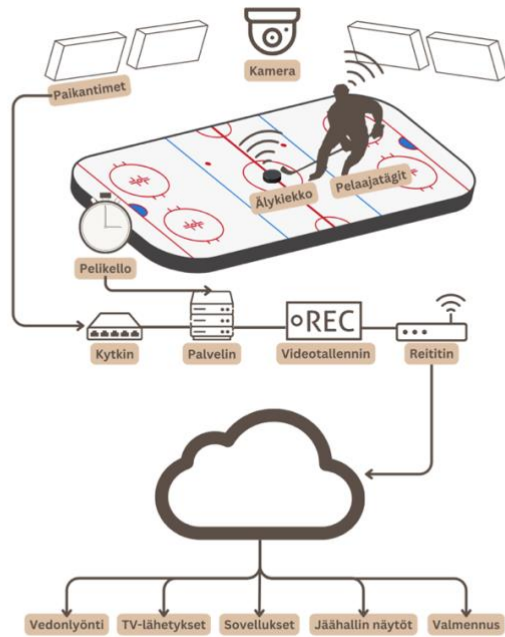
3.2 Pelaajien sijainti- ja liikedata sekä biometrinen data

Sijainti- ja liikedatan keräämisessä jääkiekossa hyödynnetään kameroita, pelikelloa, infrapunakameroita sekä puettavaa teknologiaa ja RFID-siruja. RFID-siruja käytetään esimerkiksi pelaajien paidoissa sekä kiekon sisällä, ja ne lähettävät signaaleja ympärillä oleviin vastaanottimiin. Kaukaloön sijoitettujen vastaanottimien avulla voidaan paikantaa kiekon ja pelaajien sijainti, yhdessä kiekon sekä pelaajien tunnistimien kanssa. Vastaanottimet asetetaan tarkasti suhteessa kentän viivoihin ja aloituspisteisiin. (Wisehockey, 2023.)

Puettavat sensorit ovat sijoitettu yleisimmin urheilijan ranteeseen, lantioon, olkapäähän ja käsivarsiin, ja ne mittaavat urheilijan eri liikkeistä saatavia signaaleja (Liu ym., 2023). Jääkiekkoilijoista dataa kerätessä hyödynnetään Bluetooth-”tageja”, joita on asennettu kiekon sisälle sekä henkilökohtaisia tunnisteita, joita on asennettu pelaajien sekä pelituomareiden varusteisiin. Pelaajien varusteisiin kiinnitetty paikannin on kevyt ja huomaamaton, painoltaan kuusi grammaa ja halkaisijaltaan kolme senttimetriä. Henkilökohtaisilla tunnisteeilla voidaan reaaliaikaisesti seurata liikettä ja nopeutta jäällä

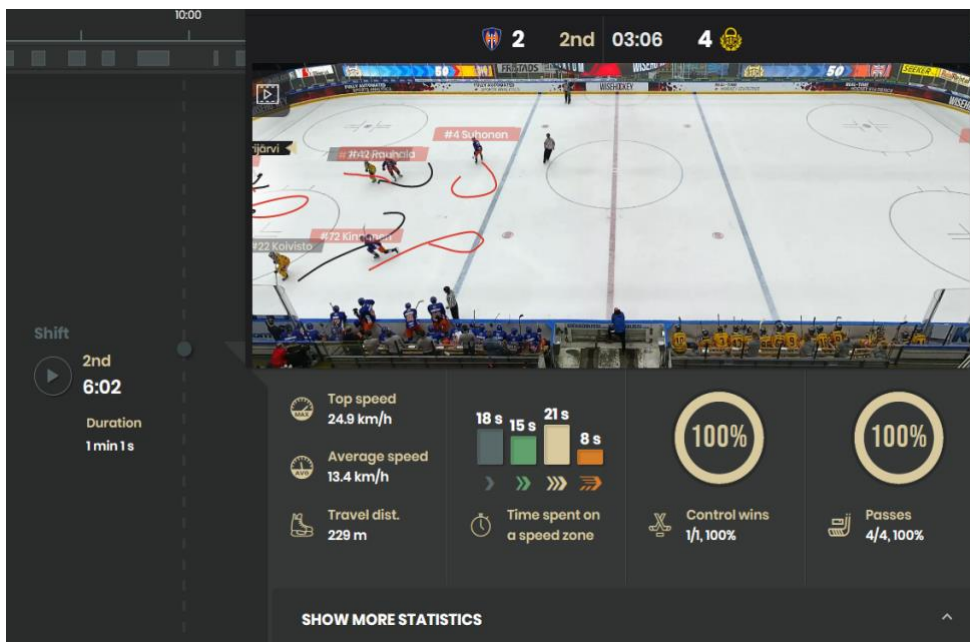
tarkasti. Ulkonäöltään ja painoltaan älykiekko vastaa perinteistä kiekkoa, eli lisätty seurantaominaisuus ei vaikuta kiekon perinteisiin ominaisuuksiin. (Wisehockey, 2023.) Sikkan ym. (2019) mukaan RFID-teknologiaa käytetään nopeuden, kiihtyvyyden, hidastuvuuden ja kuljetun matkan datan keräämiseen. Älykiekko tuottaa dataa ja statistiikkaa kiekon liikkeistä ja nopeudesta. Datan pohjalta on mahdollista seurata ja analysoida esimerkiksi laukauksia, syöttöjä sekä kiekonhallintaa. (Wisehockey, 2023.) NHL:n vastaavanlaisen pelaaja- ja kiekkoseurantajärjestelmän sensorit lähettävät signaaleja vastaanottiin jopa 2000 kertaa sekunnissa (Cotsonika, 2019a).

Kameroiden tallentamien kuvien ja videoiden pohjalta saadaan sijainti- ja liikedataa, jonka analysointi voidaan jakaa perinteisiin menetelmiin sekä syväoppimismenetelmiin, joissa hyödynnetään syväoppimisen mahdollistamaa tietokonenäköä (Liu ym., 2023). Videoanalyysijärjestelmät pystyvät tuottamaan suuria datakokonaisuuksia pelaajien liikkeistä pelin aikana (Morgulev ym., 2018). Lähetysvideoiden analysointi voi tapahtua manuaalisesti tai automaattisesti. Perinteiset menetelmät pohjautuvat manuaaliseen analysointiin, silmähavainnointiin, jonka luotettavuuteen vaikuttaa havainnoitsijoiden määrä ja kokemus sekä havainnoitavan kuvan laatu. Videoiden laatu, tarkasteltavan kohteen koko ja esiintymistiheys sekä valaistus- ja peittävyysmuutokset tekevät videoiden hyödyntämisestä haastavaa. (Liu ym., 2023.) Suomessa käytettävä Wisehockey-järjestelmä hyödyntää korkealaatuista panoraamakameraa. Kameran tallentamien videoiden avulla analysoidaan kiekonhallintaa ja pelitilanteita. Kameroiden keräämää dataa käsitellään yhdessä paikantimista saatavan datan kanssa, joka muunnetaan analytiikkaohjelmiston avulla tilastoiksi. Wisehockeyn järjestelmä on yhteydessä pelikelloon, mikä mahdollistaa järjestelmälle reaaliaikaisen tiedon pelitapahtumista, kuten maaleista, rangaistuksista ja tauoista. Järjestelmän eri osat toimivat yhteydessä toisiinsa, täydentäen toisistaan kerättävää dataa. Paikantimista ja kamerasta kerätty data tallennetaan pilveen. Tilastot lasketaan automaattisesti kerätyn datan pohjalta. Tilastot ovat sidosryhmien käytettävissä Wisehockeyn tarjoamassa verkkoportaalissa ja sovelluksessa. (Wisehockey, 2023.) Kuviossa 1 on havainnollistettu datankeräysprosessia.



Kuva 1 Datankeräys jääkiekossa (Bitwise, 2020).

Keräysprosessista saatavan datan avulla Wisehockeyn urheiluanalytiikkajärjestelmän kautta on saatavilla visualisoituja reaaliaikaisia tilastoja, joita kuva 2 havainnollistaa. Urheiluorganisaatiot saavat käyttöönsä analysoituja ja helppokäyttöisiä raportteja sekä visualisointeja, kuten automaattisia videoita pelitilanteista, hyökkäysalueen analyysseja, maaliiodottamatilastoja, pelinkulkuraportteja, pelaajavaihtotilastoja, momentum-tilastoja, interaktiivisia karttoja sekä laukaus- ja syöttökarttoja. (Wisesport.)



Kuva 2 Datan visualisointi sovelluksessa (Wisehockey Oy, 2022).

Taulukko 1 havainnollistaa eri automaattisia tilastoja, joita Wisehockeyn urheiluanalytiikkajärjestelmä tuottaa. Esimerkiksi maaliiodottamatilasto käyttää monipuolisesti dataa laukauksen etäisyydestä ja laukauskulmasta, tapahtumista kentällä ennen laukausta ja laukauksen aikana, kiekon ja pelaajan liikkeistä sekä maalivahdin asennosta. Pelaajavaihtotilastot kertovat yksittäisen vaihdon aikana kerätystä datasta, kuten luistellusta matkasta, syötöistä ja pelaajien suorituksesta. Tilastojen yhteydessä on lisäksi automaattisesti leikattu video tilastoon liittyvästä tilanteesta. (Wisesport.)

Taulukko 1 Wisehockeyn automaattiset tilastot (Wisesport).

Wisehockey tilastot	Informaatio
Videotallenteet pelitapahtumista	Automaattiset videotallenteet pelitapahtumista, kuten laukauksista ja maaleista
Hyökkäysalueen analyysi	Analysoi yksittäisen hyökkäyksen keston, tapahtumat hyökkäysalueella, hyökkäyksen lopputuloksen ja luo automaattisen videon hyökkäystapahtumasta
Maaliiodottamatilastot	Arvioivat laukausten tehokkuutta
Pelaajavaihtotilastot	Yksittäisen vaihdon tapahtumat datasta
Momentum-tilasto	Kumpi joukkue hallitsee peliä ja on todennäköisempi tekemään seuraavan maalin
Interaktiivinen kartta	Aloituser voitot pelaajakohtaisesti jokaisessa aloituspisteessä, sekä pelaajan suoriutumisen aloituksissa kutakin vastustajaa vastaan
Laukaus- ja syöttökartat	Visualisoivat miltä alueilta pelaajat laukovat ja mikä on laukausten maaliiodottama
Pelinkuluraportti	Luo yhteenvedon pelitilastoista

NHL:ssä hyödynnetään Liigan tavoin älykiekkajärjestelmää. NHL:ssä käytettävän älykiekon paikantamista on tehostettu LED-valojen avulla, jotka helpottavat infrapunavalon heijastumista hallin kameroihin. Kameran ovat yhteydessä NHL:n urheiludatajärjestelmään NHL Edgeen, urheiludatan ja TV-lähetysgrafiikan palveluntarjoaja SMT:n älykiekkoon sekä pelaajaseurantajärjestelmään. Järjestelmä tarjoaa edistyneitä analyysejä datasta, kuten kiekon hallussapitoajan, hyökkäysalueille pääsyn, syötön onnistumisen ja laukausten laadun. (Cohen, 2022.)

3.3 Pelaajien suorituskyvyn analysointi ja parantaminen datan avulla

Data-analytiikka urheilussa keskittyy erityisesti urheilun tärkeimmän komponentin, urheilijan, hyvinvoinnin ja suorituksen parantamiseen (Sikka ym., 2019). Datan avulla voidaan objektiivisesti arvioida urheilijan ja joukkueen kilpailusuoritusta, löytää kehityskohteita yksilö- ja joukkueetasolla, ja siten parantaa kokonaissuorituskykyä (Morgulev ym., 2018). Jääkiekkoilijan tärkeimpänä taitona pidetään yleisesti luistelutaitoa. Luistelutaidon päälle rakentuvat muut kyvykkyydet, kuten kiihtyvyys, mailankäsittely, ketteryys ja maalintekokyky. (Evans, 2022.) Jääkiekkoilijalta vaaditaan huippukuntoa, voimaa, ketteryyttä, tasapainoa, taitoa ja hallitun aggressiivisuuden yhdistelmää (Flik ym., 2005).

Urheilijan ja joukkueen kehityskohteina voi olla tekniikka tai suorituskyky. Evansin (2022) mukaan jääkiekkoilijan tekniikka pitää sisällään koordinaatiokyvyn jäällä, ketteryuden sekä liikkumisen. Suorituskyky perustuu voimaan, nopeuteen, kiihtyvyyteen tai aikaan, joka kuluu tietyn matkan kulkemiseen jäällä. Suorituskykyyn vaikuttavat ympäristö, varusteet, jään pinta, mailan pituus, luistimet tai urheilijan ikä. Jääkiekkoilijan taitoa voidaan arvioida eri osa-alueiden perusteella, joiden suorittamiseen vaikuttavat eri tekijät. Vaikuttavat tekijät voidaan jakaa vakioihin ja muuttuviin tekijöihin. Vakiot tekijät ovat muuttumattomia, kuten esimerkiksi standardisoidut kaukalon mitat tai pelaajavarusteet. Muuttuvia tekijöitä ovat esimerkiksi vastustajien ja omien pelaajien sijainti jäällä sekä kilpailun taso. (Evans, 2022.)

Valmentajat voivat objektiivisen ja määrällisen datan pohjalta muokata harjoitteluohjelmia ja harjoittelun intensiteettiä, sekä käyttää dataa apuna pelikokoonpanoja ja pelaajavaihtoja suunnitellessaan (Morgulev ym., 2018). Urheiluvisualisoinnin avulla voidaan analysoida urheilijoiden suorituskykyä konkreettisen digitaalisen visualisoinnin avulla, jonka pohjalta voidaan tarkkailla sekä kehittää urheilijoiden harjoittelusuunnitelmia. Joukkuesuoritusta voidaan analysoida strategisesti pelaajien sijoittamisen ja vuorovaikutusten perusteella. Yksilösuoritusta voidaan analysoida liikkeiden ja fyysisten ominaisuuksien perusteella. (Liu ym., 2023.)

Kehittynyt teknologia on mahdollistanut laajan urheilijadatan keräämisen. Urheilijoista ja joukkueista saatava data voidaan yhdistää loukkaantumistietoihin ja yksilöllisiin terveystietoihin. Dataa voidaan käyttää loukkaantumismäärien tarkkailuun, suorituskyvyn arvioimiseen, vammojen ennustamiseen ja ennaltaehkäisyyn sekä

suorituskyvyn analysointiin. Massadatan aikakaudella datan analysointi edellyttää edistynyttä analysointia tilasto-ohjelmien avulla, sillä eri teknologioiden integroinnin myötä syntyy valtavia määriä dataa, johon yksinkertaiset analysointimenetelmät eivät ole riittäviä. Monista lähteistä saatava data edellyttää järjestelmällistä datan keräämisen, järjestelyn ja analysoinnin tehokasta hallintaa. Suuri datan määrä edellyttää myös riittävää tallennuskapasiteettia ja reaaliaikaista datankäsittelyä. (Sikka ym., 2019.)

NHL:n urheiluanalytiikkajärjestelmä valmentajille on luotu yhteistyössä NHL:n, SAP:n ja Applen kanssa. SAP-NHL (SAP-NHL Coaching Insights App for iPad) valmennussovelluksen avulla valmentajan on iPadia käyttämällä mahdollista seurata esimerkiksi aloituksia ja laukaussijainteja, sekä jokaisen pelaajan peliaikaa reaaliaikaisesti eri pelitilanteissa, vaihtojen määrää ja vaihdon ajan keskiarvoa. Valmentajien on myös mahdollista asettaa sovellukseen rajoituksia pelaajan peluutusajoille, jolloin järjestelmä ilmoittaa valmentajalle rajoituksen ylittymisestä. Tämä mahdollistaa pelaajan tehokkuuden ylläpitämisen ennaltaehkäisemällä uupumista. Aloituksista valmentajat näkevät reaaliaikaiset prosentiosuudet käтisyyden ja vastustajan mukaan, ja näyttää pelaajakohtaisesti aloitusvoittojen määrän viimeisessä viidessä aloituksessa. Laukaussijainneista ilmenee mistä kohdista oman joukkueen ja vastustajajoukkueen pelaajat laukovat, sekä missä kohtaa jäällä ovat vaarallisimmat sijainnit. Laukauksista voidaan nähdä milloin ja kuka sen on tehnyt, ja minkälainen laukaus oli. (Cotsonika, 2019b.) Lämpökartat ja visualisoinnit tarjoavat päätöksentekijöille tietoa pelaajien ja pelivälineen liikkeistä kentällä. Dataa tarkastelemalla voidaan tunnistaa esimerkiksi puolustajan kykyä estää syöttöjä tai hyökkäyksiä puolustusalueelle. (Morgulev ym., 2018.) Urheiluanalytiikka-alusta auttaa vertailemaan pelaajia ja joukkueita, jonka avulla voi perehtyä syvällisemmin pelistrategiaan sekä selvittää joukkueen vahvuudet ja kehityskohdat (Wisesport).

Simpsonin ym. (2017) mukaan unen on tunnistettu olevan merkittävä urheilusuorituksen vaikuttava tekijä. Urheiluorganisaatiot haluavat dataa urheilijoiden nukkumisesta, syömisestä ja harjoittelusta, jotta urheilijoiden suorituskykyä voidaan parantaa (Jolly & Socolow, 2017). Stauntonin ym. (2017) tutkimuksen mukaan unenlaatu ja urheilusuoritus korreloivat keskenään, ja korkeampi kokonaisuniaika ilmenee parempana suoritustehona. Riittämättömän unen on todettu vaikuttavan negatiivisesti urheilijoiden terveyteen, kuten sairastumis- ja loukkaantumisriskiin. Riittämättömällä unella on negatiivinen vaikutus urheilusuoritukseen, esimerkiksi nopeuteen, voimaan ja kestävyys. Uni vaikuttaa

myös neurokognitiivisiin toimintoihin, kuten tarkkaavaisuuteen ja oppimiseen. Unenlaadun ja unen määrän optimoimiseksi urheilijoilla voidaan pyrkiä lisäämään kokonaisunimäärää, parantamaan nukkumisympäristöä ja tunnistamaan mahdollisia unihäiriöitä. (Simpson ym., 2017.) Urheilijoiden unen laatuun vaikuttaa negatiivisesti esimerkiksi aikataulutushaasteet, ja muiden harjoitteluohjelmien priorisointi unen edelle aiheuttaa univajeita (Simpson ym., 2017). Kaksi peliä lähekkäin toisiaan voi vaikuttaa kokonaisuniaikaan, joka voi vaikuttaa palautumiseen ja valmiustilaan. Urheilijoiden unirytmeyttä tulisi seurata yhdessä peliaikataulujen kanssa, mahdollistaakseen riittävän palautumisen pelien välillä. Peliaikatauluissa tulisi ottaa tarkasti huomioon matkustusajat sekä mahdolliset aikavyöhykkeet. Lisäksi peli- ja harjoitteluajataulujen suunnittelulla sekä pelimatkojen suunnittelulla voidaan hallita uneen vaikuttavia tekijöitä paremmin, ja mahdollistaa riittävä palautuminen urheilijoille. Kiihtyvyyksmittarien avulla unesta saatavan datan perusteella voidaan tarkkailla unen riittävää määrää ja laatua, sekä tarkkailla uneen vaikuttavia tekijöitä. (Simpson ym., 2017.) Nukkumisdatan pohjalta voidaan tehokkaammin suunnitella harjoitusohjelmia ja palautumista (Sikka ym., 2019). Urheilijoita tulisi kannustaa nukkumaan enemmän kovan kuormituksen jälkeen, esimerkiksi päivinä, jolloin on monta peliä tai harjoittelua peräkkäin (Staunton ym., 2017).

3.4 Loukkaantumisten ennaltaehkäisy datan avulla

Loukkaantumisten ennaltaehkäisy on tärkeää pelaajien hyvinvoinnin turvaamiseksi ja loukkaantumisiin liittyvien menetettyjen pelien aiheuttamien taloudellisten kustannusten takia (Hisham ym., 2016). Loukkaantumisista aiheutuva taloudellinen menetys voi olla merkittävä. NHL:ssä noin puolet kaikista pelaajista ovat vähintään yhden pelin verran loukkaantuneena, ja täten poissa pelistä yhden kauden aikana, mikä aiheuttaa noin 218 miljoonan dollarin kokonaiskustannukset vuodessa. Pelikohtainen palkkamenetys saadaan, kun pelaajien vuosipalkat jaetaan runkosarjan pelien lukumäärällä. Kokonaiskustannuksiltaan kalliimpia loukkaantumisia NHL:ssä ovat pään, kaulan ja jalkojen vammat. (Donaldson ym., 2014.)

Jääkiekkoilijoilla sattuu aivotärähdyksiä sekä tuki- ja liikuntaelinten vammoja usein. Tuki- ja liikuntaelinvammojen kuntoutumisaikataulut ovat ennustettavissa, kun taas aivotärähdyksen kuntoutumisaikataulut ovat vaikeasti ennustettavia. (Caron ym., 2013.) Polven sisäisivuuteen ja nilkkojen vammat jääkiekkoilijoilla ovat Flikin ym. (2005)

tutkimuksen mukaan tuki- ja liikuntaelinvammoista yleisimpiä. Loukkaantumisesta menetetyt palkkakustannukset ovat merkittävä taloudellinen rasite NHL-joukkueille ja niiden vakuutusyhtiöille. Palkkakustannusten lisäksi taloudellista rasitetta syntyy vammojen hoidoista aiheutuvista kustannuksista sekä tähtipelaajien poissaolosta aiheutuvista muista kustannuksista. Pelin tai koko joukkueen suosioon voi vaikuttaa negatiivisesti merkittävien pelaajien poissaolo, mikä heijastuu pelin katsojamääriin ja myyntituloihin. Taloudellisten rasitteiden lisäksi on huomioitava loukkaantumisista aiheutuvat kivut ja mahdolliset krooniset seuraukset, sekä vammojen pitkän aikavälin kustannukset. (Donaldson ym., 2014.)

Urheiluorganisaatiot ovat urheilijoiden työnantajia, ja työnantajat ovat oikeudellisesti sekä eettisesti vastuussa työntekijöidensä terveyden ja turvallisuuden suojelemisesta. Kontaktilajia harrastavien loukkaantumisriski on suuri, mutta riskiä voidaan pienentää sääntöjen avulla, jotka sääntelevät esimerkiksi pelaajien välisiä kontakteja pelien aikana. Loukkaantumisenehkäisystrategioista huolimatta jääkiekkoa pidetään erityisen riskialttiina urheilulajina. (Donaldson ym., 2014.) Loukkaantumisia ja vammoja aiheutuu iskuista ja törmäyksistä, sekä rasituksesta ja uupumisesta. Iskuihin ja törmäyksiin liittyvät vammat voivat aiheutua taklauksen yhteydessä, törmäyksissä kaukalon reunoihin tai pelaajan kaatuessa jäällä korkeassa vauhdissa. (Evans, 2022.) Jääkiekkoilijoilla vammat syntyvät yleisemmin pelien kuin harjoitteluiden aikana. Selityksenä tälle saattaa olla lajin aggressiivinen luonne ja nopeammat vauhdit pelien aikana, mikä saattaa selittää törmäyksiin liittyvät vammat. Lisäksi taklaukset ovat yleisempiä pelien aikana. (Flik ym., 2005.) Taklauksen tavoitteena on hidastaa tai pysäyttää vastustajapelaaja (Donaldson ym., 2013). Rasituksesta ja uupumisesta johtuvalla väsymyksellä tarkoitetaan lihasvoiman tai suorituskyvyn vähenemistä harjoituksen aikana. Jääkiekossa on tyypillistä nopea pelitempo ja pelaajien fyysinen pelityyli, jotka altistavat urheilijat loukkaantumisille. Iskuista ja törmäyksistä aiheutuvia loukkaantumisia voidaan ehkäistä suojarusteiden, kuten kypärän ja olkapääsuojiin avulla. (Evans, 2022.) Suojarusteiden avulla voidaan suojata pelaajia toisiltaan, jäältä, kaukalon reunoilta, maalitolpilta, luistimilta ja mailoilta (Flik ym., 2005).

Rasitukseen ja uupumiseen liittyviä vammoja voidaan vähentää fyysisellä harjoittelulla, kuten voima- ja kuntoharjoittelulla, sekä fyysisen kuormituksen tarkkailulla. Rasitukseen voidaan vaikuttaa myös riittävällä palautumisella, nesteyttämisellä sekä hyvin hallitulla ravitsemuksella ennen ja jälkeen pelin. (Evans, 2022.) Data-analytiikan avulla

valmentajat voivat asettaa rajoituksia jääkiekkoilijan jäällä oloajalle pelaajien seurantajärjestelmässä, mikä ennaltaehkäisee esimerkiksi liian pitkiä vaihtoja, jotka aiheuttavat liiallista fyysistä kuormitusta (Cotsonika, 2019b). Pelaajan suorituskykydatan avulla voidaan seurata urheilijan väsymystä ja tätä kautta ennaltaehkäistä loukkaantumisia sekä vammoja, jotka eivät aiheudu kontaktista. (Sikka ym., 2019.) Fyysisen kuormituksen tarkalla seurannalla voidaan ennaltaehkäistä uupumistilasta johtuvia loukkaantumisia. Riittävää palautumista voidaan hallita myös unen määrän ja laadun tarkkailulla. Riittämätön uni heikentää reaktiokykyä ja kognitiivisia toimintoja, jotka lisäävät loukkaantumisriskiä (Simpson ym., 2017).

Sikkan ym. (2019) mukaan paikannus-, nopeus-, syke- ja unidatan avulla voidaan suunnitella loukkaantumisen ennaltaehkäisyä tunnistamalla riskitekijöitä urheilussa. Videodataa hyödyntämällä strukturoitua videoanalyysia on käytetty tiettyjen vammatyyppeiden aiheuttajien analysointiin menestyksekkäästi useissa eri urheilulajeissa, mukaan lukien jääkiekossa (Hutchison ym., 2015). Koneoppimisen avulla saadaan pelaajakohtaisista datakokonaisuuksista tehtyä ennusteita pelaajan fysiologisesta tilasta. Datan analysointi voi parantaa ennustuskykyä ja auttaa urheilijoita kilpailemaan tehokkaammin, tuloksellisemmin sekä turvallisemmin. (Sikka ym., 2019.)

Koneoppimista on käytetty pelissä tapahtuvien loukkaantumisten todennäköisyyden ennustamiseen seitsemän vuorokauden päähän koripallopelaajilla tarkalla todennäköisyydellä loukkaantumis- ja pelaajadatan pohjalta. Loukkaantumisenennusteiden avulla joukkueen päättäjät voivat tunnistaa parhaat ajankohdat lepopäiville yhdistämällä loukkaantumistodennäköisyysennusteet joukkueen aikatauluihin ja lepopäiviin. Tämä mahdollistaa pitkäaikaisten loukkaantumisten riskien vähentämisen ja joukkueen strategian optimoimisen. Dataan perustuvilla loukkaantumisenennusteilla on mahdollista suunnitella pelaajien lepoaikaa strategisesti. Korkean tason koripalloilijoilla pelin aikana tapahtuvat loukkaantumiset johtuvat yleisimmin aikataulutuksesta, pelaajan kuormituksesta ja pelityylistä. Muita loukkaantumiseen vaikuttavia tunnistettuja tekijöitä ammattilaiskoripalloilijoilla ovat pelaajan keskimääräinen juoksunopeus, pelattujen pelien kokonaismäärä, pelaajan kulkeman matkan keskiarvo, pelattujen minuuttien keskimääräinen määrä sekä yritettyjen maalien keskimääräinen määrä. Nämä tekijät osoittavat pelaajan kuormituksen ja pelityylin olevan yhteydessä loukkaantumisriskiin. (Hisham ym., 2016.)

3.5 Urheiluun liittyvien aivotärähdysten ennaltaehkäisy

Urheiluun liittyvistä aivotärähdyksistä on tullut kasvava huolenaihe, kun monet ammattilaisjääkiekkoilijat ovat kärsineet uraansa muuttavia aivotärähdyksiä (Williamson & Emery, 2023). Huolta lisää se, että vammojen mahdollisista pitkän aikavälin vaikutuksista tiedetään vain vähän. Lisäksi aivotärähdyksestä toipuminen on pitkäkestoista ja vaikeasti ennustettavaa. (Donaldson ym., 2013; Hutchison ym., 2015.) Urheilussa aiheutuvia aivotärähdyksiä pidetään vakavana huolenaiheena maailmanlaajuisesti. NHL:ssä viimeaikaiset vakaviin loukkaantumisiin johtaneet taklaustilanteet ovat lisänneet huomiota erityisesti aivotärähdyksen ennaltaehkäisyn tärkeyteen (Donaldson ym., 2013). Tutkimuksissa on tunnistettu kognitiivisia ja psykologisia häiriöitä entisillä jääkiekkoilijoilla, jotka ovat saaneet päävammoja (Caron ym., 2013).

Puettavista laitteista saatava data auttaa valmentajia, joukkuelääkäreitä ja urheilututkijoita urheilijoiden hyvinvoinnin sekä terveyden hallinnassa, esimerkiksi auttamalla tekemään paremmin perusteltuja päätöksiä. Datan avulla voidaan lisäksi kehittää kypäriä ja muita suojarusteita, jotka vaimentavat iskuja aiempaa paremmin. Amerikkalaisessa jalkapallossa kiihtyvyyssmittarit kypäroissä ja suusuojissa mittaavat kinemaattista kuormitusta päähän kohdistuvissa osumissa aivotärähdyksien yhteyttä tutkittaessa. (Sikka ym., 2019.) Päävammojen hoito ja ennaltaehkäisy on yksi jääkiekon keskeisiä alueita hyvinvoinnissa lisääntyneen tutkimuksen ja tiedon myötä. Aivotärähdys on yleisin vamma jääkiekkoilijoilla, sillä lajille ominaisen nopean tempon ja taklausten vuoksi aivotärähdyksiä syntyy, kun pelaajan pää iskeytyy esimerkiksi kaukalon reunaa, toista pelaajaa tai jäätä vasten. (Evans, 2022.)

Donaldson ym. (2013) määrittelevät aivotärähdyksen syiksi jääkiekossa taklaukset pelaajan näkökentän ulkopuolelta, päähän kohdistuvat taklaukset, kehoon kohdistuvat taklaukset, tappelutilanteet, törmäys omaan joukkuelaiseen sekä mailan tai kiekon osumat. Aivotärähdyksen ennaltaehkäisystrategioiden kehittäminen on tärkeää aivotärähdyksen yleisyyden vuoksi jääkiekossa (Hutchison ym., 2014). Aivotärähdyksiä on mahdollista ennaltaehkäistä oikein istuvan kypärän sekä ympäristön tietoisuuteen ja havainnointiin perustuvalla harjoittelulla. Pelaajan tulee tiedostaa ympäristössä olevien vastustajien sijainti ja liikkeit. (Evans, 2022.) Pelaajien tulee tiedostaa päähän

kohdistuvien iskujen vaarat, ja heidän on mukautettava toimintaansa tämän pohjalta (Williamson & Emery, 2023).

Jääkiekossa suurin osa aivotärähdyksistä tapahtuu sääntöjenvastaisissa kontaktitilanteissa, jotka johtavat pelirangaistukseen. Jääkiekossa pelit ovat aivotärähdyksen kannalta riskialttiimpia kuin harjoitukset, sillä aivotärähdykset aiheutuvat todennäköisemmin peleissä kuin harjoitusten aikana. (Flik ym., 2005; Kontos ym., 2016.) Aivotärähdykset aiheuttivat keskimäärin 42,8 miljoonan dollarin palkkamenetykset NHL:ssä kauden aikana. NHL:ssä erityisen huolestuttavaa ovat aivotärähdyksen kroonisten seurausten tapaukset. (Donaldson ym., 2014.) Digitaalisten videotallenteiden mahdollistama data tuottaa runsaasti arvokasta tietoa, joka on hyvä resurssi aivotärähdykseen liittyvien tilannetekijöiden ja vamman aiheuttavien mekanismien analysoimiseksi. Videotallenteilla on hyvä saatavuus ja käytettävyys, mikä mahdollistaa urheiluvammoihin johtavien tapahtumien analysoinnin sekä ymmärtämisen ennaltaehkäisystrategioiden kehittämisessä. Videotallenteet sisältävät runsaasti arvokasta, mutta usein hyödyntämätöntä dataa, joka tekee niistä lupaavan resurssin aivotärähdystä edeltävien tapahtumien ja aiheuttajatekijöiden analysoimiseksi. Aivotärähdystilanteita analysoitaessa videotallenteisiin voidaan yhdistää muuta dataa, kuten pelaajien ikä, pituus ja paino, tai muita ominaisuuksia kuten nopeus, sijainti sekä kiekon hallinta, jotka voivat vaikuttaa aivotärähdystilanteeseen. Videoanalyysi soveltuu pelitilanteiden ja kiekkoilijoiden liikkeiden tallentamiseen, mutta on yksinään riittämätön biomekaanisen tiedon tuottamiseen. (Hutchison ym., 2014.)

Flikin ym. (2005) ja Hutchinsonin ym. (2015) tutkimusten mukaan suurin osa aivotärähdyksistä aiheutuu pelaajan ja vastustajan välisissä kontaktitilanteissa. Suurin osa aivotärähdyksistä johtuu suorasta iskusta päähän. Isku tulee kontaktitilanteissa yleisimmin toisen pelaajan olkapäästä, kyynärpäästä tai hanskoista, kohdistuen usein päähän tai vartalon sivulle. Isku voi tulla myös mailasta, kiekosta, kypärästä tai polvesta. Aivotärähdyksen saanut pelaaja ei yleensä pitänyt kiekkoa hallussaan. Kiekon hallussapidolla tarkoitetaan tilannetta, jossa pelaaja hallitsee kiekkoa, vaikka ei olisi suorassa kosketuksessa kiekkoon. Hallussapitotilanteeseen yhdistyy jääkiekkotaidon toteuttaminen, kuten luistelu tai syöttäminen. Suurin osa aivotärähdyksistä tapahtuu tilanteissa, joissa pelaaja on juuri vapauttanut kiekon hallustaan. Suurimmassa osassa tapauksista kiekon vapauttamisesta aika kontaktitilanteeseen aivotärähdyksen saaneilla pelaajilla oli alle 0,5 sekuntia. (Hutchison ym., 2015.) Kontaktitilanteet johtuvat usein

tappelutilanteista, joissa kontakti tulee toisesta pelaajasta, tai pelaajan pää osuu jään pintaan tappelun yhteydessä. Suurin osa kontaktitilanteista tapahtuu silloin, kun kiekko ei ole kummankaan pelaajan hallussa. Tämä osoittaa, että ympäristön havainnoinnin puute on merkittävä loukkaantumiseen vaikuttava tekijä. (Flik ym., 2005; Hutchison ym., 2015.)

Donaldson ym. (2013) määrittelivät aivotärähdysten ennustemallin riskitekijöiden pohjalta. Riskitekijöiksi mainitaan:

- ikä
- pituus
- paino
- pelaajan palkka
- pelipaikka (maalivahti, keskushyökkääjä, laitahyökkääjä tai puolustaja)
- pelikokemus liigassa
- kokemusvuosien määrä
- tappeluiden määrä 10:tä peliä kohden
- pistemäärä
- rangaistusminuuttien määrä
- pelit joukkueen kokoonpanossa (sekä pelatut pelit että loukkaantumisen tai pelikiellon takia pelin kokoonpanosta sivussa)
- oliko pelaaja saanut liigalta sakot tai pelikieltoa kauden aikana
- joukkueen sijoitus jäähyminuuteissa kauden aikana
- keskimääräinen jääaika peliä kohden
- taklaukset peliä kohden
- estettyjen laukausten määrä peliä kohden.

Jääkiekossa pelaajan pelipaikan on raportoitu olevan merkittävä tekijä aivotärähdysriskille. NHL:ssä tapahtuneita aivotärähdyksiä analysoitaessa on huomattu, että hyökkääjiin verrattuna maalivahtit saavat harvemmin aivotärähdyksiä, kun taas puolustajien aivotärähdysriski on sekä hyökkääjien että maalivahtien riskiä suurempi (Flik ym., 2005; Donaldson ym., 2013). Puolustajien suurempi riski saattaa osittain selittyä sillä, että he kääntävät selkensä hakiessaan kiekkoa laidoilta, mikä asettaa heidät riskille näköpiirin ulkopuolelta tuleville taklauksille. Painavimpien, pidempien ja vanhempien pelaajien aivotärähdysriski on pienempi. Pidempien pelaajien pienempi riski saattaa selittyä sillä, että lyhyempien pelaajien saamat iskut kohdistuvat päähän. Kokeneemmat luistelijat ja tappeluihin useammin osallistuvat tunnistettiin korkean aivotärähdysriskin ryhmäksi. (Donaldson ym., 2013.) Caronin ym. (2013) tutkimus tukee väitettä, sillä heidän tutkimuksensa mukaan pelaajan luonteen aggressiivisuuden ja tappeluerkkyyden voidaan pitää aivotärähdysriskiä suurentaviksi tekijöiksi.

3.6 Data-analytiikan mahdollisuudet ja tulevaisuus urheilussa

Urheiluanalytiikan edistyksistä huolimatta data-analytiikassa on uusia mahdollisuuksia sekä kehityskohteita, joita esitellään tässä luvussa. Jääkiekossa datan keräämisessä on lajin erikoisuuden takia haasteita, sillä laboratorionomaista ympäristöä on haastavaa luoda. Esimerkiksi tekojää tai luistelumatto ei kuvaa todellista ympäristöä oikeanlaisesti. Keinotekoisessa ympäristössä tehdyt datankeräystutkimukset ovat rajoittuneita, minkä takia datan paikkansapitävyys on epävarmaa. (Evans, 2022.) Lajille on ominaista nopealiikkeiset ja arvaamattomat suunnan muutokset liikkeissä, sekä fyysiset konfliktit, jotka voivat heikentää tarkkuutta paikannuksessa ja seurannassa jäällä (Liu ym., 2023).

Tulevaisuudessa tulisi keskittyä lajiominaisuuksien luomien haasteiden ratkaisemiseen data-analytiikassa. Älykiekon haasteena on elektroniikan osalta kylmät lämpötila-asteet sekä korkeat, jopa yli 150 km/h yltävät laukaukset (Gulitti, 2019). Epäsäännöllisten ja nopealiikkeisten liikkeiden parempaa mittaamista suuremmalla tarkkuudella tulisi parantaa kehittämällä eri mittausmenetelmiä sekä niiden teknologiaa. (Liu ym., 2023).

Urheiluorganisaatiot tarvitsevat yksityiskohtaista suoritusdataa, mikä edistää teknologian kehitystä ja uuden, parannetun sekä erilaisen puettavan teknologian käyttöä (Jolly & Socolow, 2017). Kehityskohteena tulevaisuudessa on puettavien sensoreiden tarkkuuden ja luotettavuuden parantaminen kuitenkin häiritsemättä urheilijaa tai ympäristöä. Sensoreita tulisi kehittää aiempaa kevyemmiksi ja pienemmiksi, sekä niitä tulisi olla useampia. Sensorit voivat olla myös älyvaatteiden tai -kenkien muodossa, jolloin ne ovat mahdollisimman huomaamattomia ja häiritsemättömiä urheilijalle. Cohenin (2022) mukaan tulevaisuudessa voidaan odottaa NHL:ssä raajojen ja mailan seurantamahdollisuuksia. NHL työskentelee puettavan teknologian yrityksen, Catapultin kanssa kehittämällä puettavaa teknologiaa, joka kerää dataa pelaajien nopeudesta ja törmäyksissä syntyneestä voimassa, jonka tarkoituksena on puuttua lajin korkeaan pelaajavammojen määrään (Jolly & Socolow, 2017). Sensoriteknologian (sijainnin ja liikkeen seurannan) kehityksen myötä urheiluteknologian nähdään kehittyvän kohti tarkkuusurheilua (engl. precision sports), jossa koko urheiluprosessi on digitalisoitu. Tarkkuusurheilun analytiikka mahdollistaa liikkeiden ja asentojen määrällisen mittaamisen, mikä auttaa urheilijan vahvuuksien, heikkouksien ja taitojen analysoinnissa sekä harjoittelussa, että kilpailuissa. Parempien ja useampien sensoreiden avulla voidaan parantaa datan luotettavuutta myös dynaamisissa tilanteissa häiritsemättä urheilijaa tai

urheilu ympäristöä. Lisäksi luotettavuutta tulisi parantaa huonolaatuisessa kuva- ja videodatassa. Lisää tutkimusta tarvitaan parantamaan automaattisen sijainti- ja liikedatan prosessointinopeutta samalla minimoiden siitä aiheutuvia kustannuksia sekä ylläpitäen prosessointitehoa. (Liu ym., 2023.)

Seurantalaitteiden oikeanlaisen käytön varmistaminen, kuten sensoreiden oikeaoppisen sijoittamisen varmistaminen on haastavaa, sillä teknologian käyttö ei vaadi käyttäjiltään kattavaa koulutusta. Tämä voi aiheuttaa saatavan datan vääristymiä ja datan virheelliseen tulkintaan. Vaikka urheiluanalytiikan tutkimukset ovat osoittaneet kerätyn datan luotettavuutta, on huomioitava kuitenkin epätarkan datan mahdollisuus. Virheellinen data voi altistaa urheilijan loukkaantumisriskille, sillä harjoitusohjelmiin tehdään muutoksia kerätyn datan perusteella. Kehittynyt data-analytiikka urheilussa ei siksi poista terveydenhuollon ammattilaisten tarvetta hyvinvoinnin arvioinnissa, ja terveydenhuollon ammattilaisten tulee olla tietoisia sekä kerätyn datan mahdollisuuksista että rajoituksista. (Sikka ym., 2019.)

Teknologian kehittyessä myös lainsäädäntöön muodostuu uusia huomioitavia seikkoja. Lainsäädäntö ei ehdi kehittyä samassa tahdissa teknologian kanssa. Erityisesti biometrisen datan kerääminen pelaajista luo paljon pohdittavaa ja ratkaistavaa pelaajien yksityisyydestä, yleisestä tietoturvasta sekä eettisyydestä. Keskeisimpiä kysymyksiä ovat kerätyn datan omistajuus, datan käyttötarkoitusten määrittelemine ja millä kolmansilla osapuolilla on pääsy kerättyyn dataan. (Jolly & Socolow, 2017.)

Tulevaisuuden kehityssuunnat urheiluanalytiikassa keskittyvät kehonosien sensoreiden luoman laajan datamäärän prosessointiin, pilvipalveluihin ja massadata-analyysiin, joilla voidaan varmistaa datan luotettavuus, jolloin kerätty data tulee olemaan tehokkaampaa. Urheiludatan siirtäminen, analysointi ja jakaminen tutkijoiden ja valmentajien välillä tehostuu pilvipalveluiden avulla, jolloin voidaan laatia tieteellisempiä ja tehokkaampia harjoittelusuunnitelmia. Urheiluanalytiikan tutkimuksen tulisi keskittyä tulevaisuudessa syväoppimisen yleishyödylliseen käyttöön eri urheilulajien välillä, kuten samankaltaisten liikekuvioiden löytämiseen eri urheilulajien välillä. Syväoppimisen analyysijärjestelmät edellyttävät kuitenkin paljon dataa, jotta tarkkuus ja luotettavuus on tarpeeksi luotettavalla tasolla. Dataa saadaan paljon eri urheilulajeista, joten mahdollisuutena nähdään eri lajeista saatavan datan hyödyntäminen myös muihin urheilulajeihin. (Liu ym., 2023.)

Kehittyneestä urheiluanalytiikasta huolimatta Jollyn ja Socolowin (2017) mukaan NHL on jäljessä data-analytiikan käytössä kolmesta muusta ammattiliigasta, pesäpallon Major League Baseballista (MLB), koripallon National Basketball Associationista (NBA) ja amerikkalaisen jalkapallon National Football Leaguesta (NFL). NHL voisi hyödyntää muista ammattiliigoista saatavaa dataa jääkiekossa. Yhteistyö muiden ammattiliigojen kanssa voisi tarjota uusia mahdollisuuksia data-analytiikan kehittämiseksi jääkiekossa, soveltamalla muiden ammattiliigojen edistyneempiä urheiluanalytiikkakäytäntöjä jääkiekossa. Kontakti- ja joukkuelajeina amerikkalaisesta jalkapallosta ja jääkiekosta voi löytää yhtäläisyyksiä ja täten hyödyntää molemmista lajeista saatavaa dataa ja käytäntöjä. (Jolly & Socolow, 2017.)

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Data-analytiikka on muuttanut toimintatapoja monella toimialalla. Urheiluanalytiikan kehittyminen jääkiekossa yksinkertaisista tilastoista syvälliseen ja reaaliaikaiseen analyysiin kuvaa data-analytiikan vaikutusta myös urheiluorganisaatioiden toimintaan, kun teknologiaa hyödynnetään laaja-alaisesti kilpailuedun saavuttamiseksi. Ensimmäinen tutkimuskysymys käsittelee mitä urheiluanalytiikka on. Urheiluanalytiikassa kerätään urheilusta ja urheilijoista dataa eri menetelmin. Data-analytiikan avulla saadaan objektiivista informaatiota datasta valmentajille ja jääkiekkoilijoille päätöksenteon tueksi. Jääkiekon kaltaisessa kilpailullisessa ympäristössä data-analytiikan tarjoamat mahdollisuudet voivat olla ratkaisevia voiton ja tappion välillä, mikä osoittaa urheiluanalytiikan merkityksen huippu-urheilussa. Modernissa urheiluanalytiikassa on merkittävää datan analysointi reaaliajassa, kun aiemmin analysointi on tapahtunut jälkikäteen videoiden ja kuvien manuaalisen analysoinnin pohjalta.

Toinen tutkimuskysymys käsittelee urheiluanalytiikan hyödyntämistä suorituskyvyn parantamiseen. Toisen tutkimuskysymyksen alakysymyksenä on mitä dataa jääkiekkoilijoista kerätään. Jääkiekkoilijoista kerätään biometristä dataa sekä liike- ja sijaintidataa eri menetelmien avulla. Eri datalajeista saatavia tietoja yhdistelemällä saadaan objektiivinen kokonaiskuva jääkiekkoilijan ja joukkueen suorituksesta. Urheiluanalytiikka tarjoaa arvokasta dataa valmentajille. Datan pohjalta voidaan tunnistaa joukkueen ja jääkiekkoilijan vahvuudet sekä heikkoudet. Näiden pohjalta voidaan kehittää harjoitusohjelmia ja tehokkaampia pelistrategioita. Reaaliaikainen data-analytiikka mahdollistaa jo pelin aikana tehtävät päätökset, mikä on muuttanut valmentajien ja jääkiekkoilijoiden tapaa pelata. Kyky seurata ja analysoida pelaajien ja kiekon liikkeitä reaaliajassa on avannut uusia mahdollisuuksia pelin ymmärtämiseen, nopeammin reagoivien strategisten päätösten tekemiseen ja pelaajien suorituskyvyn parantamiseen.

Dataa hyödyntämällä voidaan arvioida joukkueen tai urheilijan kehitystä objektiivisten mittareiden avulla, mikä mahdollistaa dataan pohjautuvan päätöksenteon sekä tuen pelaajien kehityksen seurantaan. Taulukon 2 viitekehys havainnollistaa miten eri datalajeilla voidaan pyrkiä ratkaisemaan eri jääkiekkoilijan tai joukkueen suorituskykyyn liittyviä ongelmia.

Taulukko 2 Viitekehys data-analytiikan hyödyntämisestä

Ongelma	Data	Data-analytiikan ongelmanratkaisu
Tehottomat pelistrategiat	Sijaintidata	Pelaajien ja kiekon sijainnin perusteella joukkueen kokoonpanojen ja strategioiden kehittäminen
Heikko suoritus	Liikedata	Nopeuden, ketteryyden ja kiihtyvyyden arviointi ja kehityskohteiden löytäminen
Pelitaktiikat	Videodata	Visuaalinen analysointi pelin jälkeen pelitaktiikoiden kehittämiseen
Suorituksen arviointi	Pelitilastot	Pelikohtaisten tilastojen analysointi pelaajan ja joukkueen suorituskyvyn mittaamisessa
Kunto ja terveys	Biometrinen data	Fysiologisen datan avulla pelaajien kunnan seuraaminen

Toisen tutkimuskysymyksen toisena alakysymyksenä on loukkaantumisten ennaltaehkäisy. Urheiluanalytiikan hyödyt ulottuvat suorituskyvyn parantamista pidemmälle, sillä data-analytiikalla on mahdollisuus myös loukkaantumisten ennaltaehkäisyn tukena jääkiekossa. Biometrisen datan ja fyysisen kuormituksen analysointi auttaa ehkäisemään loukkaantumista sekä edistämään urheilijoiden terveyttä. Dataa hyödyntämällä voidaan ennaltaehkäistä yllärituksesta aiheutuvia loukkaantumisia seuraamalla esimerkiksi pelin aikana pelaajien peliaikaa ja räsitusta jäällä reaaliajassa. Loukkaantumisia voidaan ennaltaehkäistä dataa hyödyntämällä myös seuraamalla pelaajan fyysistä kuntoa ja kehittämällä sitä datan pohjalta suunniteltujen harjoitusohjelmien avulla.

Ennaltaehkäisyjärjestelmän integrointi nykyisiin käytössä oleviin reaaliaikaisiin seurantajärjestelmiin mahdollistaisi suorituksen seuraamisen lisäksi tehokkaamman loukkaantumisten ennaltaehkäisyn. Järjestelmän avulla olisi mahdollista seurata reaaliaikaisten tietojen avulla tilanteita, jotka tutkimusten perusteella johtavat loukkaantumisten suurempaan todennäköisyyteen. Loukkaantumisia ennaltaehkäisemällä turvataan urheilijoiden terveys ja voidaan pidentää pelaajan uraa välttämällä mahdolliset uran lopettavat loukkaantumiset. Reaaliaikaisten urheiluanalytiikkajärjestelmien avulla voidaan seurata ja vähentää loukkaantumisriskejä, muttei niitä kontaktilajin ominaisuuksien takia voida kuitenkaan kokonaan poistaa. Reaaliaikaisen datan avulla pelaajien ja kiekon sijainneista voidaan tunnistaa tilanteita, joissa loukkaantumisriski on suurempi, kuten nopeassa vauhdissa tapahtuvat törmäystilanteet tai pelaajan näkökulman ulkopuolelta tulevat taklaukset.

Lisäksi videodataa voidaan hyödyntää vaarallisten pelitilanteiden ja törmäysten välittömään tarkasteluun. Puettavat anturit kypärissä tai muissa varusteissa voivat mitata voimaa ja suuntaa, joista saatavalla tiedolla voidaan tunnistaa tietyn kynnsarvon ylitys esimerkiksi törmäysvoimassa. Esimerkiksi törmäysvoiman mittaaman datan integrointi jo käytössä oleviin jääkiekon urheiluanalytiikkajärjestelmiin voisi reaaliaikaisten tietojen pohjalta tarjota mahdollisuuksia ennaltaehkäisemään ja tunnistamaan loukkaantumisia aiempaa nopeammin. Urheiluanalytiikkajärjestelmä ilmoittaisi esimerkiksi törmäysvoiman datan pohjalta välittömästi lääkintähenkilökunnalle ja valmentajille, mikäli anturit havaitsisivat tietyn kynnsarvon ylittävän iskun voiman, tai jos pelaaja on toistuvasti osallisena riskitilanteissa pelin aikana. Pelaajakohtaista seuranta varten esimerkiksi Donaldsonin ym. (2013) määrittelemien riskitekijöiden perusteella voisi luoda pelaajaprofiilit, jonka pohjalta järjestelmä voisi arvioida mitkä pelaajat ovat suuremmassa vaarassa loukkaantumiselle. Kun pelaajien tyypillisimmät loukkaantumiset ja niiden aiheuttavat tekijät ovat tiedossa, voidaan loukkaantumisia ennaltaehkäistä niitä tarkemmin seuraamalla.

Teknologisten edistysaskeleiden myötä tulee kuitenkin uusia haasteita ja vastuita. Datan oikeellisuuden varmistaminen, pelaajien yksityisyydensuoja ja biometrinen tietojen eettinen käyttö ovat urheiluanalytiikan huolenaiheita. Urheiluorganisaatiot edellyttävät teknologian jatkuvaa innovointia ja kehittämistä, jotta kilpailuetua voidaan pyrkiä saavuttamaan.

Tämä tutkielma tarjoaa arvokasta näkemystä jääkiekon ja urheilualan sidosryhmille urheiluanalytiikan hyödyntämisestä jääkiekkoilijan suorituskyvyn ja turvallisuuden parantamiseen. Urheiluanalytiikka on lisännyt urheiluorganisaatioiden mahdollisuuksia joukkueiden suorituskyvyn tehostamiseen ja kehittämiseen, sekä loukkaantumisten ennaltaehkäisyyn. Urheiluanalytiikka on muuttanut pelien strategioita ja analysoimista, mikä osoittaa data-analytiikan välttämättömyyden nykypäivän urheilussa. Urheiluanalytiikka on keskeistä urheiluorganisaatioiden menestykselle ja joukkueiden suorituskyvylle. Data-analytiikan käyttö urheilussa ei ole enää vain etu, vaan välttämätön osa modernia urheilua ja joukkueen johtamista.

Lähteet

- Alghamdi, N. A., & Al-Baity, H. H. (2022). Augmented Analytics Driven by AI: A Digital Transformation beyond Business Intelligence. *Sensors*, 22(20), 8071. <https://doi.org/10.3390/s22208071>
- Bitwise. (2020). Bitwise. <https://bitwise.fi/referenssit/wisehockey/>, haettu 27.9.2023.
- Caron, J. G., Bloom, G. A., Johnston, K. M., & Sabiston, C. M. (2013). Effects of Multiple Concussions on Retired National Hockey League Players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(2), 168–179. <https://doi.org/10.1123/jsep.35.2.168>
- Cohen, A. (2022). How NHL's sensor-embedded puck allows for better broadcast statistics and graphics, new types of wagers, more. *Sports Business Journal*. <https://www.sportsbusinessjournal.com/Daily/Issues/2022/10/28/Technology/nhl-smt-puck-upgraded-sensors-leds-player-tracking-statistics.aspx>, haettu 27.9.2023.
- Cotsonika, N. J. (2019a). *Puck and Player Tracking system to enter next phase at All-Star Weekend | NHL.com*. <https://www.nhl.com/news/puck-and-player-tracking-system-enters-next-phase-304203086>, haettu 29.9.2023.
- Cotsonika, N. J. (2019b). *Puck and Player Tracking technology intriguing to NHL coaches*. <https://www.nhl.com/news/puck-and-player-tracking-intrigues-nhl-coaches-304225886>, haettu 27.9.2023.
- Dachman, J. (2019). *An Inside Look at the NHL's Upcoming Puck and Player Tracking*. <https://www.sportsvideo.org/2019/11/13/nhl-is-phasing-in-puck-and-player-tracking/>, haettu 27.9.2023.

- Donaldson, L., Asbridge, M., & Cusimano, M. D. (2013). Bodychecking Rules and Concussion in Elite Hockey. *PLoS ONE*, *8*(7), e69122.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069122>
- Donaldson, L., Li, B., & Cusimano, M. D. (2014). Economic burden of time lost due to injury in NHL hockey players: Table 1. *Injury Prevention*, *20*(5), 347–349.
<https://doi.org/10.1136/injuryprev-2013-041016>
- Evans, S. A. (2022). The Biomechanics of Ice Hockey: Health and Performance Using Wearable Technology. *Journal of Men's Health*, *18*(9), 193.
<https://doi.org/10.31083/j.jomh1809193>
- Flik, K., Lyman, S., & Marx, R. G. (2005). American Collegiate Men's Ice Hockey: An Analysis of Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, *33*(2), 183–189.
<https://doi.org/10.1177/0363546504267349>
- Gulitti, T. (2019). *NHL plans to deploy Puck and Player Tracking technology next season / NHL.com*. <https://www.nhl.com/news/nhl-plans-to-deploy-puck-and-player-tracking-technology-in-2019-2020-304218820>, haettu 29.9.2023.
- Hisham, T., Vincent, T., Foster, G., Hu, C., Huerta, J., Kumar, A., Malazarte, M., Saldana, D., & Simpson, S. (2016). *Preventing in-game injuries for NBA players*. MIT Sports Analytics Conference, Boston, MA.
- Hutchison, M. G., Comper, P., Meeuwisse, W. H., & Echemendia, R. J. (2014). An observational method to code concussions in the National Hockey League (NHL): The heads-up checklist. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(2), 125–129. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092059>
- Hutchison, M. G., Comper, P., Meeuwisse, W. H., & Echemendia, R. J. (2015). A systematic video analysis of National Hockey League (NHL) concussions, part

II: How concussions occur in the NHL. *British Journal of Sports Medicine*, 49(8), 552–555. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092235>

Jolly, I., & Socolow, B. R. (2017). Game-changing wearable devices that collect athlete data raise data ownership issues. *A Cecile Park Media Publication*.

Kontos, A. P., Elbin, R. J., Sufrinko, A., Dakan, S., Bookwalter, K., Price, A., Meehan, W. P., & Collins, M. W. (2016). Incidence of Concussion in Youth Ice Hockey Players. *Pediatrics*, 137(2), e20151633. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-1633>

Liu, J., Huang, G., Hyypä, J., Li, J., Gong, X., & Jiang, X. (2023). A survey on location and motion tracking technologies, methodologies and applications in precision sports. *Expert Systems with Applications*, 229, 120492. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120492>

Morgulev, E., Azar, O. H., & Lidor, R. (2018). Sports analytics and the big-data era. *International Journal of Data Science and Analytics*, 5(4), 213–222. <https://doi.org/10.1007/s41060-017-0093-7>

Nandakumar, N., & Jensen, S. T. (2019). Historical Perspectives and Current Directions in Hockey Analytics. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 6(1), 19–36. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-030718-105202>

Russom, P. (2011). *Big Data Analytics*.

Sikka, R. S., Baer, M., Raja, A., Stuart, M., & Tompkins, M. (2019). Analytics in Sports Medicine: Implications and Responsibilities That Accompany the Era of Big Data. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 101(3), 276–283. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01601>

Simpson, N. S., Gibbs, E. L., & Matheson, G. O. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: Implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian*

Journal of Medicine & Science in Sports, 27(3), 266–274.

<https://doi.org/10.1111/sms.12703>

Staunton, C., Gordon, B., Custovic, E., Stanger, J., & Kingsley, M. (2017). Sleep patterns and match performance in elite Australian basketball athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), 786–789.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.11.016>

Tsai, C.-W., Lai, C.-F., Chao, H.-C., & Vasilakos, A. V. (2015). Big data analytics: A survey. *Journal of Big Data*, 2(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40537-015-0030-3>

Williamson, R. A., & Emery, C. A. (2023). Concussion in Canadian Youth Ice Hockey: What Is Needed to Decrease the Burden? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 33(6), 571–572. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000001147>

Wisehockey. (2023). Real-Time Sports Analytics Platform. *Wisehockey*.

Wisehockey. (2020). *Wisehockey Tampere Cup 2020 – Miten valjastaa teknologia fanien viihdyttämiseksi*. Bitwise.

<https://bitwise.fi/ajankohtaista/2020/wisehockey-tampere-cup-2020-miten-valjastaa-teknologia-fanien-viihdyttamiseksi/>, haettu 27.9.2023.

Wisehockey Oy. (2022). *Real-time big data provides competitive advantage to the KHL – Coach legend Bob Hartley: “Wisehockey helps us in our daily work”*.

Lehdistötiedote. <https://www.epressi.com/tiedotteet/ohjelmistoteollisuus/real-time-big-data-provides-competitive-advantage-to-the-khl-coach-legend-bob-hartley-wisehockey-helps-us-in-our-daily-work.html>, haettu 30.11.2023.

Wisesport. (ei pvm.). Features. <https://wisesport.com/features>, haettu 13.11.2023.