

# **DIGITAALISET APU- JA ANALYSOINTIVÄLINEET YLEISURHEILUSSA**

LAB-AMMATTIKORKEAKOULU  
Insinööri (ylempi AMK)  
Digitaaliset ratkaisut  
Kevät 2021  
Mia Järvinen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Järvinen, Mia	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK Sivumäärä 86	Valmistumisaika Kevät 2021
Työn nimi <b>Digitaaliset apu- ja analysointivälineet yleisurheilussa</b>		
Tutkinto Digitaaliset ratkaisut, Insinööri (ylempi AMK)		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia digitaalisia apu- ja analysointivälineitä käytetään suomalaisessa yleisurheiluvalmennuksessa, millaista teknologiaa on saatavilla sekä minkälaista teknologiaa käytetään suoritusten mittaamisessa yleisurheilukilpailuissa. Samalla selvitettiin hieman yleisurheilukilpailuissa käytettyjen ajanotto- ja maalikameralaitteistojen sekä sääntöjen historiaa. Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta, dokumenttianalyysiä ja teemahaastattelua.</p> <p>Tämän lisäksi analyysityökaluja lähestyttiin empiirisellä tutkimusotteella ja kokeiltiin miten Excelin, RStudio:n ja PowerBI:n avulla pienten visuaalisten analyysien teko onnistuu. Haastateltavina oli kuusi eri lajien eri valmennuskokemuksen omaavaa yleisurheiluvalmentajaa, joiden nykyiset tai entiset valmennettavat ovat SM-tasolta aina moninkertaiseen arvokisamitalistiin. Haastattelun avulla pyrittiin selvittämään muun muassa heidän digitaalisten apu- ja analysointivälineiden käyttöään ja suhtautumistaan niihin sekä miten valmennus on muuttunut vuosien saatossa niiden myötä.</p> <p>Tutkimuksen havaintojen perusteella suomalaisten yleisurheiluvalmentajien todettiin olevan korkeasti koulutettuja, motivoituneita ja työlleen omistautuneita. Heidän todettiin käyttävän vaihtelevasti digitaalisia apu- ja analysointivälineitä valmennuksen apuna riippuen valmennettavan lajin luonteesta. Suhtautumien näihin teknologioihin oli positiivista, niistä todettiin olevan paljon apua valmennuksessa, joskin kriittisyyttä peräänkuulutettiin uusia teknologioita harkittaessa tai niitä käyttöön otettaessa.</p> <p>Suomessa yleisurheilukilpailuissa käytettävä digitaalinen teknologia näyttää olevan korkeaa kansainvälistä tasoa. World Athletics (entinen IAAF) määrittelee tarkoin, miten mitataan ja millaisia teknologioita voidaan käyttää mittaamisessa. Tämä selittää osaltaan digitaalisten apuvälineiden hitaan tulon kentätulosten suoritusten mittaamiseen.</p>		
Asiasanat urheiluanalytiikka, urheiluteknologia, yleisurheilu, yleisurheiluvalmennus		

## Abstract

Author(s) Järvinen, Mia	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2021
	Number of pages 86	
Title of publication <b>Digital Aids and Analysis Tools in Track and Field</b>		
Name of Degree Master of Engineering, Digital Solutions		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to find out, what kind of digital aids and analysis tools are used in Finnish track and field coaching; what kind of technology is available and what kind of technology is used to measure performance in track and field competitions. Additionally, both the history of the timing devices and photo-finish cameras and the history of rules used in track and field competitions was studied. The research methods used were literature review, documentary analysis and thematic interview. In addition to this, the analysis tools were approached with an empirical research approach. Small visual analyzes was tested with the help of MS Excel, RStudio and PowerBI.</p> <p>The interviewees were six track and field coaches with different coaching experiences in different sports. The aim of the interviews was to find out their use of and attitudes towards digital tools and analysis tools. Also, how the coaching has changed over the years was studied.</p> <p>Based on the findings of the research, Finnish track and field coaches were found to be highly educated, motivated, and dedicated to their work. They were found to use variety digital aids and analysis tools as training aids depending on the nature of the species being trained. Attitudes towards these technologies were positive, they were found to be of great help in coaching, although criticism was called for when considering or introducing new technologies.</p> <p>The digital technology used in track and field competitions in Finland seems to be of a high international standard. World Athletics (formerly IAAF) defines exactly how to measure and what technologies can be used to measure. This explains the slow input of digital aids for measuring field performances.</p>		
Keywords sports analytics, sports technology, track and field, track and field coaching		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
1.1	Työn rajausta ja tutkimuskysymykset.....	2
1.2	Tutkimusmenetelmät .....	2
2	TEKNOLOGIAN KÄYTTÖÖNOTTO.....	3
2.1	Teknologian hyväksyntämalleja ja teorioita .....	3
2.2	Digitalisaatio suomalaisessa huippu-urheilussa .....	6
3	TEKNOLOGIA APUNA URHEILUSSA.....	9
3.1	Taustaa .....	9
3.2	Puettava teknologia .....	10
3.2.1	Sykemittarit ja rannekkeet.....	11
3.2.2	Älyvaatteet.....	11
3.2.3	Älykengät ja -pohjalliset .....	13
3.3	Muu teknologia .....	14
3.3.1	Voimalevyt, kontakti- ja optiset matot.....	14
3.3.2	Voima- ja liikeanturit .....	15
3.3.3	Sähköinen harjoituspäiväkirja .....	16
3.3.4	Videoanalyysi .....	16
3.3.5	Mobiilisovellukset.....	20
3.4	Teknologian hyödyntäminen yleisurheilukilpailuissa .....	20
3.5	Yleisurheiluteknologian ja sääntöjen historiaa.....	29
4	TESTIT VALMENNUKSEN APUNA.....	36
4.1	Yleisimpiä yleisurheilussa käytettyjä testejä.....	36
4.2	Ominaisuustaulukot valmennuksen apuna.....	40
5	URHEILUANALYTIikka .....	42
5.1	Yleistä.....	42
5.2	Urheiluanalytiikka yksilö- ja joukkuelajeissa .....	44
5.3	Datan kerääminen .....	46
6	TESTIDATAN ANALYSOINTI .....	50
6.1	Suosittuja analysointityökaluja .....	50
6.2	Excel.....	50
6.3	RStudio.....	52
6.4	PowerBI .....	53
6.5	Tutkimusdatan kerääminen ja käsittely .....	54

6.6	Naisten seitsenottelu .....	55
7	HAASTATTELU JA SISÄLLÖNANALYYSI .....	57
7.1	Haastattelu laadullisena tutkimusmenetelmänä .....	57
7.2	Haastateltavien valinta ja toteutus .....	58
7.3	Haastattelun tulokset .....	58
7.4	Tutkijan tausta .....	69
8	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	71
	LÄHTEET .....	75
	LIITTEET .....	87

## 1 JOHDANTO

Kilpaurheilulla on pitkät perinteet. Tietävästi jo antiikin Kreikassa urheiltiin ja useiden antiikin lähteiden mukaan ensimmäiset olympialaiset järjestettiin jo 776 eKr. Todisteita kilpailuista on löydetty maalauksista ja veistoksista kuningas Minoksen palatsissa Knossoksella. Homeroksen kirjoituksissa ensimmäinen maininta kilpailuista löytyy jo noin 580 eKr. Hän kertoo Akilleen järjestäneen kilpailut ystävänsä kunniaksi. Antiikin Kreikassa kilpaurheilua harrastivat vain eliittiin kuuluvat. Säännöt sisälsivät moraalisia arvoja, kuten rehtiys, kunnia ja jalous, mutta pikkuhiljaa kilpailuihin tuli osaksi julkisuuden ja palkkioiden myötä vilppi ja voitto mihin hintaan hyvänsä -asenne. (Blom & Lindroth 1995; Koski ym. 2004.)

Nykyäänkin maailma arvostaa suuresti kilpailemista ja kilpailun voittajia. Voittajat ja häviäjät noteerataan ja onkin vaikeaa löytää sellaista elämänalaa, johon kilpailu ei kuuluisi jossain muodossa. Menestystä kansainvälisissä arvokisoissa tulkitaan jopa koko yhteiskuntajärjestelmän kehittyneisyyden mittapuuna (Heinilä 2020). Ei siis ihme, että kilpaurheiluun satsataan ja siihen kehitetään jatkuvasti uusia teknologioita, joiden avulla pyritään voittoon. Kunnian, palkintorahojen tai jonkin muun edun toivossa toiset turvautuvat edelleen kiellettyihin menetelmiin tai aineisiin, kuten antiikin Kreikassakin.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään muutamiin sallittuihin menetelmiin ja välineisiin, joilla pyritään vaikuttamaan urheilijan menestymiseen, lähinnä digitaalisiin apu- ja analysointivälineisiin yleisurheilulvalmennuksen apuna sekä käydään läpi, minkälaista digitaalista teknologiaa yleisurheilukilpailuissa nykyään käytetään ja vähän niiden historiaa. Lisäksi tutustutaan seuraaviin datan analysointiohjelmiin: Excel, RStudio ja PowerBI. Lopuksi selvitetään haastattelujen avulla, miten yleisurheilulvalmentajat käyttävät digitaalisia apuvälineitä, miten he suhtautuvat kyseiseen teknologiaan sekä miten valmennus on muuttunut niiden myötä vuosien saatossa. Mikään huipputeknologiahan, oli se sitten kuinka edistyksestä tai kallista tahansa ei takaa urheilijan menestystä, vaan sen takana on edelleen suurimmaksi osaksi urheilijan lahjakkuus, ominaisuudet, motivaatio ja määrätietoinen kova työ laadukasta valmennusta unohtamatta, mutta siitä on varmasti apua tavoitteiden saavuttamisessa, jos sitä osataan hyödyntää oikein.

## 1.1 Työn rajaus ja tutkimuskysymykset

Tämä opinnäytetyö on rajattu koskemaan yleisurheilun digitaalisia välineitä sekä yleisurheilualvalmennusta valmentajan näkökulmasta Suomessa. Valmennettavan näkökulmaa ei käsitellä. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Millaista digitaalista teknologiaa yleisurheilukilpailuissa on käytössä urheilusuoritusten mittaamisessa?
- Millaisia digitaalisia apu- ja analysointivälineitä suomalaisessa yleisurheilualvalmennuksessa käytetään?
- Miten valmentajat suhtautuvat digitaalisiin apu- ja analysointivälineisiin ja miten valmennus on muuttunut vuosien saatossa niiden myötä?

## 1.2 Tutkimusmenetelmät

Tässä opinnäytetyössä tutkimusmenetelminä käytettiin teemahaastattelua, kirjallisuuskatsausta ja dokumenttianalyysiä. Lisäksi analyysityökaluja lähestyttiin empiirisellä tutkimusotteella.

Teemahaastattelut ovat suosittuja tutkimusmenetelmiä laadullisen, eli kvalitatiivisen aineiston keräämisessä. Tutkija perehtyy ensin tutkimusaihettaan koskevaan kirjallisuuteen, valitsee oman näkökulmansa ja kysymyksensä ja päättää sitten, mitkä ovat tutkimuksen kannalta keskeiset teemat. Haastattelutyytit jaotellaan karkeasti niiden strukturointiasteen perusteella. Teemahaastattelu sijoittuu täysin strukturoidun ja strukturoimattoman haastattelun välimaastoon. Teemahaastattelutilanne on vapaamuotoinen kahden ihmisen välinen keskustelu, jossa haastattelija voi jättää joitakin kysymyksiä pois tai keksiä uusia kysymyksiä haastattelun edetessä (Eskola & Suoranta 1998; Hirsijärvi & Hurme 2000; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

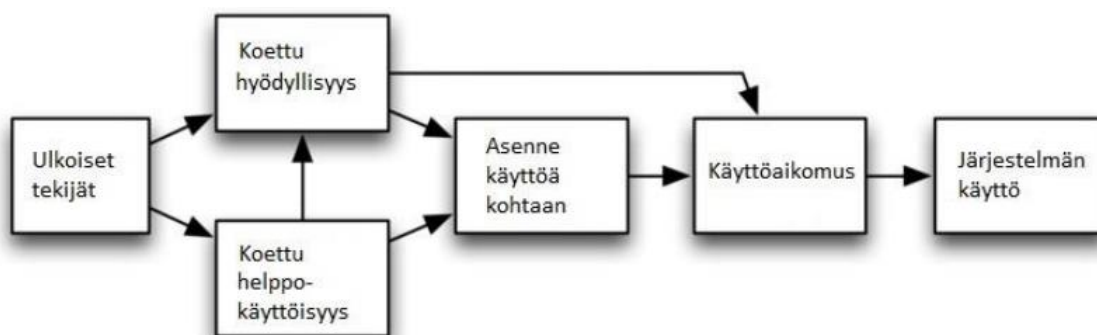
Kirjallisuuskatsauksella kartoitettiin sitä, millaista tietoa aiheesta oli jo olemassa ja saatiin parempi ymmärrys siitä. Tieto oli peräisin erilaisista lähteistä, kuten tieteellisistä artikkeleista, kirjoista ja aihetta sivuavista pro graduista. Tämä takasi sen, että tutkimuksella oli vahva tieteellinen perusta. Dokumenttianalyysillä saatiin taustatietoa ja lisänäkökulmia. Aineisto koostui haastatteluista, verkkosivuista, lehtiartikkeleista, raporteista, webinaareista ja podcasteista, joissa oli alan ammattilaisia puhujina. Näiden lisäksi tietoa saatiin olemalla yhteydessä kunkin alan ammattilaisiin.

Empiirisellä, eli kokemuspäisellä tutkimusotteella kokeiltiin käytännössä, miten dataa voidaan käsitellä Excelillä, RStudiolla ja PowerBI:llä.

## 2 TEKNOLOGIAN KÄYTTÖÖNOTTO

### 2.1 Teknologian hyväksyntämalleja ja teorioita

Teknologian käyttöönotosta on tehty monta eri tutkimusta ja teoriaa, joilla pyritään selittämään teknologian käyttöä ja sen hyväksyntää (Venkatesh ym. 2003). Tunnetuimpia ovat Fred Davisin vuonna 1989 kehittämä teknologian hyväksyntämalli TAM (Technology Acceptance Model), joka tarjoaa lähtökohdan sen selvittämiseen, miten ulkoiset tekijät vaikuttavat käyttäjän asenteisiin, uskomuksiin ja aikomuksiin teknologian käyttöä kohtaan (kuvio 1). Davisin mukaan teknologian omaksumiseen vaikuttaa teknologiasta havaittava hyöty (Perceived Usefulness) ja helppokäyttöisyys (Perceived easy-to-use), jotka yhdessä motivoivat teknologian käyttöön. (Davis 1986.) TAM-malli onkin yksi eniten käytetyistä malleista sen yksinkertaisuuden ja helposti ymmärrettävyyden takia. (King & He 2006). Sitä on käytetty pohjana useiden hyväksyntämallien ja teorioiden teossa, mutta sitä on myös kritisoitu ja joidenkin alan asiantuntijoiden mielestä TAM-mallilla ei pystytä selittämään kuin noin 40 % teknologian omaksumisesta ja omaksumisprosessissa jää useita merkittäviä tekijöitä huomiotta. Tämän lisäksi käytetään paljon UTAUT-mallia, joka on yhdistetty teoria teknologian hyväksynnästä sekä sen eri variaatioita.

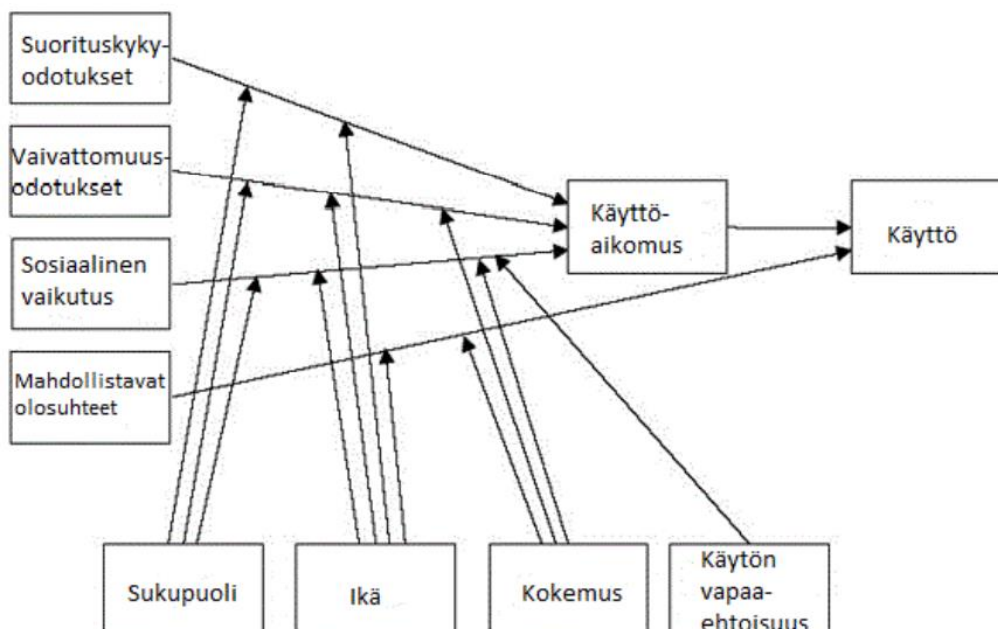


Kuvio 1. TAM-malli, eli teknologian hyväksyntämalli (mukailtu Davis 1989)

Eri malleissa on esitelty useita eri tekijöitä, jotka vaikuttavat henkilön käyttöaikomukseen, mutta tutkimusten mukaan kaksi tekijää on erityisen tärkeitä: koettu hyödyllisyys ja koettu helppokäyttöisyys. Käyttöaikomukseen vaikuttavia muita tärkeitä tekijöitä ovat esimerkiksi käyttöympäristö, sosiaaliset tekijät ja käytön mahdollistavat tekijät. Näiden tekijöiden merkitystä käyttöaikomukseen säätelevät lisäksi käyttäjän ikä, sukupuoli, kokemus ja käytön vapaaehtoisuus. (Davis ym. 1989; Venkatesh ym. 2003.)

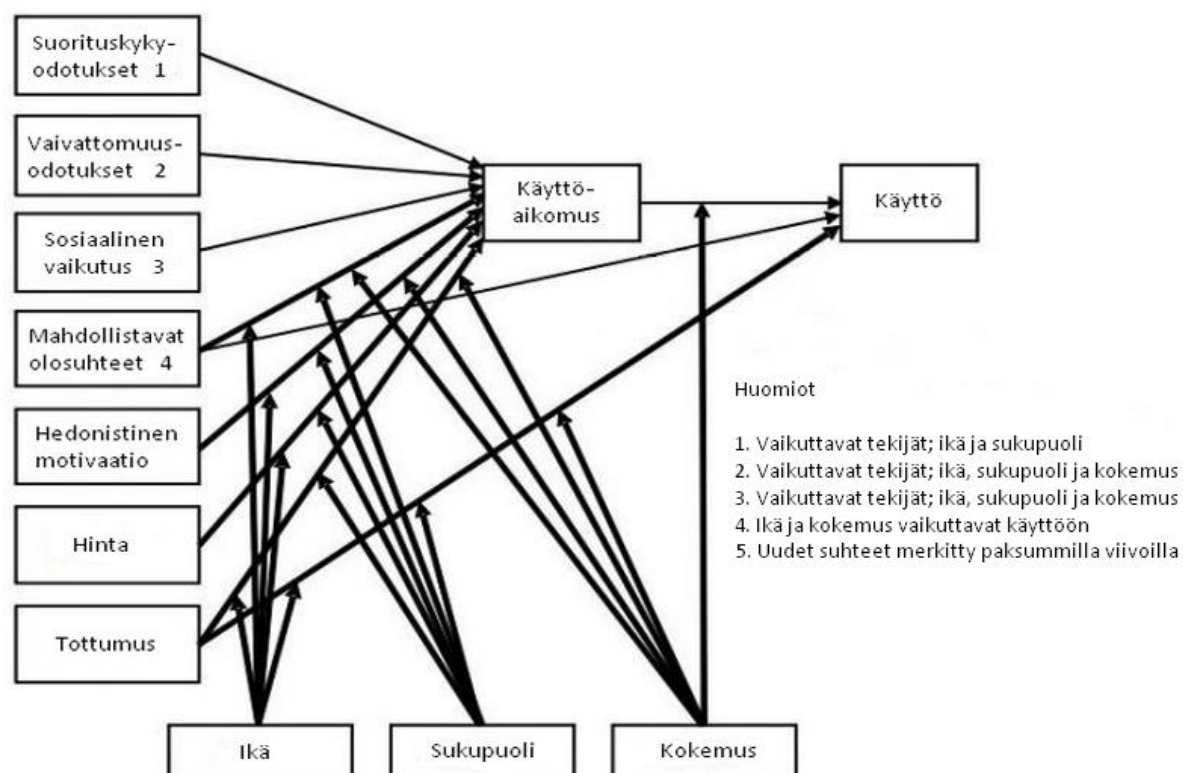


UTAUT-malli (Unifield Theory of Acceptance and Use of Technology) on kehitetty kahdeksasta merkittävästä hyväksyntämallista. Siinä hyödynnetään muun muassa TAM-mallia sekä teoriaa innovaatioiden diffuusiosta. UTAUT-mallia hyödyntämällä voidaan selittää teknologioiden käyttöönoton aikomuksista jopa 70 % ja organisaation työntekijöiden keskuudessa käytön vaihtelusta 50 %. Siinä käyttöaikomus on pääasiallinen teknologian käyttöön vaikuttava tekijä, kuten TAM-mallissakin. Kuviossa 2 on esitetty UTAUT-mallissa olevat neljä tekijää, jotka vaikuttavat merkittävästi käyttöaikomukseen ja käyttöön. Ensimmäinen tekijä on *suorituskykyodotukset* (Performance expectancy), jossa käyttäjä arvelee, kuinka paljon hän uskoo hyötyvänsä kyseessä olevasta teknologiasta. Tähän vaikuttavat käyttäjän sukupuoli ja ikä. Suorituskykyodotukset ovat käyttöaikomuksen vahvin ennustaja. Toinen tekijä on *vaivattomuusodotukset* (effort expectancy), joka on käyttäjän mielikuva kyseessä olevan teknologian käytön helppoudesta. Tähän vaikuttavat käyttäjän sukupuoli, ikä ja kokemus. Kolmas tekijä on *sosiaalinen vaikutus* (social influence). Tällä tarkoitetaan sitä, miten käyttäjä kokee hänelle tärkeiden henkilöiden suhtautuvan asiaan. Tähän vaikuttavat käyttäjän sukupuoli, ikä, käytön vapaaehtoisuus ja kokemus. Neljäntenä ja viimeisenä tekijänä on *mahdollistavat olosuhteet* (facilitating conditions). Tällä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon käyttäjä uskoo esimerkiksi organisaation ja teknisen infrastruktuurin tukevan kyseessä olevan teknologian käyttöä. Tähän vaikuttavat käyttäjän ikä ja kokemus. (Venkatesh ym. 2003; 2012.)



Kuvio 2. UTAUT-malli (mukailtu Venkatesh ym. 2003, 477)

UTAUT-mallissa on siis yhdistetty useita tekijöitä eri hyväksyntämalleista, jotta tutkijat voivat huomioida paremmin useita merkittäviä tekijöitä yhdessä. Venkateshin (2003) mukaan tämä malli soveltuu parhaiten teknologian käyttöaikomusten ennustamiseen organisaatioissa, jonka takia tästä sovellettiin vielä UTAUT 2 -malli (kuvio 3), joka soveltuu paremmin kuluttajien teknologian hyväksymisen tutkimiseen. Kuluttajien käyttöaikomuksiin vaikuttavia tekijöitä on useita. Ensiksi hedonistinen motivaatio (hedonic motivation), joka tarkoittaa teknologian käytöstä saatavaa mielihyvää, iloa tai huvia. Toiseksi hinta (price value), jos kulut tulevat yksin kuluttajan maksettavaksi, niin hinnalla on suuri vaikutus käyttöaikomukseen. Ja kolmanneksi tottumus (habit), jolla tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osa käyttöaikomuksesta perustuu aikaisemmin opittuun automaattiseen toimintaan. UTAUT 2 -mallissa käytön vapaaehtoisuus on jätetty pois, koska kuluttajilla käyttö on useimmiten vapaaehtoista. Sen sijaan hedonistinen motivaatio on lisätty, koska sen katsotaan olevan tärkeä tekijä. Siihen vaikuttavat tekijät, kuten käyttäjän viehtymys uutuuksia kohtaan sekä kokeilunhaluisuus. Näihin ominaisuuksiin puolestaan vaikuttavat käyttäjän ikä ja sukupuoli. (Venkatesh ym. 2012.)



Kuvio 3. UTAUT 2 -malli (mukailtu Venkatesh ym. 2012, 160)

Kuten aikaisemmin on mainittu, hedonismiin perustuvien teknologioiden taustalla on teknologiasta saatava ilo. Teknologian käytöstä pyritään tekemään hauska ja miellyttävä kokemus, minkä takia nautintoon perustuvat teknologiat ovat värikkäitä, visuaalisia ja elämyksellisiä. Van der Heijden osoittaa, että järjestelmästä saatava nautinto ja sen helppokäyttöisyys ovat ratkaisevia tekijöitä järjestelmää valittaessa, järjestelmästä saatavan hyödyn sijaan, kuten Davis aikaisemmin tutkimuksessaan esitteli. (Van der Heijden 2004.)

## 2.2 Digitalisaatio suomalaisessa huippu-urheilussa

Digitalisaatio on nykyään paljon esillä monilla eri aloilla, niin myös urheilussa. Mittavat hyödyt ja positiiviset tulokset ovat johtaneet siihen, että urheiluteollisuus on liikuntateknologian myötä menossa kohti digitalisoitumista (Kim & Park 2015). Sillä ei ole yksiselitteistä tai vakiintunutta määritelmää. Digitalisaatio tarkoittaa Itkosen mukaan tiedon tallentamista, siirtämistä ja käsittelyä tietokoneiden ymmärtämässä muodossa, mutta käsitteellä viitataan myös laajemmin taloudelliseen ja yhteiskunnalliseen muutosprosessiin, joka on seurausta tieto- ja viestintäteknologian kehityksestä. (Itkonen 2015.)

Suomalaisella valmennusjärjestelmällä on ollut suuri vastuu myös digitalisaation ja siitä saatavan hyödyn tuomisesta osaksi urheiluvalmennusta kouluttamalla, kehittämällä ja tuomalla uusia innovaatioita opiskelijoiden tueksi. Yksi merkittävä liikunta- ja valmennusopetusta antava oppilaitos on Jyväskylän yliopisto. Se on ollut myös edelläkävijä maailmassa biomekaniikka- ja liikeanalytiikkatutkimuksessa ja sen myötä kaikissa välineissä ja laitteissa, joita niiden tutkimiseen tarvitaan. Tämän tietotaidon ympärille rakentui Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus (KIHU).

KIHU perustettiin vuonna 1990 Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiön (LIKES) itsenäiseksi yksiköksi. Toiminta-ajatuksiksi valittiin kilpa- ja huippu-urheilun tutkimus ja sen soveltaminen käytännön valmennus- ja koulutustoimintaan. Näin KIHU on ollut tiiviisti mukana suomalaisen huippu-urheilun tutkimus ja kehitystoiminnassa jo vuodesta 1991, jolloin sen toiminta käynnistyi. Näin se on ollut omalta osaltaan myös edistämässä digitalisaatiota kehittämällä ja tutkimalla suomalaista huippu-urheilua. Vuonna 2000, toiminta siirtyi Suomen Olympiayhdistyksen, Jyväskylän yliopiston, Jyväskylän kaupungin ja LIKES-säätiön perustaman KIHU-säätiön alaisuuteen sen tehtävien ja toiminta-ajatuksen pysyessä samana. Uuden säätiön alaisuudessa KIHU pyrki tehostamaan yhteistyötään kilpaurheilun alueella toimivien tahojen kanssa rakentamalla osaamis- ja asiantuntijaverkostoa. KIHU on vastannut vuoden 2013 alusta Suomen Olympiakomitean huippu-urheiluyksikön osaamisohjelman johtamisesta ja toiminnan koordinoinnista. (KIHU 2017.)

Monet innovaatiot ovat myös KIHU:n kehittämiä kuten ilmantorjuntatykin muuttaminen keihästykyiksi, jonka avulla voidaan ampua keihäitä halutulla lähtökulmalla ja -nopeudella ja näin analysoida eri muuttujien vaikutuksia. Keihäänheittoon innovoitiin myös keihäsportti, jonka avulla voidaan tarkasti mitata keihään lähtönopeus ja -asento. Tämä oli aikanaan videoanalyysiä nopeampi mittausmenetelmä. Yksi merkittävä innovaatio on alppimaja, jonka avulla voidaan keho totuttaa korkeita paikkoja vastaaviin olosuhteisiin. Firstbeatin kuormittumiseen ja palautumiseen liittyvä teknologia on myös KIHU:sta lähtöisin kuten MART-testikin, jolla mitataan juoksijan maksimaalista anaerobista suorituskykyä. (Korhonen 2015.) KIHU julkaisee vuosittain myös useita tutkimuksia, jotka ovat osin vapaasti luettavissa. Tutkimustoiminta liittyy usein myös KIHU:n henkilökunnan toimesta ohjattaviin maisteritason opinnäytetöihin sekä väitöskirjatutkimuksiin. Tuoreen Valmentajaneeli 2020 tutkimuksen mukaan koronapandemia heikensi valmentajien toimintaedellytyksiä, mutta positiivisena asiana valmentajat pitivät digitaalisten ja uusien toimintatapojen oppimista sekä osaamisen kehittämistä verkossa. (Blomqvist 2021; KIHU 2017.)

Juha Saapunki aloitti noin viisi vuotta sitten Suomen Olympiakomitean uudessa digipäällikön virassa kehittämään urheilun digitaalisia palveluja ja miettimään millaisia urheiluyhteisön arkea helpottavia ratkaisuja voitaisiin ottaa käyttöön. Saapunki vastaa Olympiakomitean digitalisaatiostrategian toteutuksesta. Strategiassa on kaksi päälinjaa. Toinen liittyy seuratoiminnan ja lajiliittojen toiminnan tukemiseen, toinen huippu-urheilun menestykseen, johon pyritään löytämään digitalisaation kautta ratkaisuja, joilla voidaan huippu-urheilun menestyksen edellytyksiä parantaa. Olympiakomitea hyödyntää tällä hetkellä Suomi-Sport-palvelun avulla kerättyä dataa. Harjoitteluun liittyvä data on tärkeintä Saapungin mukaan. Sellaista on esimerkiksi tulostiedot ja testidata, sekä palautumiseen, ravitsemukseen ja lepoon liittyvät tiedot. Palvelun avulla valmentajan ja urheilijan vuorovaiikutusta ja yhteistyötä voidaan seurata ja tämän tiedon avulla tehdä parempia ratkaisuja ja saada parempia tuloksia jatkossa. Urheilu- ja liikuntadatan tehokkaassa hyödyntämisessä on vielä paljon opittavaa Suomessa. Samalla pitää kehittää osaamista ja ymmärrystä siitä, miten dataa voidaan analysoida ja hyödyntää oikein. Myös valmennusjohdolta ja urheilijoilta tarvitaan uudenlaista osaamista Saapungin mukaan. (Saapunki 2020.)

Olympiakomitea teki vuonna 2018 yhdessä KIHU:n kanssa esiselvityksen siitä, minkälaisia tietojärjestelmiä suomalaisessa urheilussa käytetään ja miten niitä käytetään. Haluttiin myös tietää, mikä valmennuksessa olisi tavoitekuva ja minkälaisiin järjestelmiin pitäisi päästä. Tiivistettynä esiselvityksen johtopäätökset; tyypillinen tilanne oli se, että valmentaja kokosi tietoa omaan Excelliinsä monesta eri lähteestä ja käsitteli sitä oman näkemyksensä pohjalta. Toinen havainto oli se, että Suomessa käytettiin erilaisia tietojärjestelmiä ja ratkaisuja urheilussa apuna, mutta tyypillisesti ne olivat toisistaan riippumattomia hyvin

spesifejä ratkaisuja, jotka eivät välttämättä toimineet saumattomasti yhteen. Niiden taustalla saattoi olla hyvää asiantuntemusta, mutta resursseja näiden ratkaisujen kehittämiseen saattoi olla niukasti. Kolmanneksi todettiin, että Suomessa oli melko paljon sellaisia lajeja, joihin oli vaikea löytää kansainvälisiltä markkinoilta suoraan sopivia ratkaisuja, joten asioita täytyi miettiä vähän toisesta näkökulmasta. (Saapunki 2020.) Suomen Olympiakomitea on kirjannut strategia 2024 tavoitteekseen seuraavaa; digitalisaatio muuttaa urheilyhteisön arjen helpommaksi ja kustannustehokkaammaksi, digitaalisten palveluiden laaja käyttö tuottaa laadukasta dataa ja liikunnan sekä urheilun päätöksenteko perustuu datan hyödyntämiseen. (Olympiakomitea 2020.)

Olympiakomitea pyrkii myös hyödyntämään ja edistämään digitalisaatiota. Suomen Olympiakomitea, Polar ja TietoEVERY toteuttivat 2019–2020 välisenä aikana Sitran rahoittamana pilottihankkeena huippu-urheilun tietojärjestelmän, jonka tavoitteena oli parantaa suomalaisten huippu-urheilijoiden kilpailuetua datan avulla. Dataa hyödynnettiin valmennuksen tukena. Pilotin testiryhmänä toimivat Ari Nummelan valmentamat kestävyysjuoksijat ja Antti Kuisman ja Jouni Kaitaisen valmentamat yhdistetyn urheilijat. Urheilijoista kerättiin monipuolista dataa Polarin laitteita hyödyntäen. (TietoEVERY 2020.)

Aikaisemmin suomalaisten urheilijoiden suorituskykyyn vaikuttava data on ollut eri järjestelmissä hajautettuna. Pilotin aikana kehitettiin ratkaisu, joka yhdisti huippu-urheilijoiden henkilökohtaisen tiedon keräämisen erillisistä lähteistä, datan hallinnan ja sen jakamisen, jotta dataa voitiin analysoida ja hyödyntää kokonaisvaltaisesti. Nyt urheilijat voivat kerätä suorituskykyynsä vaikuttavaa kilpailu-, harjoitus-, testi-, hyvinvointi- ja terveystietoa yhteen paikkaan ja jakaa sitä turvallisesti ja helposti valmentajille ja muille sitä tarvitseville. Tämä helpotti urheilijan kokonaistilanteen hahmottamista, kun kaikki tärkeimmät tiedot olivat nähtävissä yhden näkymän kautta ja näin pystyttiin helposti optimoimaan esimerkiksi harjoitusvoimaa ja palautumista. Nyt pyritään selvittämään muiden lajien tarpeita ja vaatimuksia. (Saapunki 2020.)

KIHU:n urheilufysiologian asiantuntijan, valmentaja Ari Nummelan mukaan uusi ratkaisu on helpottanut paljon valmentajan päivittäistä työtä ja säästänyt aikaa, kun koko valmennusryhmän keskeisiä muuttujia pystytään seuraamaan milloin tahansa mobiililaitteella. Valmennuspäätökset voi myös tehdä kätevästi ajankohtaiseen dataan perustuen, eikä useisiin erillisiin järjestelmiin kirjautumista tarvita. (TietoEVERY 2020.)

### 3 TEKNOLOGIA APUNA URHEILUSSA

#### 3.1 Taustaa

Teknologisoituneissa yhteiskunnissa teknologia on läsnä kaikkialla, myös urheilusuorituksissa, ja nykyään urheilukokemukseen liitetään erilaisia suoritusta mittaavia laitteita sekä niihin sidoksissa olevia palveluita (Moilanen ym. 2014). Urheilualan maailmanlaajuisen markkina-arvon uskotaankin kasvavan vuoteen 2022 mennessä noin 614 miljardiin dollariin sen ollessa vuonna 2018 noin 488 miljardia dollaria. Urheilumarkkinat on jaoteltu osallistavaan urheiluun ja katsojaurheiluun. Osallistaviin urheilumarkkinoihin kuuluvat kaikki kohteet, joissa voi harrastaa urheilua kuten urheilukeskukset, hiihtokeskukset, golfkentät, keilahallit ja niin edelleen. Katsojaurheilumarkkinat on jaoteltu urheilujoukkueisiin ja seuroihin sekä kilpa- ja yksilöurheilulajeihin. Katsojaurheilumarkkinoiden vuotuisen kasvuvauhdin odotetaan olevan 5,9 % ja sen uskotaan kasvavan nopeammin, kuin osallistavan urheilun. (Research and Markets 2019.)

Urheilujoukkueiden ja seurojen markkinaosuus katsojaurheilumarkkinoista vuonna 2018 oli huomattavasti suurempi (72,5 %), kuin kilpa- ja yksilöurheilulajien ja sen odotetaan kasvavan edelleen nopeimmin 6,8 % vuotuisella kasvuvauhdilla. (Research and Markets 2019.) Pelkän urheiluteknologian maailmanlaajuisen markkina-arvon katsottiin vuonna 2020 olevan 11,7 miljardia dollaria ja sen vuotuisen kasvuvauhdin, CAGR (Compound Annual Growth Rate) uskotaan olevan 16,8 % vuodesta 2021 vuoteen 2028. Tähän vaikuttaa kehittyvien tekniikoiden kuten IoT:n (Internet of Things) ja data-analytiikan käytön kasvu. (Market Analysis Report 2021) Urheilun ympärillä pyörii siis suuret rahat ja teknologian kehittymisen myötä myös uusille innovaatioille ja liiketoimintamalleille on markkinoita.

Suomessakin urheiluteknologia-ala on kasvussa, mutta sen kansantaloudellisen vaikutuksen katsotaan olevan vielä vähäinen. Alan yhteenlaskettu liikevaihto oli vuonna 2018 noin 330 miljoonaa euroa. Urheilu- ja hyvinvointiteknologian saralla Suomessa toimii vain hieman yli 40 yritystä (2020). Urheiluteknologian nähdään hyötyneen Microsoftin ja Nokian irtisanomisista, kun monet irtisanotuista alkoivat soveltaa osaamistaan urheiluteknologian saralla. (Teknologiainfo 2020.)

Huippu-urheilujoukkueiden tulot koostuvat suurelta osin medialta, katsojilta, liiketoimintakumppaneilta, sponsoreilta, TV-yhtiöiltä ja mainostajilta (Miller 2015). Teknologian avulla pyritään muun muassa saamaan hyötyä vastustajaan nähden. Sitä käytetään jo laajasti hyödyksi tarjoamalla katsojille suurempia urheiluelämyksiä, päätöksenteon tukena tuomaroinnissa, pelaajahankinnoissa, seurasiirroissa sekä apuna urheilijalle ja valmentajalle niin yksilö- kuin joukkuelajeissakin.

Vallealan ym. (2016) mukaan nykyteknologialla saadaan urheiluvalmennuksessa tarkempaa tietoa urheilijan suorituskyvystä, voidaan nopeuttaa ja tarkentaa harjoitusanalyysijä, tehostaa oppimista, selvittää vastustajan pelitaktiikkaa, analysoida tekniikkaa tarkemmin ja ennustaa loukkaantumisherkkyttä aiempaa paremmin. Se mahdollistaa myös etävalmennuksen niin, että urheilija ja valmentaja voivat fyysisesti sijaita eri maanosissa harjoituksia tehtäessä. Teknologian avulla voidaan saada myös uusia ja mielekkäämpiä tapoja harjoitella. Käyttömahdollisuuksia löytyy siis valtavasti. Moilasen (2014) mukaan Yksi suurimmista kehitysasteleista on tapahtunut anturiteknologiassa ja tiedonsiirrossa sen muuttua langattomaksi. Anturit ovat pienentyneet, ne ovat entistä kestävämpiä ja ne kuluttavat vähemmän energiaa. Valmentajan on mahdollista saada dataa reaaliaikaisesti urheilijasta ja jakaa sitä. Liikuntateknologia (sports technology) on hyvin laaja käsite, jonka ajatellaan perinteisesti käsittävän kaiken urheilussa käytettävän teknologian, mutta suppeammin katsottuna sen voi ajatella olevan informaatioteknologian laitteista, ohjelmistoista ja palveluista koostuva kokonaisuus, joiden on tarkoitus mitata, tallentaa ja analysoida tietoa liikuntasuorituksista.

### 3.2 Puettava teknologia

Puettavien teknologioiden vuoden 2020 globaalien markkina-arvon arvioitiin olevan lähes 28 miljardia dollaria ja sen vuotuisen kasvun (CAGR) uskotaan olevan 17,65 % vuoteen 2026 asti, jolloin markkina-arvo olisi noin 74 miljardia dollaria (Research and Markets 2021). Euroopan unionin komissio puolestaan arvioi puettavien teknologioiden globaalien markkina-arvon olevan jo vuonna 2021 noin 37 miljardia euroa (noin 45 miljardia dollaria) (Eskola 2020). Puettavien teknologioiden kehitykseen ja niiden myyntiin uskotaan siis vahvasti.

Suomen katsotaan olevan edelläkävijämaa erilaisten puettavien teknologioiden kehittämisessä. Tästä ovat Polar ja Suunto hyvänä esimerkkinä. Puettavat teknologiat lasketaan kuuluvaksi IoT:hen, eli esineiden internetiin. IoT:llä tarkoitetaan dataa kerääviä laitteita, jotka toimivat yhdessä internetiin yhdistettynä muodostaen ikään kuin laitteiden verkoston. Puettava teknologia on elektroniikkaa, jota voidaan käyttää kehossa joko erillisenä anturina, sensorina tai osana vaatteessa tai asusteessa käytettävää materiaalia. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset älykellot, -rannekkeet, -kengät, -pohjalliset, -sormukset ja älykankaat. Puettaville laitteille ominaista on pieni koko sekä muotoilu siten, että ne kulkevat helposti käyttäjänsä mukana niin, että kädet ovat vapaana ja käyttäjän on mahdollista liikkua vaivattomasti ilman, että laitteesta on haittaa. (Hovi 2018.)

### 3.2.1 Sykemittarit ja rannekkeet

Ensimmäinen langaton sykemittari tuli markkinoille vuonna 1982. Sen kehitti Oulun Yliopiston elektroniikan professori, Polar Electro Oy:n perustaja Seppo Säynäjäkangas. Sykemittari sisälsi rintaan kiinnitettävän lähettimen ja ranteeseen kiinnitettävän mittarin. Näin oli mahdollista saada ensimmäistä kertaa langattomasti reaaliaikaista palautetta urheillessa. Nykyään useimpia sykemittareita käytetään kuin kelloja. Ne toimivat ilman rinnalle puettavaa lähetintä, joskin sellaisen saa usein lisävarusteena. Rinnan ympärille kiinnitettävän sensorin avulla sydämen sähköistä toimintaa (EKG) mittaamalla saa sykkeestä kuitenkin tarkimman tuloksen, vaikka uusimpien valoteknologiaa käyttävien sykemittarien ranteesta saaman pulssin on todettu olevan tarkkuudeltaan varsin luotettava, ainakin osalla laitteista. Ranteeseen kiinnitettävän sykemittarin käytössä on yleensä optista tekniikkaa, joka perustuu fotopletysmografiaan (PPG), missä optinen sykesensori mittaa verisuonten koossa tapahtuvia muutoksia. Laitteen takana olevat LED-valot lähettävät kirkasta valoa ihon läpi ja valon voimakkuus havaitaan valodiodissa. Valodiodiin heijastuu vähemmän valoa verenvirtauksen voimistuessa, sydämen pumpatessa verta valtimoihin. Mittarissa on sensorit ranteen liikkeiden aiheuttamia vääristymiä varten, koska optinen sykkeenmittaus on herkkä liikkeelle. Toinen havaitsee sykettä ja toinen käden liikkeitä. (Uusiteknologia.fi 2016; Valleala ym. 2016; Polar 2021)

Polarin Vantage V2 sykemittari tekee jo paljon muutakin, kuin mittaa sykettä. Mukana on myös erilaisia hyppytestejä. Valmistajan mukaan sen avulla voi tarkkailla myös unta ja palautumista. Se mittaa palautumistasoa ortostaattisella testillä, joka perustuu sykkeeseen ja sykevälivaihteluun. Se seuraa treenaamisen ja palautumisen välistä tasapainoa yhdistämällä pitkän aikavälin palautumistiedot pitkän aikavälin treenikuormitukseen ja ilmoittaa, jos lepo on tarpeen. (Polar 2021.) Sykevälivaihtelun analysoinnilla voidaan nähdä monia kehon tapahtumia, kuten hengityksen säätely, stressireaktiot, fyysinen aktiivisuus ja liikunta sekä liikunnasta palautuminen. Sykevälivaihtelun analysointimenetelmien merkittävä kehittäjä ja kaupallistaja on Jyväskylässä perustettu KIHU:n spin-off-yritys Firstbeat Technologies Oy. Heidän lisensoimat menetelmänsä ovatkin laajalti käytössä useiden sykemittarivalmistajien rannetietokoneissa ja ohjelmistoissa, kuten Suunnolla ja Garminilla sekä Samsungin urheilusovelluksissa. (Korhonen 2015; Valleala ym. 2016.)

### 3.2.2 Älyvaatteet

Älyvaatteilla tarkoitetaan päälle puettavia, yleensä ihon myötäisiä vaatteita tai vaatteiden osia, joihin on integroitu elektrodeja tai antureja, joilla voidaan mitata ihon pinnalta erilaisia fysiologisia ominaisuuksia kuten lihasaktiivisuutta, laktaattia, sykettä, lämpötilaa,



hengitystaajuutta tai jotain muuta biometristä tietoa tai esimerkiksi kehoon kohdistuvia iskuja ja tärinöitä. Älypuhelin tai erillinen tallennin tallentaa datan automaattisesti pilvipalveluun. (Valleala ym. 2016.)

Suomalainen Myontec toi ensimmäisenä maailmassa älyshortsit markkinoille vuonna 2013. Myontecin innovaatio oli merkittävä, sillä aikaisemmin lihaskuormitusta ja lihasten toimintaa ei olla pystytty mittaamaan kenttäolosuhteissa vaan ainoastaan laboratoriossa. Asulla voidaan valmistajan mukaan mitata lihasryhmien välisiä kuormituseroja ja tasapainoa, huomata piileviä hermolihaskäytön pulmia, arvioida lihastoiminnan yhteyttä suoritustekniikkaan ja taloudellisuuteen sekä seurata ja varmentaa urheilijan kuntoutukseen liittyviä lihasharjoitteita. (Luotola 2018; Myontec 2020)

EMG eli elektromyografia on vuosikymmeniä vanha lääketieteessä kehitetty tekniikka, jolla mitataan lihasten sähköistä toimintaa. Terveystieteissä se hoidetaan raskaiden mittauslaitteiden ja johtojen avulla. Älyvaatteissa teknologia on kehitetty helppokäyttöiseksi, pieneksi ja langattomaksi. Elektromyografia tuo lihasten kuormituksesta tietoa, jolla voidaan parantaa urheilijan suorituksia ja ehkäistä rasitusvammojen syntymistä. Mittausdata siirtyy älyvaatteesta puhelimeen tai tietokoneelle, jolta sitä voi analysoida ja muuttaa valmennusta, jos tarpeen. (Valleala ym. 2016; Myontec 2020)

Muita erilaisia älyvaateteknologioita on esimerkiksi Ambiotexin kehittämä älypaita, johon on integroitu rintaan puettava anturi, kuten useissa sykemittareissakin. Se mittaa sydämen sykettä, sykevälivaihtelua ja hengitystaajuutta, jonka perusteella sen kerrotaan määrällisen stressitason sekä yksilöllisen anaerobisen kynnyksen ja kertovan, milloin ollaan harjoittelussa lähellä sitä. Valmistajan mukaan erillistä laktaattimittausta ei tarvittaisi älypaidan ansiosta. (Ambiotex 2021). Paitojen lisäksi on suunniteltu myös erilaisia koko kehon pukuja tai paita ja housu -yhdistelmiä.

Teknologian tutkimuskeskus VTT on kehittänyt osana älykankaissa ja -vaatteissa hyödynnettävää teknologiaa, joka mittaa käyttäjän ja ympäristön tietoja ja laskee, pitääkö henkilöä viilentää vai lämmittää. Tätä palomiehille suunniteltua teknologiaa pyritään nyt hyödyntämään myös urheilijoille suunnatuissa innovaatioissa. Smart Clothing 2.0 projektissa kehitettiin teknologiaa ja palvelukonsepteja yhdessä älyvaate toimijoiden kanssa. (VTT 2019.)

Xsensin MVN Link-puvun avulla voidaan analysoida liikettä liikeanturitekнологiaa käyttäen. Puku sisältää 17 liikeanturia eri puolilla kehoa. Valmistajan mukaan saatava data on erittäin tarkkaa ja validoitua. MVN analyysiohjelmiston avulla puvun käyttäjästä nähdään näytöllä reaaliaikainen 3D tikku-ukkomalli, josta saadaan monipuolista anturidataa kuten erilaisia nivelkulmia, nopeuksia ja kiihtyvyyksiä. (XSSENS 2021.)

Viimeisimpiä urheiluun suunnattuja uusia älyvaateinnovaatioita, jotka toimivat älypuheliin ladattavan sovelluksen kautta ovat esimerkiksi joogatrikoot, jotka aistivat, jos jooga-asennossasi on parantamisen varaa (trikoot ilmoittavat pienellä värinällä kohdan, jota pitää korjata) tai uimapuku, joka kertoo siihen lisätyn UV-anturin avulla, milloin on syytä liisätä aurinkorasvaa tai siirtyä varjoon (Lifewire 2020; Spinali Design 2021).

Kontaktilajeihin, kuten amerikkalaiseen jalkapalloon on suunniteltu koko kehon puku Rhyno360, joka analysoi kehoon kohdistuvia iskuja. Kankaaseen on integroitu eri kohdille kehoa pieniä antureita, joiden sanotaan mittaavat kontaktin voiman, nopeuden, paikan ja ajan (Rhyno360 2021).

### 3.2.3 Älykengät ja -pohjalliset

Anturiteknologian kehittymisen myötä antureita on alettu lisätä myös kenkiin ja pohjallisiin pienen koon niin salliessa. Urheiluvälinevalmistaja Puma toi jo vuonna 1986 markkinoille juoksukengät (RS-Computer Shoe), jotka laskivat kengillä otetun matkan, ajan ja kalorit. Anturi oli upotettu kenkään erillisenä ulokkeena, josta data voitiin siirtää Apple II tai Commodore 64 tietokoneelle kaapelia pitkin. (Puma 2018.) Nämä lienevät ensimmäiset markkinoille tulleet niin kutsutut älykkäät juoksukengät.

Myös muut urheiluvälinevalmistajat, kuten Nike on kehittänyt erilaisia älykenkiä. Nike kehitti koripallotossut, jotka kännykkäsovelluksen avulla kiristävät tai löysäävät nauhoja tarpeen mukaan, koska rasituksen aikana jalkaterän muoto ja koko voivat kasvaa merkittävästi. Kenkien sisään on asennettu runsaasti antureita ja pieniä hammasrattaita, jotka aistivat jalkaterän vaatiman tilan ja säättävät nauhoja sen mukaan. Pelaajat voivat säätää kännykällä kenkien asetuksia etukäteen, jolloin kengät osaavat varautua aikalisään, pelitilanteeseen ja lämmittelyvaiheeseen erikseen. (Mikro Bitti 2019.) Kenkiä voi hallita Niken omalla sovelluksella, jonka voi yhdistää Apple Watch -älykelloon ja Siri -virtuaaliassistenttiin, jolloin kenkiä voi komentaa puheohjauksella.

Under Armour toi markkinoille verrattain edulliset älykkäät juoksukengät, joissa anturi on piilotettu kengänpohjaan ja valmistajan oman MapMyRun-sovelluksen avulla saa vastavaa tietoa, kuten esimerkiksi Sports Trackerilla. Näiden tietojen lisäksi saa selville myös keskimääräisen askelpituuden ja kuinka monta askelta on ottanut keskimäärin tunnissa. Sovellus toimii monien älykellojen ja sykemittareiden kanssa, jolloin sovelluksesta saatavan tiedon voi nähdä mobiililaitteen lisäksi tarvittaessa myös omasta ranteesta. (Under Armour 2021.)

Älykenkien lisäksi on kehitetty myös älypohjallisia, joita on helppo siirtää kengistä toiseen. Näiden avulla voidaan selvittää jalkaterän ja alaraajojen biomekaniikkaa ja tehdä erilaisia

askel- ja juoksuanalyysijä. Suomalainen startup-yritys yhdessä Respecta Oy:n kanssa kehitti Xampion-älypohjalliset, jotka on suunniteltu erityisesti jalkapalloa varten. Kokoja löytyy lapsista aikuisiin. Niiden avulla voidaan seurata pelaajan liikettä ja pallonkäsittelytaitoja kentällä ja saada tästä dataa harjoittelun tueksi. Älypohjalliset mittaavat juoksunopeutta, kuljettua matkaa, intensiteettitasoja, pallokosketuksia, tempoa, kontaktin voimakkuutta, kontaktin tyyppiä sekä osumakohtaa. Pohjallisessa on oma paikka anturille, josta se on helppo poistaa akun lataamista varten. Data siirtyy suorituksen jälkeen automaattisesti mobiilisovellukseen. (Xampion 2021.) Google ja Adidas ovat myös kehittäneet omat älypohjallisansa jalkapalloon. Anturin keräämät tiedot potkujen määrästä, syöttöjen ja laukausten nopeuksista, juoksuvauhdista ja juostusta matkasta voi syöttää sovelluksen kautta EA Sportsin kehittämään FIFA Mobile -jalkapallopeliin. Peliin lisätään tietyn väliajoin vaihtuvia haasteita, joissa omaa pelaajaa ja listasijoitusta voi parantaa tosielämässä harjoittelemalla. (Tapala 2020) Tämä onkin oiva esimerkki siitä, miten pelillistämällä saadaan lapsia ja miksei vähän vanhempiakin motivoitua harjoittelemaan.

Pohjoismaisissa hiihtolajeissa sekä alppihiihdossa on jo pitkään käytetty erilaisia paineanturipohjallisia, joita kutsutaan myös voima-antureiksi. Niiden avulla nähdään jalkojen voimantuotto. Nämä eroavat siis merkittävästi edellä mainituista pohjallisista, koska näiden avulla saadaan mitattua varsin tarkasti jalkapohjan painejakauma. Hiihtolajien lisäksi järjestelmää käytetään apuna myös pikaluistelussa, ammunnessa ja yleisurheilun heittolajeissa. Paine pohjallisilla voidaan mitata vertikaalista voimaa sekä painekeskipisteen sijaintia esimerkiksi pujottelussa käänösvaiheen aikana tai keihäänheitossa tukijalan osuessa maahan. (Valleala ym. 2016.)

### 3.3 Muu teknologia

#### 3.3.1 Voimalevyt, kontakti- ja optiset matot

Ponnistusvoiman on osoitettu korreloivan lyhyen matkan juoksunopeuden kanssa (Komi 1984). Sitä voidaan mitata useilla eri tavoilla myös kenttäolosuhteissa. Mittaamisessa voidaan käyttää erilaisia voimalevyjä ja kontaktimattoja. Näiden lisäksi ponnistusvoiman mitaamiseen on tullut muun muassa videopohjaisia sovelluksia. Useissa tutkimuksissa voimalevyllä mitattuja ponnistusvoiman tuloksia käytetään kuitenkin vertailukohtana muiden mittalaitteiden tulosten oikeellisuudelle. (Attia ym. 2016). Toki voimalevyissäkin on eroja, mutta niitä voidaan yleisesti pitää erittäin luotettavina. Voimalevy menetelmä perustuu hyppääjän ponnistuksen aikana kohdistuvaan pinnan tukivoimaan ja siitä aiheutuvaan impulssiin. Tukivoiman suuruus on suoraan verrannollinen hyppääjän voimalevyyn kohdistaman voiman suuruuteen ponnistuksen aikana. Voimalevyillä mitataan yleensä alustaan

kohdistuvia voimia. Ne mittaavat hyppääjään kohdistuvaa voimaa ajan suhteen. (Linthorne 2001). Ne voivat olla alustaan kiinteästi asennettuja tai siirrettäviä. Siirrettävät voimalevyt soveltuvat hyvin erilaisten vertikaalisten hyppyjen tarkkaan mittaukseen. Riippuen voimalevyistä, niillä voidaan mitata joko pystysuuntaisia voimia (2D) tai pysty- ja vaakasuuntaisia voimia (3D). Vertikaalisten hyppyjen mittaamisessa käytetään kolmea eri hypyvariaatiota; kevennys-, kyykky- ja pudotushyppyä. Kevennyshyppyä käytetään yleisimmin, koska osa voimasta tuotetaan lihasten ja jänteiden elastisuudella, eikä suorittamiseen tarvita muita apuvälineitä mittalaitteen lisäksi. (Bosco ym. 1983). Alustaan upotettavien voimalevyjen avulla voidaan analysoida hyppyjen, juoksujen ja heittojen voimantuottoa. Voimalevyjä on asennettu esimerkiksi hypyrimäkeen, jolloin on voitu tutkia ponnistusvaihetta. (Valleala ym. 2016.)

Optisen eli niin kutsutun valomaton avulla tehtävän askelanalyysin avulla saadaan tietoa juoksun aikaisista askelpituuksista ja -tiheyksistä, kontakti- ja lentoajoista, jalkojen puolieroista sekä muun muassa voimantuotosta ja painopisteen vajoamasta askelkontaktin aikana. (Varala 2021.) Erilaisten hyppyjen testaamisessa käytetään usein myös valomattoa. Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitos ja KIHU ylläpitävät ja käyttävät Jyväskylän Hipposhallissa noin 12 metriä pitkää voimalevyjärjestelmää, jolla voidaan mitata voimia ja momenteja kolmesta suunnasta. Sitä onkin käytetty paljon erilaisissa yleisurheilijoiden tekniikka-analyyseissä muun muassa kävelijöillä, pituushyppääjillä ja keihäänheittäjillä sekä lukuisissa tutkimuksissa ja opinnäytetöissä. (Valleala ym. 2016.)

### 3.3.2 Voima- ja liikeanturit

Liikeanturiteknologialla, joka sisältää yleensä kiihtyvyyss- ja asentoantureita eli gyroskooppeja saadaan tarkkaa tietoa urheilijan eri suuntiin kohdistuvista liikkeistä ja tunnistetaan lajiin liittyviä vaatimuksia, joita ei muilla menetelmillä havaita. Niiden avulla saadaan jatkuva dataa helposti, eivätkä ne ole riippuvaisia olosuhteista. Kiihtyvyyssanturi voi havaita kiihtyvyyttä, tärinää ja iskuja kolmelta eri akselilta, X, Y ja Z, jolloin niiden avulla saadaan eteen-, sivulle- ja ylöspäin suuntautuvat liikkeet. Liikeanturi voidaan kiinnittää myös johonkin kehon osaan, jonka liikkeestä halutaan saada tarkempaa tietoa. Anturit ovat hyvin herkkiä havaitsemaan liikettä ja niiden kiinnityskohdalla ja menetelmällä, millä se on kiinnitetty, on merkitystä tulosten luotettavuudessa. (Alanen 2020.) Niitä lisätään paljon myös pelivälineisiin, kuten tennis- tai golf mailoihin, jolloin saadaan tietoa mailan liikeradasta, pallon osumakohdasta, mailan nopeudesta ja pallon lähtönopeudesta. Näistä saa reaaliaikaisen palautteen esimerkiksi mobiililaitteelle asennetun apuohjelman välityksellä. Kiihtyvyyssanturia voidaan käyttää myös painonnostossa hyödyksi kiinnittämällä se levytankoon,

jolloin se auttaa liikeratojen sekä kiihtyvyyssmallien mittaamisessa ja ymmärtämisessä. (Sato ym. 2009.)

### 3.3.3 Sähköinen harjoituspäiväkirja

Jotta urheilijan kehitystä ja siihen vaikuttavia tekijöitä pystytään mahdollisimman tarkasti analysoimaan valmentajan ylläpitämän testi- ja harjoitustiedon lisäksi, on urheilijan itsensä pitämä harjoituspäiväkirja erittäin tärkeä. Sähköiset harjoituspäiväkirjat ovat pikkuhiljaa syrjäyttäneet perinteiset paperiset edeltäjänsä. Niiden käytön omaksumista ovat edesauttaneet sekä verkossa tarjottavien palveluiden että mobiilisovellusten parempi saatavuus. Sähköiseen harjoituspäiväkirjaan voidaan yhdistää myös muita liikuntateknologian tuotteita, kuten sykemittari, jolloin suorituksen aikainen syke saadaan tallennettua. Tärkeää on myös kaikki urheilijan omat tuntemukset, niin fyysiset kuin psyykkisetkin. Harjoituspäiväkirjaan voidaan merkitä tiedot myös ravinnosta ja palautumisesta. Sähköisessä harjoituspäiväkirjassa kaikki urheilijan harjoittelutiedot, lepo- ja sairaspäivät, testit ja kilpailutulokset ovat tallessa yhdessä paikassa, ja niihin pääsee käsiksi myös valmentaja netin kautta missä ja milloin vain. Tämä helpottaa myös uuden valmentajan työtä valmentajavaihdoksissa, kun urheilijan harjoittelu ja testihistoria on helposti saatavilla. (Valleala 2013; Salonen 2021.)

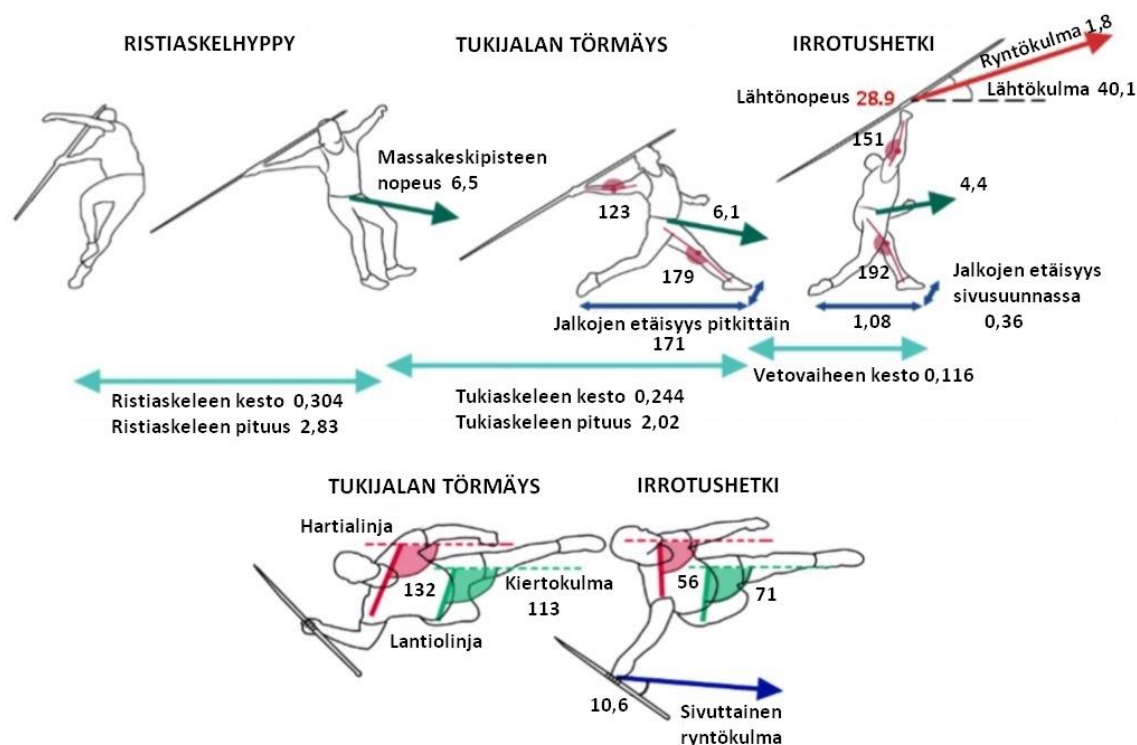
### 3.3.4 Videoanalyysi

Urheilusuorituksia on kuvattu yhtä kauan, kuin siihen soveltuvaa tekniikkaa on ollut käytössä. Videoanalyysiä kutsuttiin ennen fotoanalyysiksi, jolloin kuvattiin vielä kaitafilmiin ja filmit katsottiin tähän suunniteltujen projektorien avulla. Videokameroiden kehittyttyä ne syrjäyttivät kaitafilmit ja suoritukset kuvattiin ensin VHS-kaseteille ja tallenteet katsottiin myöhemmin VHS-nauhurin välityksellä televisiosta. Tekniikan kehittymisen myötä kamerat ja kasetit pienenivät ja halpenivat ja vastaavasti kuvanlaatu parani. Videokameroihin tuli näyttöjä, joista suoritus voitiin katsoa heti suorituksen jälkeen, jolloin valmentaja pystyi antamaan palautteen välittömästi oman kokemuksensa ja asiantuntemuksensa kautta. Palautte kuuluu olennaisena osana taitojen oppimisprosessiin. Videokuvaus onkin yksi suosituimmista urheilussa käytetyistä teknologioista, jonka avulla suoritusta voidaan analysoida. Harjoitusten videokuvaamisen on todistetusti huomattu parantavan harjoitusten tehokkuutta. Videotallenteita voidaan verrata urheilijan aikaisempiin suorituksiin, jolloin mahdolliset muutokset liikeradoissa ja suorituksessa on helpommin analysoitavissa. (Yue-Hui 2014.)

Nykyään lähes jokaisella älypuhelimella ja tabletilla saadaan riittävän tarkkaa kuvaa, jota voidaan analysoida. Lisäksi on olemassa lukematon määrä erilaisia apuohjelmia, joiden

avulla suoritusta voidaan tarkastella ja tehdä erilaisia analyyskejä. Suoritus voidaan muun muassa pilkkoa osiin hidastuksen avulla, jolloin valmentaja pystyy tarkastelemaan urheilijan liikeratoja ja toistamaan suorituksen kerta toisensa jälkeen halutulla nopeudella. Valmentaja voi lisätä apuohjelman avulla pysäytyskuvaan esimerkiksi apuviivoja havainnollistamaan tarkasteltavaa asiaa tai ohjelma voi mitata erilaisia nivelkulmia urheilijan suorituksesta. Yksi mobiililaitteelle tai tabletille saatavista analysointiohjelmista on Runmatic, jolla voidaan analysoida esimerkiksi juoksutekniikkaa. Ohjelma laskee videokuvan perusteella askeleen lentoajan, voiman ja tehokkuuden. Se mittaa myös vasemman ja oikean jalan symmetriaa juoksun aikana, jolloin on mahdollista ennakoida loukkaantumisia. (iMedicalApps 2017.) Erilaisten ponnistusvoimaa mittaavien hyppytestienkin analysoimiseen on kehitetty erilaisia apuohjelmia, jotka mittaavat hyppyjen lentoaikaa. Yksi tällaisista on My-Jump. Videokuvaan merkitään hetket, jolloin jalat irtoavat alustasta ja osuvat takaisin alustaan. Sovellus laskee tämän perusteella lentoajan. Ohjelma soveltuu kevennyshyppyjen, kyykkyhyppyjen ja pudotushyppyjen analysointiin.

KIHU on tehnyt keihäänheiton biomekaanisia analyyskejä vuodesta 1991 lähtien, jolloin tutkimuskeskus perustettiin. Keihäänheitossa suoritus videokuvataan kahdella kameralla, jotka sijoitetaan tarkasti heittoalueelle siten, että ne sijaitsevat toisiinsa nähden 90 asteen kulmassa, toinen heittopaikan sivulla ja toinen takana. Heittoalue on tarkasti merkitty ja mitattu, jotta liikeanalyysiohjelma osaa videokuvan perusteella laskea haluttuja biomekaanisia muuttujia urheilijasta tai keihästä (kuvio 4). kamerat kalibroidaan ennen ja jälkeen suoritusten, jotta voidaan todeta analyysin tarkkuus. Yleensä kuvattavana on kilpailu. Heittosuoritukset kuvataan yleensä 240 kuvaa sekunnissa kuvataajuudella. Mitä suurempi kuvataajuus, sitä tarkempi analyysi on, koska kahden yksittäisen kuvan välinen aika pienenee, pienenee siten myös liike kahden kuvan välillä ja vastaavasti mittausresoluutio paranee. Kuvausnopeuden kasvaessa analysoitavien kuvien määrä luonnollisesti kasvaa myös, mikä lisää biomekaanikkojen työn määrää analyysivaiheessa. Yhden heittosuorituksen analysointi voi kestää 1,5 – 2,5 tuntia, koska se tehdään niin sanotusti käsityönä (Vänttinen 2021). Tähän ollaankin Jyväskylän yliopistossa kehittämässä tekoälypohjaista ratkaisua, joka nopeuttaisi analyysiä. Datan avulla saadaan selville muun muassa urheilijan nivelkulmat ja nopeus suorituksen eri vaiheissa. Optimaalisia nivelkulmia, vauhteja, keihään lähtökulmia, voimia ynnä muuta on tutkittu vuosikymmenien ajan. Analyysin tuloksia verrataan näistä aikaisemmista tutkimuksista saatuun tietoon. (Silvennoinen 2020.)





Kuvio 4. Keihäänheitossa analysoitavia biomekaanisia muuttujia (mukailtu KIHU 2021)

Vallealan ym. (2016) mukaan videokuvaan yhdistetty liikeanalyysitieto tarjoaa valmentajalle ja urheilijalle tarkan ja havainnollistettavan kuvan eri heitoista. Täytyy kuitenkin muistaa, että saman pituinen heitto voidaan tehdä eri heittäjien toimesta hyvinkin poikkeavalla tekniikalla. Ei ole yhtä ja oikeaa tapaa, jokaisella heittäjällä on oma tyyli, johon vaikuttavat erilaiset tekijät kuten heittäjän mittasuhteet. Merkittävää kuitenkin on, kuinka nopeasti keihäs lähtee ja missä kulmassa. Heittäjä pyrkii vastatuuleen heitettäessä heittämään hie- man pienempään lähtökulmaan kuin myötätuuleen heitettäessä. On tutkittu, että yli 90 metrin heittoon vaaditaan keihään lähtönopeudeksi yli 30 metriä sekunnissa. Keihään irrotessa heittäjän kädestä vetovaiheen lopussa heiton pituuteen vaikuttavat sillä hetkellä keihäessä olevat lähtömuuttujat yhdessä aerodynaamisten tekijöiden kanssa. Vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa urheilijan maksiminopeus vauhtijuoksun aikana, nopeus tukija- lan törmäyshetkellä ja vedon aikana keihäälle annettu nopeuden lisäys.

Videoanalyysiä käytetään hyväksi myös nopeissa juokslajeissa, joissa tekniikalla on rat- kaiseva merkitys, kuten pika-aitajuoksussa. Lajia pidetäänkin yhtenä vaativimmista yleis- urheilulajeista, jossa suoritustekniikka koostuu kokonaisuudesta, johon jokainen kehon osa vaikuttaa. Naisten 100 metrin pika-aitajuoksussa tavoitteena on ylittää mahdollisim- man nopeasti kymmenen 0,84 metrin korkuista aitaa. Suorituksen osat koostuvat teli- nelähdöstä, kiihdytyksestä ensimmäiselle aidalle, joka on 13 metrin päässä lähdöstä,

muiden aitivälien ollessa 8,5 metriä, aitojen ylityksestä ja alastulosta, väliaskelista aitojen jälkeen, uudelleen kiihdytyksestä seuraaville aidoille sekä viimeisen 10,5 metrin kiihdytyksestä viimeiseltä aidalta maaliin. (McFarlane 2000.) Kuvassa 1 on analysoitu aitiväliaikoja Kinovea -analyysityökalun avulla.

100m Hurdles Women		1.Run +1,7		Leppävaara, Teema							Kinovea 100 fps		
Camera: Sony		27.06.2020							Start: RH 1A.TD				
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	final	TIME
1. A.Korte	Split	0,03	1,06	2,06	3,04	4,02	5,03	6,03	7,03	8,06	9,08		12,81
	RU		1,03	1,00	0,98	0,98	1,01	1,00	1,00	1,03	1,02		
2. N.Neziri	Split	0,04	1,09	2,11	3,11	4,12	5,13	6,13	7,13	8,16	9,21		12,93
	RU		1,05	1,02	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,03	1,05		
3. R.Hurske	Split	0,00	1,04	2,07	3,07	4,06	5,08	6,09	7,11	8,15	9,21		12,98
	RU		1,04	1,03	1,00	0,99	1,02	1,01	1,02	1,04	1,06		
4. L.Harala	Split	0,02	1,06	2,09	3,11	4,13	5,14	6,19	7,25	8,32	9,44		13,28
	RU		1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,05	1,06	1,07	1,12		
5. A.Siirtola	Split	0,08	1,14	2,19	3,22	4,25	5,28	6,32	7,36	8,42	9,51		13,32
	RU		1,06	1,05	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,06	1,09		
6. V.Avikainen	Split	0,14	1,23	2,28	3,33	4,38	5,45	6,53	7,62	8,71	9,34		13,68
	RU		1,09	1,05	1,05	1,05	1,07	1,08	1,09	1,09	0,63		
7. S.Keskitalo	Split	0,20	1,28	2,35	3,44	4,50	5,56	6,63	7,72	8,82	9,95		13,80
	RU		1,08	1,07	1,09	1,06	1,06	1,07	1,09	1,10	1,13		
8. J.Enarvi	Split	0,13	1,20	2,24	3,28	4,35	5,45	6,55	7,67	8,81	9,96		13,81
	RU		1,07	1,04	1,04	1,07	1,10	1,10	1,12	1,14	1,15		

kursivoitu = kontakti ei näy varmasti  
 = aitaa kolhaistu  
 = aita kaatunut

Kuva 1. Aitajuoksun aitivälianalyysi (KIHU 2020)

Aitojat käyttävät pääsääntöisesti kahdeksan askelta juostessaan ensimmäiselle aidalle, aitivälit juostaan kolmella ja neljännellä ponnistetaan seuraavalle aidalle ja maaliin kiihdytetään noin kuudella ja puolella askeleella. (McFarlane 2000). Kuvasta 1 nähdään, että Korte on juossut nopeimmat aitiväliajat hieman alle sekunnin, mikä on samaa luokkaa eurooppalaisten huippujen kanssa. Naisaiturit kykenevät nopeimmillaan juoksemaan aitivälit noin 0,93 sekunnissa (Ihamäki 2017). Aitiväliaikoja tarkasteltaessa esiin nousee Avikaisen viimeisen aitivälin aika 0,63, jota voidaankin pitää analyysi- tai näppäilyvirheenä jo edellisen perusteella sekä sen, että usein viimeisin aitiväli on hieman hitaampi, kuin muiden, koska silloin juoksun rasitus tuntuu jo kehossa. Tämä on hyvä esimerkki siitä, että



inhimilliset virheet ovat mahdollisia myös analyysin teossa ja tuloksia pitäisi osata kriittisesti lukea.

### 3.3.5 Mobiilisovellukset

Nykyään myös jokaisella tavallisella kuntoilijalla, joka omistaa älypuhelimensa on mahdollisuus seurata omaa kunnon kehitystä ja harjoittelua erilaisten sovellusten avulla. Jo pelkästään mobiililaitteille liikuntaan ja terveyteen suunniteltuja sovelluksia on tuhansia. Yksi suosituista ilmaisista sovelluksista on jo aiemmin mainittu suomalainen innovaatio Sports Tracker, joka hyödyntää GPS-paikannusta. Se näyttää muun muassa kuljetun reitin, korkeuserot, ajan, matkan, keskinopeuden ja kuinka monta kaloria on kulunut. Tämän kaiken voi myös tallentaa omaan harjoituspäiväkirjaan tai jakaa muille käyttäjille. Sovellukseen on myös ostettavissa lisäosana sykevyö, jolloin myös sykkeen saa tallennettua päiväkirjaan. Muiden käyttäjien kanssa voi myös kommunikoida ja haastaa liikkumaan. Sovellus vertailee myös aikaisempia harjoituksia ja tekee niistä erilaisia numeerisia ja graafisia yhteenveitoja ja analyysejä. Liikuntasovelluksia niin sanotusti pelillistetään, jonka avulla käytöstä pyritään tekemään hauskeempaa ja lisäämään motivaatiota. Eräitä yleisimpiä pelillistäviä elementtejä ovat pisteet ja pistetaulukot, palkinnot, saavutusten visualisointi ja tasot. (Hamari ym. 2014; Sports Tracker 2021.)

Suorituksen analysointiin on kehitetty myös monia erilaisia apuohjelmia, joilla voi tehdä erilaisia analyysejä esimerkiksi juoksusta tai ponnistusvoimasta. Tällaisia ovat muun muassa Runmatic ja MyJump.

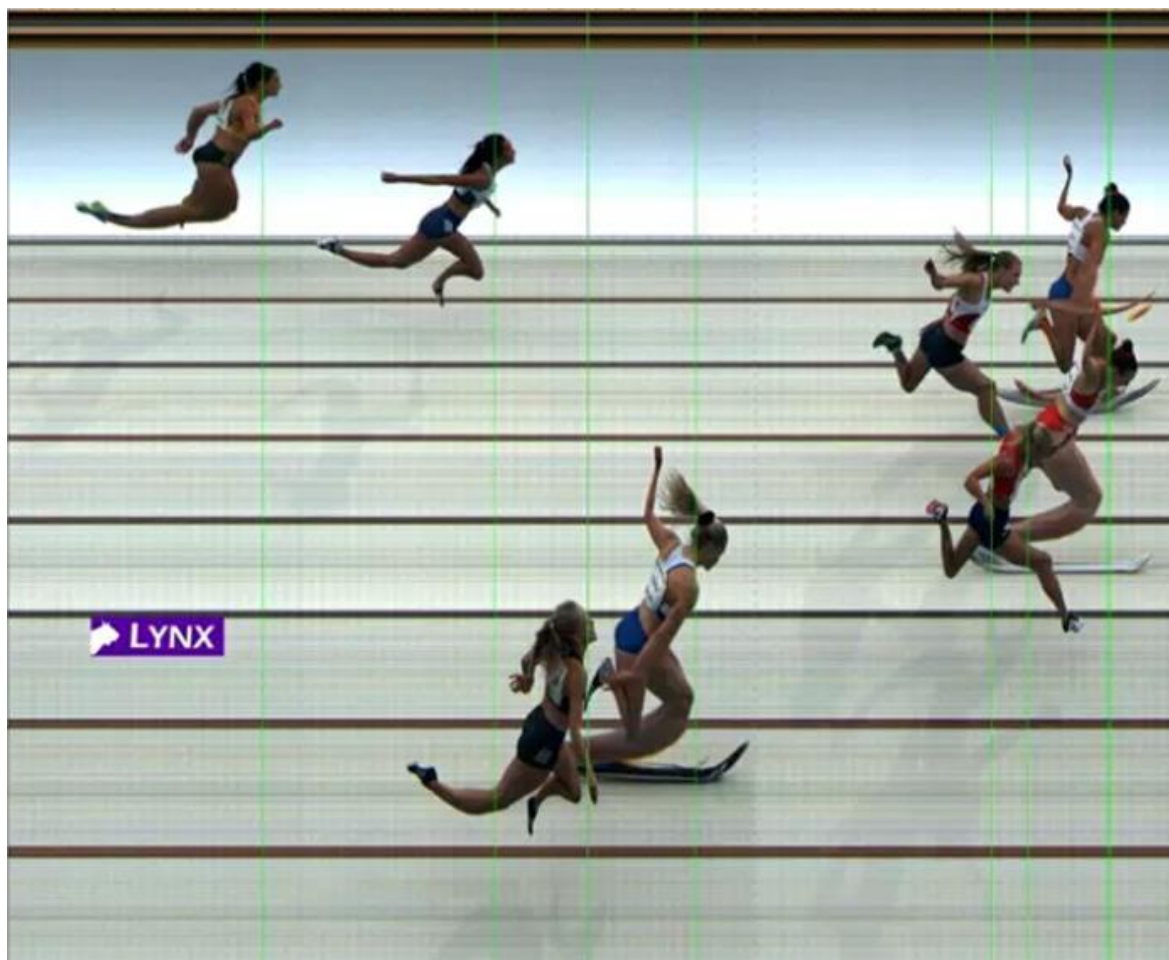
## 3.4 Teknologian hyödyntäminen yleisurheilukilpailuissa

Yleisimpiä teknologisia apuvälineitä yleisurheilukilpailujen läpiviemisessä ovat sähköinen ajanotto- ja maalikamerajärjestelmä. Isommissa kilpailuissa tähän järjestelmään kuuluu lisäksi vilppilähtöteknologia lähtötelineissä, pienemmissä kilpailuissa luotetaan lähettäjän kykyyn nähdä tilanne paljaalla silmällä. IAAF on laatinut yksityiskohtaiset säännöt kilpailujen läpiviemiseksi, joissa määritellään eri toimihenkilöiden kuten lähettäjän, lähdönjärjestelijän, takaisinkutsujan, maalikameratuomareiden ynnä muiden toimihenkilöiden tehtävät. (IAAF 2018a; IAAF 2018b).

Maalikameralaitteisto sisältää yleisimmin tietokoneen tai useamman, riippuen kameroiden määrästä. Arvokilpailuissa ja muissa suuremmissa kilpailuissa käytössä on vähintään kaksi maalikameraa, jotka kuvaavat maaliviivan molemmiin puolin. Säännöissä sanotaan, että järjestelmien tulisi mielellään olla teknisesti toisistaan riippumattomia (sääntö 165), näin käytännössä yleensä onkin. Laitteisto sisältää myös ohjelmiston,

tulospalveluohjelman, sähköisen tuulimittauksen sekä usein myös sähköisen ajannäyttölaitteen, jolla palvellaan katsojia. Maaliviivalle laitetaan vielä valokennot tai vastaavaa teknologiaa, jos ajannäyttölaitte on käytössä, jotta voittajan aika saadaan esitettyä heti yleisölle. Tämä on vielä epävirallinen aika, joka muuttuu yleensä sadasosasekunnilla suuntaan tai toiseen riippuen siitä, kuinka hyvin valokennot on saatu maaliviivalle kohdistettua. Ajanotto käynnistyy lähettäjän starttipistoolin antaessa signaalin maalikamerajärjestelmälle. Maalikameratuomari nauhoittaa vielä erikseen maaliintulon, josta virallinen maalikamerakuva saadaan. Tästä kuvasta maalikameratuomari määrittää radoittain jokaiselle urheilijan ajan tämän vartalon torsosta. Päättä, kaulaa, käsiä ja jalkoja ei siis huomioida, vaan aika otetaan yleensä rintakehästä, ellei urheilija kurottaudu pää edellä maaliviivan yli, jolloin aika otetaan kaulan tyvestä. Joskus maaliin tullaan yhtä aikaa usean urheilijan toimesta ja maalikameratuomarin täytyy tarkastella mahdollisesti molemmista kameroista saatuja kuvia, jolloin tähän kuuluu tavallista enemmän aikaa.

Kuvassa 2 on maalikamerakuva vuoden 2019 Kalevan kisojen naisten 100 metrin aitajuoksun finaalista, jolloin Nooralotta Neziri ja Reetta Hurske tulivat maaliin rintarinnan ja voitto ratkesi 0,002 sekunnin erolla Nezirin hyväksi. Molemmille merkittiin ajaksi 13,05. Puolisen vuotta aikaisemmin sama kaksikko kohtasi SM-hallikisoissa 60 metrin aitojen finaaliin järjestäen yhtä tiukan kamppailun. Tällöin ratkaisua saatiin odottaa tavallista pidempään ja lopulta Hurske julistettiin Suomen mestariksi samalla Suomen ennätys -ajalla 7,97 Nezirin kanssa. Tästä muutaman minuutin kuluttua kuuluttaja ilmoitti virheestä ja Neziri julistettiin voittajaksi tuhannesosan erolla ja Hurske oli ymmärrettävästä syystä pettynyt. Täytyykin muistaa, että ihmisen ollessa järjestelmässä mukana, inhimilliset virheet ovat aina mahdollisia tekniikan täydellisestä toiminnasta huolimatta. Pääasia on kuitenkin, että virheen tapahtuessa se myönnetään ja korjataan.

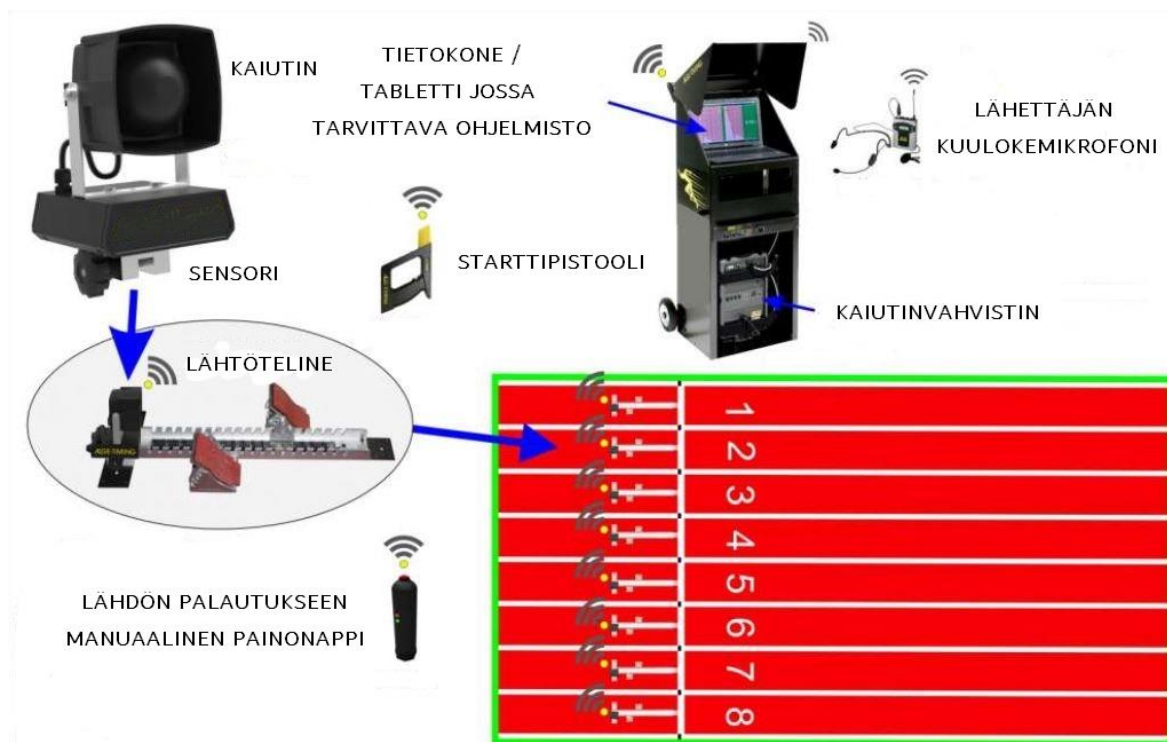


Kuva 2. Maalikameran kuva Lynxin järjestelmästä (Ilta-Sanomat 2019)

Varaslähtöjä seurataan oman järjestelmänsä kautta, joka on yhteydessä maalikameralaitteistoon. WA:n (World Athletics, IAAF vuoteen 2019) säännöissä vilppilähdön rajaksi on vuonna 2003 asetettu 100 millisekuntia. Aikoinaan on tutkittu, että 100 millisekuntia on ihmisen pienin mahdollinen fysiologinen reaktioaika ja siihen perustuen raja asetettiin (Mero & Komi 1990). Tällöin käytössä oli vielä ruutiaseita. Myöhemmin tehtyjen useiden tutkimusten mukaan urheilija pystyy kuitenkin reagoimaan nopeammin. Tähän vaikuttaa hermoston ja hermolihasjärjestelmän toiminta, ikä ja sukupuoli (Virtanen 2011.) Myös KIHU on todennut, että huippujuoksija kykenee reagoimaan ääneen 80–85 millisekunnissa. Nykyään, kun käytössä on sähköaset ja laukaus kuuluu urheilijan vierestä, yleensä lähtötelineestä, ei äänen kulussa urheilijalle ole viivettä, kuten ruutiaseella ammuttaessa. Tämä selittää osaltaan nopeammat reaktioajat. (Päivän Lehti 2017.)

Vilpinpaljastusteknologia perustuu yleensä urheilijan lähtötelineeseen tuottaman voiman mittaamiseen lähdön aikana. Kun urheilija odottaa lähtöä telineessä, valmiit-komennon (set) jälkeen, hänen täytyy olla paikallaan hievahtamatta. Lähtötelineiden voima-anturit

reagoivat vilppilähtöön, jos urheilija tuottaa jaloillaan riittävän suuren taaksepäin suuntautuvan voiman vasten lähtötelineä, ennen kuin 100 millisekuntia on kulunut laukauksesta. Vilpinpaljastuslaitteissa on käytössä sekä voimalevyjä että kiihtyvyyssantureita riippuen valmistajasta. (Virtanen 2011.) Kaikkien kilpailuissa käytettävien lähtötelineiden ja varaslähdön tunnistusjärjestelmien tulee kuitenkin olla WA:n hyväksymiä



Kuvio 5. Langaton vilpinpaljastusjärjestelmä (mukailtu Alge Timing 2021)

Kuviossa 5 on esitetty yhden laitevalmistajan langaton vilpinpaljastusjärjestelmä, jossa tunnistussensorit on integroitu lähtötelineisiin. Kaiutinvahvistimen kautta jokainen urheilija kuulee starttipistoolin lähtölaukauksen samalla hetkellä ja sen kautta kuulee myös lähettäjän komennot, jotka annetaan kuulokemikrofonien kautta. Järjestelmään kuuluu myös painonappi lähdön valvojalle, jolla lähtö voidaan kutsua manuaalisesti takaisin. Laitteet kommunikoivat keskenään langattomasti radioverkon yli ja jokainen laite toimii samalla myös radiomajakkana vahvistaen verkon luotettavuutta. Vilppilähdön tapahtuessa urheilijalle ja lähettäjälle voidaan välittömästi esittää siitä todiste graafisessa muodossa. (Alge Timing 2021.)

Myös videovalvontaa käytetään suuremmissa kansainvälisissä kilpailuissa. Teknologian kehittymisen myötä siitä on tullut merkittävä osa yleisurheilun arvokilpailuissa, kuten

olympialaisissa, MM- ja EM-kilpailuissa. Videovalvontaa käytetään sekä rata- että kenttälajeissa. Muutaman vuoden ajan kansainvälisen yleisurheiluliiton (WA) ja Euroopan yleisurheiluliiton (EA) arvokisoissa on ollut nimettynä kansainvälinen tuomari, joka vastaa videovalvonnan perusteella tehtävistä päätöksistä. Tulevaisuudessa videotuomareita tulee olemaan todennäköisesti ainakin kaksi, jolloin sekä rata- että kenttälajeilla olisi omansa. Tämä sen takia, että tarkistettavan videomateriaalin määrä on lisääntynyt huomattavasti. (Oksanen 2021). WA:n tuomari, Pasi Oksanen oli tässä tehtävässä vuoden 2019 alle 20-vuotiaiden EM-kilpailuissa Ruotsin Boråsissa. Suomalainen GrassMark toimitti videovalvonnan tekniikan kilpailuihin. Yritys on kehittänyt Trackmaster-tuotenimellä tunnetun ratavalvontalaitteiston ja sitä käytettiin aikaisemmin jo Kalevan kisoissa ja PNG:ssa (Paavo Nurmi Games). Videovalvonta koostui kahdesta erillisestä järjestelmästä. Perusjärjestelmässä oli kuusi erillistä kameraa, jotka kuvasivat rataa siten, että kolme kameraa kuvasi kentän toista päätä ja kaarretta ja kolme toista. Näiden lisäksi tallennettiin neljää eri TV:n lähetyssignaalia.

Ratamatkoilla, jotka juostiin omilla radoillaan, voitiin videon katsominen aloittaa heti startin jälkeen, näin säästyi aikaa, kun ei tarvinnut odottaa juoksun loppuun asti. Juoksun jälkeen tuli vielä ratavalvojien raportti mahdollisista rikkeistä, jolloin ne kohdat tarkistettiin. Videovalvonta ei siis poistanut radalta näköhavaintoihin perustuvaa valvontaa. Videovalvonta koski myös kenttälajeja. Videotuomari saattoi puuttua tilanteisiin, jotka olivat jääneet huomaamatta kentällä tai jos tuomio oli ollut virheellinen. Epäselvissä tapauksissa tulos kuitenkin aina mitattiin, jotta tarkastuksen jälkeen se oli tiedossa, jos suoritus todettiin hyväksytyksi. Näin kävi esimerkiksi keihäänheitossa, jossa yhden ottelijan heiton alastulo muutettiin hyväksytyksi videovalvonnan ansiosta ja toisessa tapauksessa varmistettiin punainen lippu oikeaksi.

Tapauksissa, joissa urheilija hylättiin esimerkiksi ratarikon takia, oli joukkueella mahdollisuus nähdä video hylkäyksen perusteesta ja tehdä tästä vielä kirjallinen protesti kilpailun tuomarineuvostolle, jos tuomioon ei oltu tyytyväisiä. Boråsissa videovalvonnan perusteella annettiin 14 hylkäystä joko ratarikoista, vaihtorikoista tai muista syistä. Videoita käytiin katsomassa noin 20 kertaa ja muutamaa tapausta lukuun ottamatta videotuomarin perustelut tuomioon hyväksyttiin. Joukkueet olivat tyytyväisiä siihen, että tilanteen pääsi katsomaan uudestaan videolta. Videovalvonta lisääkin urheilijan oikeusturvaa, kun rikkeet ovat videolta nähtävissä ja lisäksi tuomio voi kääntyä toiseen suuntaan, jos siihen löytyy perusteita. (Oksanen 2019.) Kilpailusääntöihin on lisätty kohta, jossa suositellaan, että kaikki lajit videoitaisiin järjestäjien virallisilla, riittävän tarkoilla kameroilla, teknisten delegaattien hyväksymällä tavalla, jos se on mahdollista (sääntö 150). (IAAF 2018a.)

WA hyväksyi vuonna 2020 valojänisten käytön kestävyysjuoksussa, vaikka teknisten apuvälineiden käyttö on perinteisten sääntöjen mukaan edelleen kiellettyä (sääntö 144.3). WA teki sääntöihin lisäyksen 144.4, jonka mukaan erilaiset valot tai vastaavat ovat sallittuja niiden ilmoittaessa tavoiteaikaa esimerkiksi ME yrityksessä (Oksanen 2019). Säännön lievennystä perusteltiin yleisöystävällisyydellä. Nyt katsojan on helppo seurata juoksijan kamppailua valoa vastaan ME-ajan alittamiseksi, mutta siitä voidaan olla montaa mieltä viekö tämä samalla jännittävyttä juoksusta. Moninkertainen esteiden ja maastojuoksun SM-kultamitalisti Topi Raitanen ihmetteli, miten valojänis sallittiin, eikä pitänyt sen hyväksymisestä kilpailuihin. Valojäniksestä oli hänen mielestään eniten etua kovia aikoja juostaessa. Samalla hän kuitenkin toivoi, että mahdollisimman monet kilpailujen järjestäjät ottaisivat sen tästä huolimatta käyttöön, kun se kerran sallittiin ja antaisivat näin hyvät edellytykset ennätysten rikkomiseen. (SUL 2020.)

Ensimmäinen valojänis Suomessa, ellei koko maailmassa oli jo 80-luvulla käytössä Vierumäen sisähallissa valmentaja Timo Vuorimaan tiimin ideoimana. Malli-idea tuli Virostä, jossa Tallinnalaisessa uimahallissa käytettiin jonkinlaista alkeellista valo-ohjausta uimarien harjoitusvauhtien ohjaamisessa. Vuorimaa näki tästä viritelmästä valokuvan työskennellessään Vierumäellä urheilijatestauksen parissa ja innovatiivisen tiimin ansiosta sekä resurssien ollessa kunnossa valojänis syntyi. (Vuorimaa 2021.)



Kuva 3. Letesenbet Gidey, NN Valencia World Record Day (Meumann 2020)

Valojänis on sisähalleissa usein kiinteästi asennettu, kuten Vierumäellä, jossa se on sisäradan kaiteessa ja Pajulahdessa upotettuna juoksurataan. Valojäniksen hyväksymisen myötä tullaan ulkokisoissa luultavasti näkemään kuvan 3 mukaisia ratkaisuja, joissa se on integroitu sisäradan reunarakenteeseen.

Kauden 2020 aikana ME-tulos juostiin uusiksi kuusi kertaa valojäniksen avustuksella: miesten 5000:lla ja 10 000:lla metrillä, tunnin juoksussa ja puolimaratonilla sekä naisten 5000 metrin ja tunnin juoksussa. Letesenbet Gidey rikkoi 12 vuotta voimassa olleen 5000 metrin maailmanennätyksen Valencian World Record Day:ssa, juosten viimeiset viisi kierrosta yksin valojänistä seuraten (kuva 3). Näin hän onnistui parantamaan omaa ennätystään peräti 17 sekuntia. Samassa kilpailuissa Joshua Cheptegei rikkoi 15 vuotta voimassa olleen 10 000 metrin ennätyksen. Voidaan siis sanoa, että valojäniksistä on ollut hyötyä juoksijoille. Kaikissa näissä juoksuissa oli myös hiilikuitukengät käytössä, joten niiden hyötyäkään ei sovi kiistää. Samassa yhteydessä voidaan todeta, että kansainvälinen yleisurheiluliitto päätti, ettei rata- ja maastajuoksussa 800 metrillä tai sitä pidemmällä matkoilla pohjan paksuus saa olla yli 25 mm. Maantiekilpailuissa, kuten maratonilla, pohjan maksimipaksuus saa edelleen olla 40 mm. Kenkien pohjissa ei saa olla kuin yksi hiilikuitulevy.

Valojäniksen hyöty perustuu tasaiseen vauhdinpitoon ja siihen, että se jaksaa loppuun asti. Tasaisella vauhdilla juostessa energiaa ei kulu turhiin kiihdytyksiin tai hidastamisiin. Se huonopuoli valojäniksen perässä juoksemisessa on verrattuna perinteiseen ihmisjänikseen, ettei se vähennä ilmanvastusta (Julin 2020). Oletettavasti tähän perustuen ihmisjäniksistä ei luovutakaan, vaan he pysyvät juoksuissa mukana. Heidän työnsä vain helpotuu, kun ei tarvitse itse pitää huolta tasaisesta etenemisestä, vaan voi seurata valoa. Nyt siis kuka vaan, jolla vauhti ja kestävyys riittää voi toimia jäniksenä.

Taulukossa 1 on miesten 10 000 metrin ME-juoksut vuodesta 1965 alkaen. Lasse Virenin 1972 ME-juoksun nopeimman ja hitaimman rata kierroksen aikaeroon vaikutti kaatuminen sekä se, että juoksijat eivät tavoitelleet kovaa aikaa, vaan MM-titteliä, jolloin juoksu oli toisensa kyttäämistä (Julin 2020). Jos jättää alimmaisena Joshua Cheptegein valojäniksen avulla 2020 juostun tuloksen huomioimatta, niin hitaimpien ja nopeimpien kierrosten väliseksi keskiarvoksi tulee 5,4 sekuntia, kun Cheptegeillä ero on vain 0,8 sekuntia. Tämä havainnollistaa valojäniksestä saatavan hyödyn. Jatkossa tuloksia vertailtaessa aikaisempiin onkin hyvä muistaa, milloin valojänikset otettiin käyttöön, vaikka paras urheilija voittaa edelleenkin. Samalla voidaan spekuloida, kuinka kovia aikoja olisi tullut esimerkiksi Lasse Virenin kilpaillessa, jos valojänikset olisivat olleet käytössä.

Juoksija	Tulos	Vuosi	Nopein km	Hitain km	Ero (s)
Ron Clarke	27.39,40	1965	2.43,5	2.50,0	6,5
<b>Lasse Viren</b>	<b>27.38,35</b>	<b>1972</b>	<b>2.41,9</b>	<b>2.52,0</b>	<b>10,1</b>
Dave Bedford	27.30,80	1973	2.43,4	2.48,4	5,0
Samson Kimobwa	27.30,47	1977	2.41,7	2.47,3	5,6
Henry Rono	27.22,40	1978	2.42,1	2.51,0	7,9
Fernando Mamede	27.13,81	1984	2.41,8	2.46,6	4,8
Arturo Barrios	27.08,23	1989	2.41,9	2.45,9	4,0
Richard Chelimo	27.07,91	1993	2.41,1	2.45,1	4,0
Yobes Ondieki	26.58,38	1993	2.39,6	2.45,0	5,4
William Sigei	26.52,23	1994	2.39,7	2.45,1	5,4
Haile Gebrselassie	26.43,53	1995	2.38,2	2.43,0	4,8
Salah Hissou	26.38,08	1996	2.35,5	2.43,1	7,6
Haile Gebrselassie	26.31,32	1997	2.37,1	2.40,6	3,5
Paul Tergat	26.27,85	1997	2.36,0	2.40,7	4,7
Haile Gebrselassie	26.22,75	1998	2.37,6	2.41,4	3,8
Kenenisa Bekele	26.20,31	2004	2.36,5	2.40,8	4,3
Kenenisa Bekele	26.17,53	2005	2.35,8	2.40,6	4,8
<b>Joshua Cheptegei</b>	<b>26.11,00</b>	<b>2020</b>	<b>2.36,9</b>	<b>2.37,7</b>	<b>0,8</b>

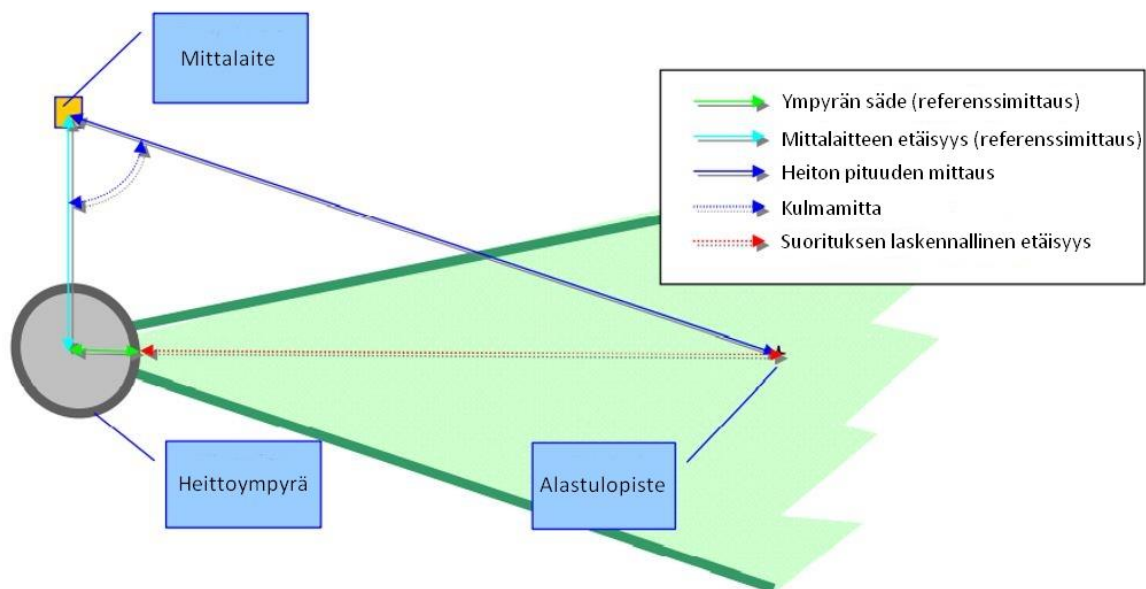
Taulukko 1. Miesten 10 000 metrin ME-juoksut vuodesta 1965–2020 (mukailtu Julin 2021)

Uutena sääntönä (183.3) vuoden 2022 alusta astuu voimaan myös pituushypyn ja kolmi-loikan yliastumisen toteaminen videokuvaamalla tai vastaavalla teknologialla (säännön piti tulla voimaan jo vuoden 2021 alusta, mutta siirtyi olympiakisojen siirron myötä). Tällöin vahalankkua ei tarvitse käyttää. Vahalankun tilalla on peitelevy tai vastaava, jonka tulee erottua väriltään. Pienemmissä kilpailuissa vahalankut ovat varmasti vielä käytössä. Vahauttaa havainnointia, mutta tuomaritoiminta tulee perustumaan merkittävästi enemmän näköhavaintoon. (SUL 2019.)

Arvokilpailuissa ja suuremmissa kansainvälisissä kilpailuissa käytetään elektronista mitausta myös kenttälajeissa, kuten pituushypyssä, kolmiloikassa, kuulantyönnössä, keihään-, kiekon- ja moukarinheitossa. Kuulassa, pituudessa ja kolmiloikassa elektroninen mittausta on helpoin toteuttaa, koska mitattava alue on suhteellisen pieni ja helposti rajattu. Suomessa on harvemmin käytetty elektronista mitausta kenttälajeissa, mutta alle 20-vuotiaiden MM-kisoissa Tampereella käytettiin vuonna 2018, jolloin pituus ja kuula mitattiin elektronisesti lasermittauksella. Katsomoon oli sijoitettu kaksi videokameraa ja hiekkalaatikon ympärille oli piirretty tai teipattu referenssipisteet. Kuviossa 6 on esitetty geometriaan



perustuva lasermittaus. Kun kolmion kaksi sivua ja niiden välinen kulma tunnetaan, voidaan laskea kolmannen sivun pituus, eli haluttu etäisyys. Valmistajan mukaan mittatarkkuus on  $\pm 2$  millimetriä. (FinishLynx 2021.)



Kuvio 6. Elektroninen kolmiomittaus kentälajeissa (mukailtu FinishLynx 2020)

Mittaus tapahtui samalla periaatteella, kuin juoksulajien maaliintulon mittaaminen. Tässä merkittiin kuulan alastulopiste, jolloin ohjelma laski automaattisesti etäisyyden (kuvio 6). Mittausta ei tarvinnut syöttää manuaalisesti, jolloin näppäinvirheiden mahdollisuus jäi pois. Referenssipisteet mitattiin ennen ja jälkeen kilpailun. Näin nähtiin, oliko referenssimitoissa heittoja ja voitiin todentaa järjestelmän luotettavuus. (Oksanen 2021.)

2021 Toruńin EM-kilpailuissa oli käytössä RTLS-teknologiaa (real-time location system), jonka avulla nähtiin liveinä muun muassa juoksijan loppuaikaennuste, jäljellä oleva matka maaliin sekä ero metreissa kärjessä olevaan kilpailijaan. Tämä palveli tv-katsojia ja valmentajia erityisen hyvin, kun kilpailut kilpailtiin tyhjille katsomoille vallitsevan COVID-19 tilanteen takia. Urheilijan numerolapun taakse laitettiin muovitaskuun pieni siru, jota seurattiin WLAN-verkon kautta. Tulosten valmistuttua oli lisäksi erilaisia lajiansalysejä saatavilla, kuten reaktioajat telineistä lähdettäessä pikamatkoilla tai väliaikatietoja ja sijoituksia eri kierroksilla pidemmällä matkoilla (kuva 4).

Rank	Bib	Name	Ctry Code	Date of Birth	Result	Time Behind										
							100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m			
1	603	<b>HODGKINSON Keely</b>	GBR	3 MAR 2002	<b>2:03.88</b>											
						14.73 (4)	31.11 (1)	48.20 (1)	1:05.31 (1)	1:20.88 (1)	1:35.60 (1)	1:49.66 (1)				
2	734	<b>JÓZWIK Joanna</b>	POL	30 JAN 1991	<b>2:04.00</b>	0.12										
						14.36 (2)	31.13 (2)	48.31 (2)	1:05.32 (2)	1:20.95 (2)	1:35.77 (2)	1:49.92 (2)				
3	730	<b>CICHOCKA Angelika</b>	POL	15 MAR 1988	<b>2:04.15</b>	0.27										
						14.43 (3)	31.28 (3)	48.47 (4)	1:05.50 (3)	1:21.07 (3)	1:36.07 (3)	1:50.03 (3)				
4	596	<b>BAKER Ellie</b>	GBR	3 JUN 1998	<b>2:04.40</b>	0.52										
						14.33 (1)	31.30 (4)	48.47 (3)	1:05.51 (4)	1:21.22 (4)	1:36.19 (4)	1:50.26 (4)				
5	779	<b>HOFFMANN Lore</b>	SUI	25 JUL 1996	<b>2:04.84</b>	0.97										
						15.28 (6)	31.76 (6)	48.94 (6)	1:06.10 (6)	1:21.62 (5)	1:36.69 (5)	1:50.91 (5)				
6	597	<b>BOFFEY Isabelle</b>	GBR	13 APR 2000	<b>2:07.26</b>	3.39										
						14.93 (5)	31.53 (5)	48.79 (5)	1:05.83 (5)	1:21.76 (6)	1:37.22 (6)	1:51.80 (6)				

Kuva 4. Toruńin vuoden 2021 EM-kilpailujen naisten 800 metrin finaalin kilpailuanalyysi (European Athletics 2021)

Lähes vastaavaa seurantatekniikkaa käytetään massajuoksutapahtumissa, kuten marato-neilla, joissa urheilijoita on niin paljon, etteivät he mahdu lähtemään lähtöviivalta samanai-kaisesti ja maalissakin voi olla ruuhkaa. Tämän takia ajan mittaus on perustunut urheilijan seuraamiseen RFID-tekniologian avulla (radio frequency identification). Menetelmässä jo-kaisen juoksijan kenkään tai tunnistenumeroon laitetaan RFID-transponderi, joka lähettää uniikkia radiotaajuutta, jota voidaan siepata radan varrelta lukijoiden avulla ja näin saada väliaikatietoa ja tehdä ennusteita maaliintuloajasta. Maaliviivalla usein juostaan järjestel-mään kuuluvan elektronisen maton päältä, joka määrittää jokaiselle urheilijalle tarkan lop-puajan. Menetelmä oli ensimmäistä kertaa käytössä jo Los Angelesin maratonilla vuonna 2008 (UPM 2009.)

### 3.5 Yleisurheiluteknologian ja sääntöjen historiaa

Vuonna 1896 Ateenassa pidettiin ensimmäiset uuden ajan olympialaiset sitten antiikin kil-pailujen. Kilpailuihin osallistui 245 urheilijaa 14 kansakunnasta. Suomi ei ollut mukana kil-pailuissa taloudellisten syiden tai kiinnostuksen puutteen vuoksi, vaikka kutsu tulikin Hel-singin voimistelu- ja soutuklubeille. Ammattuurheilijoiden osallistumisen kieltämisen katsot-tiin myös vaikuttaneen eri maiden osallistumishalukkuuteen. Mitalilajeja oli yhteensä 43. Osa kilpailijoista oli paikallisia kreikkalaisia osa paikalle sattuneita turisteja. Päivälehti (ny-kysin Helsingin Sanomat) mainitsi kilpailut takasivullaan muutamalla rivillä: ”*Olympolaiset*

*leikit Ateenassa alkoivat hyvillä enteillä. 80 000 henkeä oli saapuvilla, niiden joukossa koko kuninkaallinen perhe.” (Siukonen 2012)*

Yleisurheilulajeina olivat 100 m, 110 m aitajuoksu, 400 m, 800 m, 1500 m, maraton, pituus-, korkeus- ja seiväshyppy, kolmiloikka, kuulantyöntö ja kiekonheitto. Pikamatkoilla radat oli merkitty naruin, jotta urheilijat pysyivät omilla radoillaan (kuva 5). Kuulan ja kiekon suoritusalueena oli noin 10 cm korkea, heittosuunnasta korkeampi neliön muotoinen viisitetty koroke, jolla piti pysyä suorituksen ajan. Jos horjahti ja jalka osui maahan, suoritus hylättiin (koroke oli käytössä vuoteen 1906 asti). (Sjöblom 2007; Siukonen 2012.)

Tiettävästi ensimmäistä kertaa puoliautomaattinen sähköinen ajanottolaite oli käytössä jo viisi vuotta ennen Ateenan kilpailuja New Yorkissa vuonna 1891. Ajanottolaite käynnistettiin käsin, mutta pysäytettiin sähköisesti. Vuodelta 1892 löytyy kirjallisuudesta mainintoja automaattisen ajanoton käytöstä Englannista ja Kanadasta. (Martiskainen 1991.) Nämäkin ajanottimet olivat luultavasti puoliautomaattisia, kuten edeltäjänsäkin.



Kuva 5. Miesten 100 metrin lähtö Ateenassa 1896 (Meyer 1896)

Miesten 100 m kilpailussa voiton vei Yhdysvaltojen Thomas E. Burke (toinen vasemmalta) ajalla 12,0. Vain voittajan aika kelloitettiin. Toiseksi ja kolmanneksi tulleiden ilmoitettiin juosseen maaliin 2 m ja 4 m voittajan perässä (kuva 5).

Ensimmäiset olympialaiset, jossa puoliautomaattista sähköistä ajanotto- ja maalikamerajärjestelmää käytettiin, oli Tukholmassa vuonna 1912. Sen kehitti ruotsalainen R. Carlstedt. Tukholman olympialaisten virallinen raportti seuraavalta vuodelta kertoi yksityiskohdaisesti käytetystä tekniikasta. Tässä tekniikka selitetään pääpiirteittäin. Raportin mukaan kuvaa tarvittiin ainakin kerran maaliintulojärjestyksen selvittämiseksi.



Kuva 6. Miesten 4x100 metrin viestin finaali (Stockholm Official Report 1913)

Sarjaan kytkettyihin ajanottokelloihin oli liitetty pienet sähkömagneetit, joiden roottorit käynnistivät ajanoton automaattisesti samassa piirissä olevan starttipistoolin antaessa niille signaalin lähtölaukaisusta, mutta ne täytyi sammuttaa manuaalisesti urheilijoiden ylittäessä maalinauhan. Jokaista rataa varten oli omat tuomarinsa, jotka langallisella kauko-ohjaimellaan sammuttivat ajanoton urheilijoille. Päätuomarin kello oli kytketty samaan sarjaan maaliviivalla olevan kameran kanssa, jolloin ensimmäisen urheilijan ylittäessä maalinauhan päätuomari painoi omaa kauko-ohjaintaan, jolloin ajanotto päättyi ja samalla

kameran suljin sai signaalin ja kuva otettiin tästä hetkestä. Laitteistoon oli kytketty vielä ohjausvalo, joka oli starttipistooliin yhteydessä. Ohjausvalon palaessa lähettäjä tiesi kaiken olevan kunnossa seuraavaa juoksua varten. Päätuomari hallinnoi tätä ohjausvaloa kytkimellä, joka sijaitsi maaliviivan kohdalla olevalla korokkeella, jolla hän seiso. Raportin mukaan laitteistoon oltiin erittäin tyytyväisiä. (Stockholm Official Report 1913.) Kuvassa 6 näkyy hyvin maalikameratuomareiden langalliset kauko-ohjaimet, käytössä ollut maalinauha sekä ensimmäistä kertaa käytössä olleet kalkkiviivat pikamatkoilla.

Uusina yleisurheilulajeina mukaan tulivat 4x100 m:n ja 4x400 m:n viestit sekä kymmenottelu. Ainoana kertana olympialaisten historiassa kuulantyyntönnössä, kiekon- ja keihäänheitossa jaettiin mitalit paitsi paremman käden, myös molempien käsien suoritusten perusteella. Kansainvälinen amatööriurheiluliitto IAAF (The International Amateur Athletic Federation) päätettiin perustaa Tukholman olympialaisten yhteydessä 17.7. klo 17.00. Perustajamaita oli yhteensä 17, Suomi oli yksi näistä, joskin vasta vuoden päästä IAAF:n toisessa kongressissa muodostettiin ensimmäinen IAAF:n neuvosto ja vahvistettiin Kansainvälisen amatööriurheiluliiton nimi. (Siukonen 2012; MOWA 2021.)

Vuonna 1914 julkaistiin ensimmäiset IAAF:n tekniset säännöt ja suomeksi ne julkaistiin kaksi vuotta myöhemmin. Sovittiin esimerkiksi, että kolme kertaa väärän lähdön tehnyt urheilija hylättiin. Ensimmäisestä ja toisesta rikkomuksesta rangaistiin lisämetreillä (toisella kerralla metrit lisääntyivät). Säännöissä oli rangaistusasteikko lisämatkoista eri juoksumatkoille. Vilppilähtösäännöissä on tapahtunut vuosien saatossa paljon muutoksia, mutta tuoreimman vuonna 2010 tulleen päätöksen mukaan yhtäkään vilppilähtöä ei sallita, vaan vilppilähdön tapahtuessa sen ottaja on automaattisesti ulkona kilpailusta. Tämä ei koske kuitenkaan moniotteluita, vaan siellä mennään vielä edellisen säännön mukaan, jolloin yksi vilppilähtö erässä sallitaan. (IAAF 2015; Martiskainen 2021.)

Jo antiikin aikoina monilla stadioneilla oli lähtötelineinä kiviset jalkatuet, mutta nykyaikaisissa urheilukilpailuissa ne tulivat mukaan pikajuoksuihin vasta 1920-luvun lopulla (ensimmäiset jalkatuet patentoitiin 1927), joskin IAAF hyväksyi ne vasta vuonna 1938, jotta radan pinta säästyisi kaivamiselta, koska tätä ennen hiekkaan saatettiin kaivaa jaloille kuopat, joista pääsi paremmin ponnistamaan matkaan. Ensimmäisen kerran lähtötelineitä nähtiin Lontoon olympialaisissa vuonna 1948, joskin jotkut urheilijat vierastivat lähtötelineitä siinä määrin, että kaivoivat jaloille kuoppia vielä 60-luvulla hiilimurskaradoilla. 1926 otettiin vaihtoalueet käyttöön viestijuoksuissa. (Koski ym. 2004; Martiskainen 2021; MOWA 2021.)

Vuonna 1928 naiset saivat osallistua Amsterdamin olympialaisissa yleisurheiluun ensimmäistä kertaa vastustuksesta huolimatta. Vastustajia löytyi niin miehistä, kuin naisistakin.

Naisten lajeina olivat 100 m, 800 m, 4x100 m:n viesti, korkeushyppy ja kiekonheitto. 800 metrin kilpailu aiheutti dramatiikkaa, kun osa juoksijoista hoippui maaliin tajuttomuuden partaalla. Tämän takia lajia pidettiin sopimattomana naisille ja se poistettiin naisten valikoi-  
masta vuoden 1960 Rooman olympialaisiin asti.

Yleisurheilu oli ensimmäinen urheilulaji, joka kielsi dopingin. Vuonna 1928 IAAF:n sääntöihin merkittiin pykälä, joka kielsi kaikkien stimulanttien käytön, jotka voisivat parantaa urheilusuoritusta keskimääräistä paremmaksi. Tähän lisättiin vielä, että kuka tahansa tietoisesti käytti tai avusti tällaisten käytössä, suljettiin pois kilpailuista. (Siukonen 2012; IAAF 2015.) Jo antiikin aikanakin urheilijat käyttivät toisinaan aineita, jotka poistivat nälän, kivun tai väsymyksen tunteet. Tällaisia aineita olivat esimerkiksi unikon siemenkodista puristettu neste tai punaisen karpässien sisäلتämä muskariini. (Koski ym. 2004).

Vuoden 1932 Los Angelesin olympialaisissa oli virallisen käsiajanoton lisäksi käytössä kaksi sähköistä ajanottojärjestelmää. Molemmat järjestelmät olivat starttipistooliin yhdistettyinä. Toinen pysäytettiin käsin, kun juoksijat osuivat maalinauhaan toinen Gustavus Town Kirbyn kehittämä kaksisilmäkamera oli automaattinen. Kirbyn kehittämän kameran perusajatus oli kuvata maaliintulo ja käytettyä aikaa osoittava kello samanaikaisesti kameralla, joka otti 128 kuvaa sekunnissa. Tämän hän kehitti alun perin laukkakilpailuja varten. Kameraa oli käytetty jo aikaisemmin samana vuonna Yhdysvaltojen mestaruuskilpailuissa, joissa Ralph Metcalfe juoksi 100 metriä ajassa 10,64. Tätä aikaa voidaan pitää luotettavasti ensimmäisenä automaattisesti mitattuna ME-aikana, joskin 1928 Amsterdamin kilpailuissa oli sähköinen Löbner -ajanotin käytössä, mutta Kirbyn keksintöä pidetään ensimmäisenä luotettavana järjestelmänä. Kilpailussa otettiin ensimmäistä kertaa myös tuulilukemat ylös sekä naiset saivat ensimmäistä kertaa kilpailla keihäänheitossa ja 80 m:n aita-juoksussa. (Martiskainen 1991; IAAF 2015.)

Vuonna 1934 IAAF hyväksyy Suomen urheiluliiton ehdottamat pisteytystaulukot otteluihin. Pisteytykset olivat 0–1150 pisteeseen. Edellinen pistetaulukko oli Tukholman 1912 kilpailuista. Tavoitteena oli, että yhtä hyvistä suorituksista pitäisi saada saman verran pisteitä lajista riippumatta. 1000 pistettä vastasi suunnilleen maailmanennätystä. Vuoteen 1935 asti oli aitajuoksussa voimassa sääntö, jonka mukaan kolmen tai useamman aidan kosketuksesta hylättiin. Ennätystuloksiksi hyväksyttiin juoksut, joissa ei ollut yhtään kosketusta. (Martiskainen 2021; MOWA 2021.)

IAAF:n 13:a kongressissa vuonna 1936 sallituksi myötätuulilukemaksi päätettiin 2 metriä sekunnissa. Samana vuonna Berliinissä pidettiin olympialaiset, jotka televisioitiin paikallisesti saksalaisiin elokuvateattereihin ja radioitiin maailmanlaajuisesti ensimmäistä kertaa, näin Suomessakin voitiin kuunnella kilpailuja. (IAAF 2015; MOWA 2021.)

Rooman olympialaisissa vuonna 1960 oli ensimmäistä kertaa käytössä elektroniset tulostaulut sekä maailmanlaajuinen satelliittitelevisiointi. Samana vuonna IAAF standardisoi ulkoratojen pituudeksi 400 metriä. (MOWA 2021.)

1.1.1973 alkaen otteluiden tulosten ennätyskelpoisiksi myötätuulilukemiksi päätettiin 4 metriä sekunnissa sen ollessa aikaisemmin 2 metriä sekunnissa. Nykyään otteluissa lasjetaan tuulilukemien keskiarvo niin sanotuista tuulilajeista, kuten pituudesta ja pikajuoksuista (sääntö 200.8). Kyseisistä lajeista saatujen tuulilukemien algebrallinen summa jaettuna näiden lajien lukumäärällä ei saa olla yli + 2 metriä sekunnissa (IAAF 2018a).

IAAF sertifioi muun muassa välineitä, kenttävarusteita ja ratapinnoitteita sekä sitä millainen on hyväksyttävä suoritus kussakin lajissa. Tällä pyritään pitämään urheilijat ja maat samanarvoisessa asemassa ja tulokset vertailukelpoisina. Jos jotain asiaa ei ole varsinaisesti kielletty, sitä on yritetty hyödyntää tavalla tai toisella. Vuosina 1956–1957 esimerkiksi korkeushypyssä keksittiin käyttää kengissä korotettuja pohjia. Toisilla oli käytössään jopa 5 cm:n korotus. 1957 Neuvostoliittolainen Yuriy Stepanov hyppäsi tällaisilla kengillä maailmanennätykseksi 216 cm. IAAF kielsi kengät seuraavana vuonna asettaen kenkien pohjan maksimipaksuudeksi 13 mm. Toisinaan oman maan urheilijoiden suorituksia on pyritty parantamaan kyseenalaisin keinoin tai muuten harrastettu vilppiä. Näin tapahtui esimerkiksi vuoden 1980 Moskovan olympialaisten toimitsijaskandaalissa, kun oman maan urheilijoiden suorituksia tai sijoituksia pyrittiin parantamaan mitä erilaisin keinoin. Keihäänheitossa neuvostoliittolaisten heittäjien ollessa vuorossa stadionin portit avattiin. Tämän uskottiin vaikuttavan ilmapirtoihin. Samoissa kilpailuissa muita ilmeisiä huijauksia oli brasilialaisen kolmiloikkaajan hyppyjen liputtaminen virheellisesti yliastutuksi ja kiekonheitossa pisimmälle heittäneen kuubalaisen heiton mittaaminen väärästä paikasta.

Piikkareiden piikkien pituudetkin ovat vaihdelleet vuosien saatossa. 1970-luvulla pikajuoksijoilla oli käytössä jopa 16 mm pitkiä piikkejä ja keihäänheitäjillä 20 mm. Nykyään säännössä sanotaan, että jalkineet eivät saa olla siten suunniteltuja, että ne antaisivat kilpailijalle ylimääräistä etua muihin nähden, mikä on kuitenkin hyvin tulkinnanvaraista. Kaikkien jalkineiden tulee olla kohtuullisessa määrin myös kaikkien urheilijoiden saatavilla yleisurheilun yhdenvertaisuuteen perustuen (sääntö 143). (Siukonen 2012; Elhaimer 2013; Vares 2013; IAAF 2015; MOWA 2021.)

1964 Tokion olympialaisissa oli ensimmäistä kertaa virallisesti sähköinen ajanotto käytössä ja tulokset pyöristettiin sekunnin kymmenyksiin. Tätä ennen käsiajanotto toimi virallisena mittauksena, vaikka sähköinen ajanotto olisikin ollut käytössä. Vuosina 1974–1977 elettiin ajanoton siirtymäaikaa, jolloin IAAF:n päätöksellä vuoden 1974 lopussa sähköinen ajanotto hyväksyttiin viralliseksi ajanotoksi 400 m:llä ja sitä lyhyemmillä matkoilla. Tällöin

sähkö- ja käsiajat merkittiin vielä erikseen. 1.1.1977 alkaen ennätyksiksi hyväksyttiin sähköajat kaikilla matkoilla ja yli 400 metrin matkoilla tulokset pyöristettiin kymmenesosa sekunnin tarkkuudella. Vuodesta 1981 kaikki juoksut 10 000 metriin asti ilmoitettiin sadasan tarkkuudella. (IAAF 2015; Hintikka 2021.)

Kilpailusäännöissä sanotaan, että täysin sähköistä ajanotto- ja maalikameralaitteistoa tulisi käyttää kaikissa kilpailuissa, mutta edelleenkin käsiajanotto hyväksytään virallisena aikana 1000 metrillä ja sitä pidemmällä matkoilla. Tällöin ajanottajia täytyy olla kolme yhtä juoksijaa kohden. Käytännössä näin ei enää toimita, vaan sähköisen ajanoton varmistuksena käytetään kolmea ajanottajaa, jotka ottavat ensimmäiselle juoksijalle ajan. Seuraavien ajat voidaan määritellä maalikamerakuvasta, jos sähköinen ajanotto ei jostain syystä olisikaan käynnistynyt. Tämä edellyttää luonnollisesti sitä, että maalikamera on käynnistetty.



## 4 TESTIT VALMENNUKSEN APUNA

### 4.1 Yleisimpiä yleisurheilussa käytettyjä testejä

Erilaiset testit ovat tärkeässä osassa urheilijan kehityksen seurannassa. Niiden avulla saadaan tietää, onko menty kehityksessä eteenpäin, junnataanko jostain syystä paikallaan vai onko ehkä otettu jopa takapakkia. Testeillä mitataan, kuinka hyvin harjoittelun ohjelmointi on onnistunut ja pitääkö harjoittelun painopistettä muuttaa johonkin suuntaan. Oli tilanne mikä hyvänsä, niin kaikki tieto on äärimmäisen tärkeää. Urheilijan harjoitusvuosi jaetaan yleensä peruskunto-, kilpailuun valmistavaan, kilpailu- ja ylimeno- tai lepokauteen (taulukko 2). Yleisurheilussa huippu-urheilijoilla on yleensä kaksi kilpailukautta, keväästä syksyyn kestävä ulkoratakausi ja 1–2 kuukautta kestävä hallikausi. Näitä silmällä pitäen valmentaja suunnittelee harjoitukset ja testit.

Lyhenteet: PPK = peruskuntokausi, KVK = kilpailuun valmistava kausi, KK = kilpailukausi, LK = lepokausi

VIIKOT													
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	
PPK 1		PPK 2		KVK 1		KK 1	PPK 3		KVK 2		KK 2		LK

Taulukko 2. Esimerkki yleisurheilussa käytetystä vuosisuunnitelmasta (mukailtu Mero ym. 2007, 426)

Eri lajeissa ja eri ominaisuuksien mittaamisessa on käytössä paljon erilaisia testejä muun muassa nopeuden, kestävyuden, voiman ja kimmoisuuden mittaamiseen. Yleisurheilussa kaikissa heittolajeissa tarkoituksena on tuottaa maksimaalinen määrä nopeutta välineeseen, mutta eri lajeissa harjoitellaan kuitenkin hyvin eri tavoin, koska heittovälineen painolla on ratkaiseva merkitys harjoituksen luonteeseen. Huippukeihäänheittäjän harjoitteluajasta kuluu noin 15–25 % kuntosalilla, kun huippukuulantyöntäjä viettää salilla aikaa noin 50 % harjoitteluajastaan (Zatsiorsky & Kraemer 2006.)

Urheilijoiden kehitystä seurataan yleensä kenttä- ja laboratoriotesteillä. Nuorilla urheilijoilla käytetään pääasiassa pelkkiä kenttätestejä. Kenttätestit tehdään nimensä mukaisesti harjoitus- tai kilpailuympäristössä ja ne ovat halpa ja helppo tapa testata urheilijoiden kehitystä (Kantola 2007). Tuloksia analysoimalla tehdään sitten johtopäätökset siitä, miten edetään jatkossa. Eri lajeissa suositaan erilaisia testejä ja valmentajat käyttävät erilaisia testipatteristoja omiin lajikokemuksiinsa, mieltymyksiinsä, resursseihin ynnä muuhun

perustuen. Myös kuormittumisen ja palautumisen seuranta on tärkeää. Tässä keskitytään yleisurheilussa yleisimmin käytössä oleviin testeihin.

Nopeusominaisuuksia mitataan yleensä valokennoihin juostavilla kiihdytys- ja maksiminopeuden testeillä. Kiihdytysnopeutta testataan tavallisesti paikaltaan tai telineistä lähtevillä 5–30 metrin pituisilla kiihdytysjuoksuilla. Maksiminopeutta testataan yleensä 10–40 metrin mittaisilla lentävän lähdön -juoksuilla, jolloin alkukiihdytys jää mittaamatta.

Nopeusvoimaa voidaan mitata erilaisin ylös- ja eteenpäin tapahtuvien hypyiden kuten kevennyshyppien, lisäkuormahyppien, vauhdittomalla 5- tai 10-loikalla. Nopeusvoimaa mitataan kestoltaan lyhyissä suorituksissa, joissa liikutetaan kehon omaa painoa tai vain pientä kuormaa. Nopeusvoimalla tarkoitetaan hermolihasjärjestelmän kykyä tuottaa suurin mahdollinen voima lyhyimmässä mahdollisessa ajassa tai suurimmalla mahdollisella nopeudella. Vartalon ojentajalihasten räjähtävää voimantuottoa voidaan mitata kontakti- tai infrapunamattojen avulla tehtävillä vertikaalihypyillä kuten staattisella hypyllä ja kevennyshypyllä. Näiden hypyjen prosentuaalinen ero kuvastaa urheilijan elastisuusominaisuuksia. Pudotushyppien ja reaktiivisuustestin avulla voidaan mitata esimerkiksi pohkeiden iskuttavaa voimantuottoa. Voima-nopeusriippuvuutta voidaan puolestaan mitata alavartalon osalta lisäkuormilla tehtävillä levytankohypyillä ja ylävartalon osalta esimerkiksi eripainoisilla kuntopalloilla tehtävillä heittoporttitesteillä. Levytankoliikkeisiin on myös kehitetty erilaisia tehonmittausjärjestelmiä, joilla voidaan mitata liikenopeutta ja tehoa.

Reaktionopeudella tarkoitetaan kykyä reagoida johonkin ärsykkeeseen nopeasti. Se mitataan yleensä reaktioajan avulla. Se tarkoittaa aikaa, joka kuluu ärsykkeestä toiminnan alkamiseen, kuten pikajuoksussa lähtötelineestä lähtöön laukauksen kuultua (Mero ym. 2007). Hermoimpulssin nopeutta ei voida säädellä, mutta hermojärjestelmän reagoitokykyä ja sen lihaksessa aikaansaavaa toimintaa voidaan harjoittelulla parantaa toistamalla tiettyä stimulusta, jolloin keskushermoston prosessointiaika paranee (Sharkey & Gaskill 2006).

Nopeuskestävyyden mittaamisella pyritään saamaan selville urheilijan anaerobinen suorituskyky. Nopeuskestävyydellä on suurin merkitys lajeissa, joissa suorituksen kesto on 10–90 sekuntia. Se on hyvin lajisidonnainen ominaisuus, jota tulee harjoitella mahdollisimman lajinomaisesti, jotta harjoitusvaikutukset kohdistuvat lajissa käytettäviin lihaksiin. Harjoittelun intensiteettiä, vetojen pituutta ja palautumisaikoja muuttelemalla harjoitusvaikutus kohdistetaan joko anaerobiseen kapasiteettiin tai tehoon. Vetojen intensiteetin ja pituuden mukaan nopeuskestävyysharjoittelu voidaan jakaa eri harjoitustyyppisiin, joita ovat; määrintervallit, tehointervallit, submaksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys, maksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys ja maitohapoton nopeuskestävyys (taulukko

3). Lajinomaiset määräintervallit ovat suositeltavin tapa anaerobisen peruskestävyyden kehittämiseen nopeus-kestävyyslajien urheilijoilla. Paras tapa kontrolloida määräintervallien kuormittavuutta on mitata veren laktaattipitoisuutta tai palautumissykettä sarjan päätyttyä esimerkiksi minuutin palautumisen jälkeen. Maitohapollisella. Submaksimaalisella nopeuskestävyysharjoittelulla pyritään ensisijaisesti totuttamaan elimistö kilpailunomaiseen väsyneeseen ja happaman tilaan. (Nummela 2007.)

	Määräintervallit	Tehointervallit	Submaksimaalinen nopeuskestävyys	Maksimaalinen nopeuskestävyys	Maitohapoton nopeuskestävyys
Suorituksen kesto	15–180 s	15–120 s	10–90 s	10–30 s	6–10 s
Toistopalautus	0.5–3 min	2–5 min	2–8 min	6–60 min	2–8 min
Sarjapalautus	3–6 min	4–10 min	8–20 min	–	6–10 min
Tehoalue (% maksimista)	50–75%	75–85%	85–95%	95–100%	85–95%
Määrä / harjoitus	5–30 kpl	5–20 kpl	3–10 kpl	2–6 kpl	5–20 kpl
Laktaattipitoisuus	4–9 mmol · l <sup>-1</sup>	7–12 mmol · l <sup>-1</sup>	> 12 mmol · l <sup>-1</sup>	~ maksimi	7–12 mmol · l <sup>-1</sup>
Pääasiallinen harjoitusvaikutus	- anaerobinen taloudellisuus - laktaatin poisto	- anaerobinen taloudellisuus - laktaatin poisto	- anaerobinen kapasiteetti - puskurointikyky - väsymyksen sietokyky	- anaerobinen teho ja kapasiteetti - hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky	- anaerobinen teho - alaktinen kapasiteetti - hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky

Taulukko 3. Nopeuskestävyysharjoittelun jaottelu (mukailtu Nummela 2007, 316)

1980-luvun lopussa nopeuskestävyyslajien urheilijoilla oli käytössä aerobisen tehon ja kapasiteetin mittaamiseen erilaisia testejä, kuten Wingaten polkupyöräergometritesti, jossa urheilija polkee maksimaalisesti 30 sekuntia. Testistä voidaan määrittää keskimääräinen teho, maksimiteho ja väsymysindeksi. Keskimääräinen teho kuvaa anaerobista suorituskykyä, maksimiteho kuvaa anaerobista tehoa. Väsymysindeksi antaa kuvan hermo-lihasjärjestelmän heikkenemisestä testin aikana. Testin jälkeen mitataan usein myös laktaatti.

Anaerobista suorituskykyä ja siihen vaikuttavia ominaisuuksia voidaan luotettavasti mitata MART-testillä (Maximal Anaerobic Running Test; Rusko & Nummela 1996). Siitä saavat suurimman hyödyn 400–800 metrin juoksijat, joille testi on alun perin kehitetty, mutta testimalli soveltuu myös lajeihin, joissa tarvitaan nopeuskestävyysominaisuuksia. Testissä juostaan 8–12 kertaa 20 sekunnin sarjoja juoksumatolla tai vaihtoehtoisesti 10 kertaa 150 metriä radalla nousevalla nopeudella väsymiseen asti, jolloin viimeinen veto on aina maksimaalinen. Sarjat juostaan 100 sekunnin palautuksilla ja jokaisen vedon jälkeen mitataan veren laktaattipitoisuus. Ideana on, että mitä suurempi on nopeus tietyllä laktaattitasolla, sitä parempi on urheilijan anaerobinen taloudellisuus. Jos testi tehdään radalla juosten,

vauhdinsäätely onnistuu parhaiten valojäniksen avulla. Testin aloitusnopeus valitaan urheilijan suorituskyvyn mukaan. Urheilija tekee ennen ja jälkeen testin 3–5 kevennyshyppyä, joilla mitataan hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuuksia. Samalla saadaan kuva urheilijan irtiottokyvystä, väsymisestä ja palautumisesta. Pikajuoksijat tekevät MART-testin yhteydessä 30 metrin maksimaalisen juoksunopeustestin, jolla mitataan lajinomaisemmin voimantuotto-ominaisuuksia. Testi suositellaan tehtäväksi 3–4 kertaa vuodessa, jotta tuloksia voidaan verrata. (Nummela 2007; 2014.)

Maksimivoimaharjoittelulla pyritään kasvattamaan lihaksiston kykyä tuottaa suurinta mahdollisinta voimaa. Sitä testataan usein 1RM (one repetition maximum), eli yhden toiston maksimitestillä erilaisissa liikkeissä. 1RM-testissä mitataan mikä on suurin kuorma, jolla kyetään suorittamaan haluttu liike asianmukaisella suoritustekniikalla. Maksimivoimaa mitataan usein penkkipunnerruksella, jalkaprässillä tai kyykyillä. (Häkkinen ym. 2004.) Laboratorioissa voidaan 1RM-testien lisäksi tehdä isometrisiä ja isokineettisiä mittauksia. Räjähävässä voimantuotossa mitataan urheilijan kykyä tuottaa maksimaalista voimaa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Räjähävä voima on erityisen tärkeää esimerkiksi heittäleijissä, koska voimantuottoaika on niin lyhyt, ettei maksimaaliseen voimantuottoon ole urheilijalla aikaa. Voimantuottoajat kuulantyönnössä ovat noin 0,15–0,18 sekuntia ja keihäänheitossa noin 0,10–0,15 sekuntia. (Zatsiorsky & Kramer 2006)

Elimistön maksimaalinen hapenottokyky on yksi kestävyysjuoksun tärkeimmistä mitta-reista. Sillä seurataan urheilijan aerobisen kunnan kehittymistä. Se kertoo hengitys- ja verenkiertoelimistön kyvystä kuljettaa happea maksimalisessa fyysisessä rasituksessa. Sitä voidaan mitata hengityskaasuanalyysillä suorilla maksimitesteillä tai epäsuorasti arviointimenetelmien, kuten kuntotestien perusteella. Kilpaurheilijoilla käytetään kuitenkin pääsääntöisesti suoria mittauksia, koska he kestävät maksimaalisen rasituksen ja tulos on näin tarkempi, kuin epäsuorilla testeillä. Kenttäolosuhteissa mittaus tapahtuu useimmiten kannettavilla hengityskaasuanalysointilaitteilla.  $VO_{2max}$  mitataan joko yhdellä 5–10 minuutin kestoisella maksimikuormituksella tai nousujohteisella kuormituksella polkupyöräergometrillä tai juoksumatolla. Nousujohteisessa maksimitestissä kuormitusportaat ovat tasavauhtisia ja 2–3 minuuttia pitkiä. Tulos ilmoitetaan painoon suhteutettuna (ml/kg/min).  $VO_{2max}$  on testin aikana mitattu suurin hapenkulutuksen arvo minuuttia kohti.

Submaksimaalisten harjoitusalueiden määrittämiseksi mitataan suorissa maksimitesteissä yleensä myös aerobinen (Aek) ja anaerobinen (Ank) kynnys. Kynnystehojen määrittämisen avulla voidaan ohjelmoida urheilijoiden harjoittelua perus-, vauhti- ja maksimikestävyysominaisuuksien kehittämiseksi. Aerobisella kynnyksellä tarkoitetaan työtehoa, jossa veren laktaattipitoisuus alkaa ensimmäisen kerran kasvaa yli perustason nousujohteisen

kuormituksen aikana. Anaerobisella kynnyksellä tarkoitetaan työtehoa, jolla laktaatin (Bla) nousu alkaa kiihtyä nousujohteisen kuormituskokeen puolivälin jälkeen. (Nummela ym. 2007.)

#### 4.2 Ominaisuustaulukot valmennuksen apuna

Yleisurheilussa on kerätty vuosikymmeniä urheilijoiden kilpailu- ja testidataa sekä urheilijoiden fyysisiä ominaisuuksia ja tutkittu miten eri testi- ja ominaisuustulokset korreloivat lajisuoritusten tulosten kanssa. Tätä voidaan kutsua eräänlaiseksi historiadataksi. Näiden havaintojen perusteella on kehitetty erilaisia ominaisuustaulukoita (taulukko 4), joista käy ilmi millaisia ominaisuuksia vaaditaan tietyn tulostason saavuttamiseksi.

Urheilijoiden fyysisten ominaisuuksien lisäksi on tutkittu eri lajien tekniikoita ja niihin liittyviä voimia ja muita muuttujia monelta kantilta hyvinkin tarkasti. Tiedetään muun muassa, minkälainen on optimaalinen polvikulma, askeltiheys tai askeleen lentoaika pika- tai aita-juoksussa, millaisella voimalla ja missä kulmassa heittovälinen lentää pisimmälle.

	KUULA		KIEKKO		MOUKARI		KEIHÄS	
	N	M	N	M	N	M	N	M
<b>TULOSTASO (m)</b>	18	20	60	65	65	80	65	85
raaka tempaus (kg)	90	130	80	130	70	120	75	105
raaka rinnalleveto (kg)	110	170	105	180	90	170	90	140
etukyyky (kg)	115	200	100	185	100	180	90	170
takakyyky (kg)	170	250	130	260	130	230	110	200
penkkipunnerrus (kg)	100	190	100	200			80	140
5-vuoroloikka (m)	14.2	16.85	13.5	17.0	13.4	16.0	14.0	16.3
3-tasoloikka (m)	8.7	10.5	8.2	10.5	8.2	9.6	8.5	10.0
kuula P.Y.T. (m)	19.0/4	21.0/7	18.0/4	20.0/7	18.0/4	20.0/7		21.0/5
kuula A.E. (m)	17.5/4	19.0/7			16.5/4	18.5/7	17.5/4	
kuula P.Y.E (m)			16.5/3	18.5/4			18.0/2	18.0/4

P.Y.T = pään yli taakse

A.E. = alhaalta eteen

P.Y.T = pään päältä eteen

kuulan paino tuloksen yhteydessä

Taulukko 4. Eri heittolajien voimaominaisuusvaatimukset kansainvälisellä tasolla (N = naiset, M = miehet) (mukailtu Auvinen/SUL heittonormisto, kirjassa Huippu-urheilvalmennus, 262)

80-luvulla keihäänheitossa panostettiin heittäjän fyysisiin ominaisuuksiin, kun kilpailutuloksia ja voimatestien tuloksia verratessa huomattiin voimaominaisuuksien korreloivan vahvasti heiton pituuteen (Bauersfeld & Schröter 1989). Ominaisuustaulukko kertoi tietylle heiton metrimäärälle vaadittavan tason. Kuitenkin viime vuosina huipulle on noussut heittäjiä, joiden fyysiset ominaisuudet eivät korreloi niin vahvasti heittopituuden kanssa, joten ominaisuustaulukkoa ei enää niin orjallisesti seurata. (Valleala ym. 2016).

Erilaiset ominaisuustaulukot ovat valmentajien apuna, myös tunnistettaessa lahjakkuuksia nuorten urheilijoiden parista kilpailusuoritusten lisäksi.

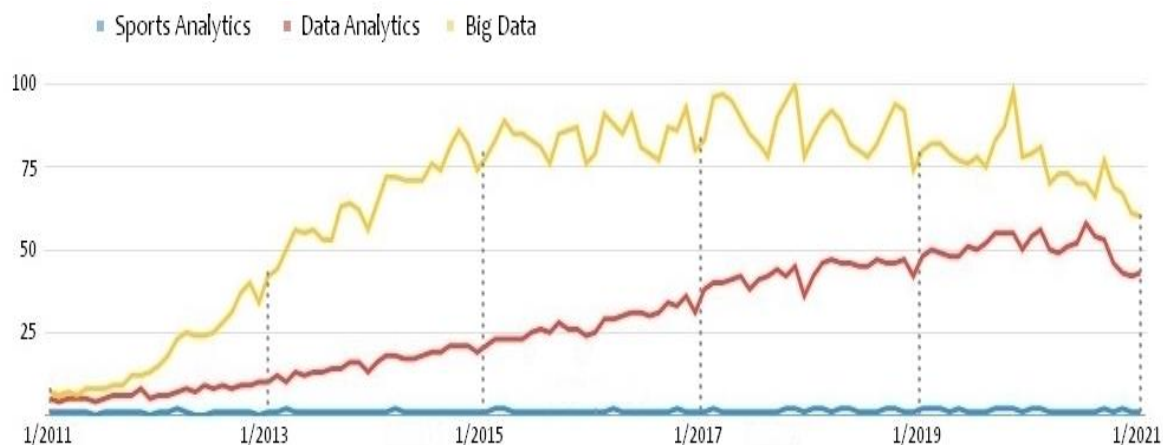
## 5 URHEILUANALYTIikka

### 5.1 Yleistä

Data-analytiikan hyödyntäminen urheilussa lisääntyy maailmalla jatkuvasti ja teknologiat kehittyvät vastaavasti siinä mukana (Basole & Saupe 2016). Urheilijan tai joukkueen päälimmäisenä tavoitteena on voittaa vastustaja ja voittoa yritetään tavoitella myös urheilu-analytiikan keinoin. Urheilu-analytiikka sisältää datan keräyksen, sen jalostamisen hyödynnettävään muotoon ja jalostetun datan hyödyntämisen eli eksplisiittisen tiedon hyödyntämisen. Datan keräämisen ja jalostamisen jälkeen analytiikassa hyödynnetään saatua tietoa. Urheilu-analytiikka voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan sen mukaan, analysoidaanko urheilijan tai joukkueen suoritusta, urheiluliiketoimintaa vai terveyden edistämistä ja loukkaantumisten ehkäisemistä. (Davenport 2014). Nykyään lähes kaikilla huipulla olevilla suosituimpien lajien yksilöurheilijoilla ja joukkueilla on omat analyttikot tai kokonaiset analytiikkatiimit.

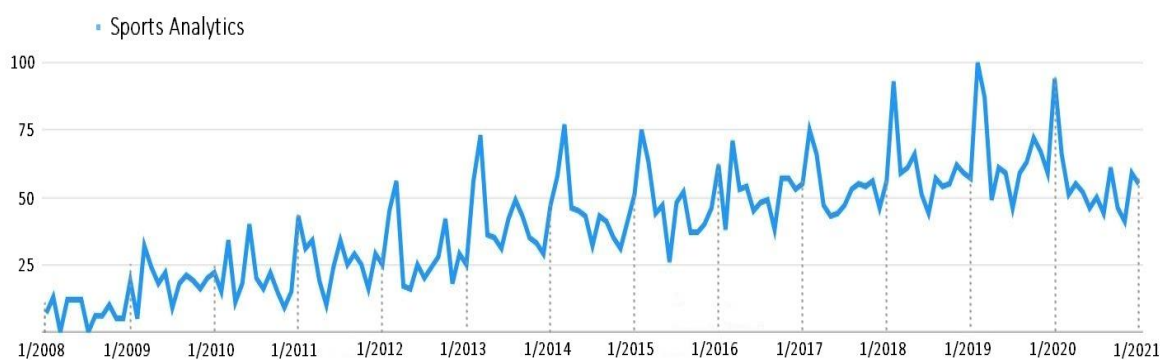
Urheilu-analytiikan avulla valmennus ja muu johto saavat dataa myös päätöksenteon tueksi. (Shields 2016). Sitä käytetään hyödyksi kaikissa suurimmissa ammattilaisurheilutapahtumissa kuten olympialaisissa, jalkapallon MM-kilpailuissa, formula 1 -kilpailuissa, amerikkalaisen jalkapallon Super Bowl -ottelussa ja tenniksen Grand Slam -turnauksissa (Basole & Saupe 2016). Tapahtumat tuottavat valtavia määriä reaaliaikaista dataa, jota oikein hyödyntämällä voidaan saada arvokasta tietoa moneen eri tarkoitukseen. Urheilu-analytiikka (Sports Analytics) on Alamarin (2013) mukaan analyttisten mallien soveltamista dataan päätöksenteon tueksi ja kilpailuedun luomiseksi urheilun saralla. Tan, Hedman & Xiaon (2017) mukaan käsitteellä kuvataan analytiikan toteuttamista yleisesti ammattiuurheilun toimialalla.

Google Trends tarjoaa otoksen Googlelle lähetetyistä hakupyynnöistä. Kuviossa 7 on kuvaaja 1.1.2011–1.1.2021 välillä maailmanlaajuisesti suoritetuista hauista sanoille Sports Analytics, Data Analytics ja Big Data. Data on normalisoitu siten, että jokainen datapiste on jaettu maantieteellisen sijainnin hakujen kokonaismäärällä ja sen edustamalla ajanjaksolla, jotta suhteellista suosiota voidaan verrata. Ellei näin tehtäisi, kärjessä olisivat aina alueet, joilla hakujen määrä on suurin. Tulokset on skaalattu välille 0–100. 0 on alue, jolla termistä ei ole saatavilla riittävästi tietoa ja 100 on alue, jolla termi on suosituin. Tuloksista on poistettu myös saman käyttäjän lyhyen ajan sisällä suorittamat toistuvat haut samalle asialle tai aiheelle.



Kuvio 7. Hakujen määrä 1.1.2011–1.1.2021 (mukailtu Google Trends 2021)

Kuviosta näkee miten Sports Analyticsin haut ovat vielä vähäisiä verrattuna Big Data ja Data Analytics hakuihin, mutta jos katsotaan pelkkää Sports Analytics hakua (kuvio 8) ajanjaksolla 1.1.2008–1.1.2021 nähdään, miten senkin suosio on kasvanut. Google Trendsin mukaan viisi aluetta, jolla hakutermi on ollut suosituin kyseisellä ajanjaksolla ovat; Irlanti (100), Yhdysvallat (95), Kanada (68), Iso-Britannia (56) ja Australia (55).



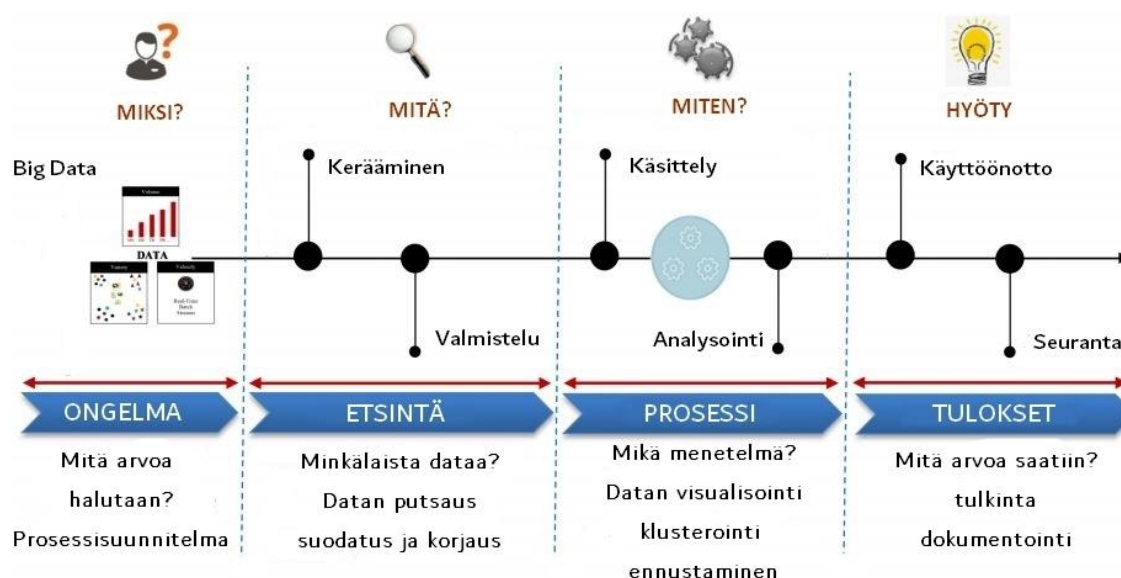
Kuvio 8. Hakujen määrä 1.1.2008–1.1.2021 (mukailtu Google Trends 2021)

Mistään pohjoismaasta ei löytynyt riittävästi hakuja kyseisellä termillä kyseessä olevalta ajanjaksolta, jotta se olisi voinut tehdä kuvaajan kyselyistä. Sen sijaan Euroopan maista Espanja, Ranska, Saksa, Alankomaat ja Turkki olivat kyseistä termiä hakeneet siinä määrin, että tieto riitti kuvaajaan. Italia ei kuulunut joukkoon.



## 5.2 Urheiluanalytiikka yksilö- ja joukkuelajeissa

Koska datan on todettu antavan etua vastustajaan nähden, pyritään sitä käyttämään hyödyksi myös yksilölajeissa. Lajin suosio ja sitä myötä myös analytiikkaan käytettävät resurssit korreloivat vahvasti keskenään. Kuitenkin teknologian kehittymisen myötä ja tietotaidon lisääntyessä jokainen urheilija saa jonkinlaisia analyysejä hyödynnettäväkseen pienelläkin panostuksella käyttämällä markkinoilta löytyviä teknologioita, joista osa on täysin ilmaisia. Ja mikäänhän ei estä urheilijaa itseään tai valmentajaa tekemästä omia analyysejä omasta datasta esimerkiksi Excelin avulla, jos taitoa riittää. Dataa kerääntyy helposti jokaisen saataville mutta merkityksellistä on, miten sitä osataan hyödyntää.



Kuvio 9. Miten dataa voidaan hyödyntää (mukailtu Sedkaoui & Moualdi 2018, 24)

Kuviossa 9 on esitetty karkeasti massadatan analysointiprosessi. Ensimmäiseksi täytyy tunnistaa ongelma ja tehdä prosessisuunnitelma, tiedostaa mitä halutaan datan avulla saada selville, minkälaista dataa kerätään ja millä menetelmällä. Entä miten sitä käsitellään ja mitä analysointityökaluja käytetään. Miten saatu tieto esitellään ja dokumentoidaan, jotta saatu tieto on ymmärrettävässä muodossa ja sitä voidaan hyödyntää.

Yleisurheilussa massadatan lähteenä on usein biometrinen data, jota saadaan suurnopeuskameroita käyttämällä. Tämän avulla pyritään analysoimaan urheilijan suoritusta mahdollisimman tarkasti. IAAF on tehnyt biomekaanista tutkimusta vuodesta 1987 lähtien. Se julkaisi vuonna 2018 kaikkien aikojen suurimman biomekaniikkatutkimuksen, jonka se

teki yhdessä Leeds Beckett yliopiston kanssa vuoden 2017 Lontoon MM-kilpailuista. Tutkimuksessa analysoitiin kaikkien finalistien suoritukset kattavasti 3D tekniikkaa käyttäen lajeissa kuten 100 m, 200 m, 400 m, 3000 m estejuoksu, 10 000 m, maraton, korkeus-, seiväs- ja pituushyppy, kolmiloikka, kiekon- keihään ja moukarinheitto. Suoritukset kuvattiin 49 suurnopeuskameran avulla. Työhön kului vuosi, jonka tuloksena syntyi 38 perusteellista raporttia. Pelkästään 100 m juoksua kuvasi 23 suurnopeuskameraa, joiden kuvista analysoitiin muun muassa urheilijoiden askelpituudet, lentoajat ja nivelkulmat sekä muita tärkeitä biomekaanisia muuttujia. Heittoanalyysissä keskityttiin muun muassa heiton eri vaiheiden nopeuksiin, heittokulmaan ja -korkeuteen. Hypyissä tarkasteltiin erilaisia muuttujia kuten ponnistuskulmia, erilaisia nopeuksia hyppyjen eri vaiheissa sekä askelpituuksia ja kontaktiaikoja. Tutkimuksessa saatiin urheilijoiden biomekaniikan lisäksi selville lajikohtaisia yksityiskohtia kuten se, että estejuoksussa vesiesteiden ylitystekniikka oli ratkaisevassa asemassa mitalitaistossa. Mitalit joko voitettiin tai hävittiin vesiesteillä. Raportit tarjosivatkin yksityiskohtaista tietoa valmentajille ja urheilijoille, mutta niiden avulla pystyttiin myös tarjoamaan urheilufaneille mielenkiintoisia yksityiskohtia urheilijoiden suorituksista. Datan avulla tarjotaankin usein urheilufaneille mielenkiintoisia yksityiskohtia kilpailun, pelin tai ottelun kulusta sekä urheilijoista. (IAAF 2018c.)

Eri urheilulajeissa onkin jo kauan näytetty katsojille erilaista dataa pelin tai ottelun kulussa. Esimerkiksi tenniksen Grand Slam-turnauksissa katsojat saavat tietoa kaksoisvirheiden määrästä, ykkössyöttöjen ja ässien onnistumisprosentista ja pelaajan niin kutsutuista helpoista virheistä. Kilpailuissa käytetään myös tutkia, joilla katsojille voidaan näyttää syöttöjen nopeudet. Suuremmissa kilpailuissa on käytössä myös videopohjainen Hawk Eye-teknologia, jonka avulla nähdään, oliko syöttö sisällä vai ulkona, jos ihmissilmä ei sitä pysty todentamaan. Novak Djokovic oli ensimmäisiä data-analytiikkaa hyödyntäviä pelaajia. Tenniksessä data-analytiikan sanotaan alkaneen Dartfishin kehitettyä videoanalyysiohjelmistonsa, jonka avulla urheilijoiden liikkeitä pystyttiin analysoimaan. (Kamakshi 2020.)

Kuten on jo mainittu, urheiluanalytiikkaa käytetään nykyään monipuolisesti hyödyksi myös monissa joukkuelajeissa kuten jalkapallossa, koripallossa ja baseballissa. Dataa voidaan hyödyntää myös pelaajien vertailussa ja heidän arvonsa määrittelyssä joukkueelle (Vinué & Epifanio 2017). Urheiluanalytiikan avulla pelaajia voidaan vertailla esimerkiksi heidän fyysisten ominaisuuksiensa osalta (Balli & Korukoglu 2014). Merkittävä eksplisiittisen tiedon hyödyntämisen kohde on myös loukkaantumisten analysointi ja ennakointi. Jalkapallojoukkue AC Milan oli yksi ensimmäisistä suurten videodatamassojen hyödyntäjistä pelaajien loukkaantumisten analysoimisessa ja ehkäisemisessä. Seura perusti oman tutkimuskeskuksen MilanLabin, jossa käytetään lukuisia fyysisen puolen mittaamisen

tekniikoita. Jokaisesta pelaajasta saadaan biomekaanista, lihaksistollista ja henkistä dataa. Pelaajien suorituksesta esimerkiksi vertikaalisista hyppyistä kerätään myös videodataa eri laitteilla tietyin väliajoin. Jos pelaajan data on odotetun vaihteluvälin ulkopuolella järjestelmä antaa siitä hälytyksen. Seura pyrkii analysoimaan näitä datamassoja ja käyttämään niitä loukkaantumisten todennäköisyyksien ennustamisessa. MilanLabin käyttöönoton jälkeen loukkaantumiset ovatkin vähentyneet merkittävästi. (Davenport 2014.)

Tarkasteltaessa urheilijan tai joukkueen suorituskykyä yksi olennaisimmista tarkastelun kohteista on KPI-mittarit (Key Performance Indicators). Näitä tärkeimpiä yksittäisen urheilijan tai joukkueen suorituskykyyn vaikuttavia tekijöitä joukkueurheilussa ovat muun muassa pelaajien väliset etäisyydet kentällä, pelaajien väliset optimaaliset kulmat eri pelitilanteissa, pelivälineen hallussapitoaika, pelaajan nopeus eri tilanteissa, kuljettu matka sekä erilaiset pelaajien fyysiset ominaisuudet, kuten syke- ja laktaattitaso. (Alamar 2013.)

Strategiaa suunnitellaan esimerkiksi sen mukaan, millainen vastustaja on ja ketä omassa joukkueessa pelaa. Vastustajan analysointiin liittyy vahvasti myös tulevan ennustaminen, johon urheiluanalytiikan avulla eksplisiittistä tietoa voidaan hyödyntää (Yue ym. 2014).

Tällä tulevan ennustamisella tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että tiedetään, mitä vastustaja yleensä tekee ja miten heidät voisi voittaa. Vaikka nykyisin apuna on paljon dataa ja siitä jalostettua eksplisiittistä tietoa, tulevan ennustaminen on silti hankalaa (Gudmundsson & Horton 2017). Strategian suunnittelun lisäksi voiton todennäköisyyttä yritetään nostaa valitsemalla oikeat pelaajat joukkueeseen ja laittamalla heidät oikeisiin rooleihin.

### 5.3 Datan kerääminen

Antiikin kreikan voittajista on melko kattava voittajaluettelo olemassa jo vuodesta 776 eKr. lähtien. Tuloksista ei ole tietoa, mutta voittajien nimet ja uroteot ovat jääneet historiaan. Tätä voitaneen pitää varhaisimpana yleisurheiluun liittyvänä kerättynä datana. Kilpailu- ja ottelutulosten muodossa urheiludataa on kerätty baseballista ja yleisurheilusta jo noin 1850-luvulta lähtien. Ensimmäinen kirjattu yleisurheilutulos IAAF:n vuosikirjassa (2015) on 100 jaardin juoksu Cambridgesta vuodelta 1855. Ison-Britannian vanhimmat yliopistot ovatkin olleet merkittävässä asemassa ensimmäisten tulosten kirjaamisessa. Aluksi vain voittajan nimi ja tulos kirjattiin ylös, toisen ja kolmannen aikaa ei mitattu, mutta nimi saattoi jäädä tietoon. Toisinaan tulosten yhteydessä kerrottiin vallitsevista sääolosuhteista tai kilpailun kulusta. Nykyään kaikkien virallisten kilpailujen tuloksista jää jokaisesta osallistujasta dataa moneen paikkaan ja sitä kerätään erilaisiin tietokantoihin. Yleisurheilussa tulosdatan lisäksi urheilijasta saadaan dataa aikaisemmin esiteltyjen puettavien teknologioiden, antureiden ynnä muiden mittalaitteiden lisäksi videotallenteista, joita on kuvattu suurnopeuskameroilla. (Koski ym. 2004; IAAF 2015.)

Yksilö- ja joukkueurheilussa hyödynnetään nykyisin myös IoT-laitteita dataa kerättyä, kuten aikaisemmin on esitetty. Puettavien IoT-laitteiden lisäksi teknologiaa voidaan hyödyntää myös urheilukentälle asennettavissa sensoreissa tai pelivälineeseen lisättyssä siirussa. Videotallenteet ja muista multimediatyypisistä lähteistä tuotettu data voidaan luokitella jäsentelemättömäksi eli strukturoimattomaksi dataksi, koska sitä on haastavaa käsitellä perinteisin työkaluin, mutta sitä on helppo kerätä moderneilla työkaluilla ja edullista säilyttää. Isoista datamääristä puhuttaessa törmätään käsitteeseen massadata (Big Data), jonka määritelmiä on useita, mutta pääsääntöisesti voidaan puhua datasta, jota syntyy valtavia määriä lyhyessä ajassa erilaisista lähteistä, joita on hyvin erilaisia kuten erilaisista koneista, antureista, videoista, satelliiteista ja sosiaalisesta mediasta. Urheiluanalytiikassa massadatan lähteinä ovat useimmiten videodata, biometrinen data ja sijaintidata. Useasti puhutaan myös kolmen V:n mallista, jotka tulevat englannin kielen sanoista *volume* (määrä), *velocity* (nopeus) ja *variety* (monimuotoisuus). Tähän liitetään usein neljänneksi *value* (arvo), koska datan jalostuessa tiedoksi sen arvo kasvaa. (Gandomi & Haider 2015; Miller 2015.)

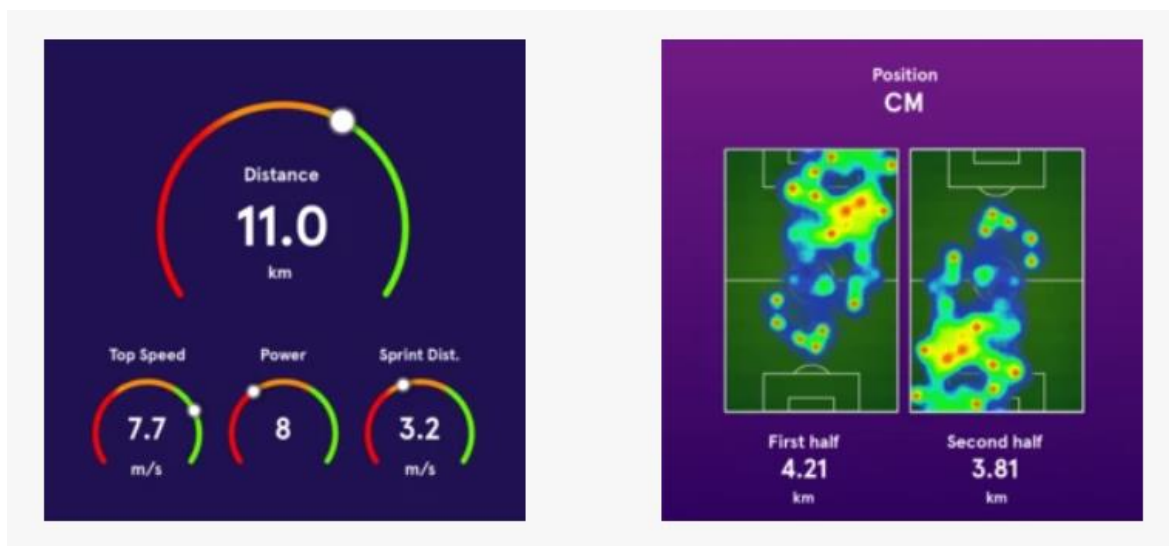
Urheilusta kerättyjä tilastoja voidaan pitää hyvin jäsenneilynä datana, sillä ne lajitellaan usein tapahtuman kirjaamishetkellä, kuten esimerkiksi yleisurheilussa tulokset, joukkuelajeissa ottelutapahtumat, kuten korit, maalit tai rangaistukset. Urheilussa käytettävä analytiikka perustuukin yleisesti hyvin paljon numeroihin, joiden avulla voidaan kuvata urheilijoiden tai joukkueiden suorituskykyä tilastoissa (Barlow 2015; Link 2018).

Aikaisemmin joukkuelajeissa, kun kameroita ei ollut keräämässä dataa, ihmiset joutuivat kirjaamaan manuaalisesti ylös esimerkiksi ottelutapahtumat. Tämän haasteena oli Franksin ja Millerin vuonna 1986 tehdyn tutkimuksen mukaan se, että lajiin perehtymätön ihminen onnistui keräämään vain noin 42 % ottelun tapahtumista. Uudemman, vuonna 2008 tehdyn tutkimuksen mukaan lajiin perehtynyt ihminen, kuten valmentaja pystyi huomioimaan noin 59 % ottelun tapahtumista, mutta ihmissilmä ei luonnollisestikaan pysty kaikkea havainnoimaan, oli se miten harjaantunut tahansa (Laird & Waters 2008).

Toisena haasteena manuaalisen tiedon keräämisessä on ollut se, että ottelutilastot kertovat ainoastaan sen mitä on tapahtunut. Nykyään halutaan tietää tarkemmin kentän tapahtumat ja miten niihin on päädytty (Lucey ym. 2013). Urheiluanalytiikan osalta perinteisimpiä datan lähteitä on ollut ottelutilastojen kerääminen sekä hyödyntäminen. Ottelutilastoja on kerätty pääosin vain hyökkäämispelaamisesta, jolloin puolustuspelaamisen statistiikka on jäänyt vähemmälle ja vain helposti huomattavia asioita on arvioitu puolustuksesta (Franks ym. 2015b).

Otteludataa on nykyään tarjolla myös monien seurantapalveluihin erikoistuneiden yritysten toimesta. Ne tarjoavat palvelujaan vedonlyöntisivustoille, televisioyhtiöille, sarjoille ja itse joukkueille. Pelikenttiä seuraakin nykyään omilla järjestelmillään useita eri toimijoita. Seurantapalveluihin erikoistuneiden yritysten lisäksi seuranta tekevät seurajat ja sarjat itse sekä media. 2000-luvulla on syntynyt useita uusia otteluseurantaan erikoistuneita yrityksiä, kilpailun ollessa kovaa. Yksi suurimmista on amerikkalainen ChyronHego, jonka optinen TRACAB-järjestelmä pystyy määrittämään 25 kertaa sekunnissa X-, Y- ja Z-koordinaatit jokaiselle pelin kannalta tärkeälle asialle kentällä; pelaajille, tuomarille ja pallolle. Jokaisella yhtiöllä on omat järjestelmänsä ja algoritmitnsä, joiden perusteella dataa kerätään ja jalostetaan. Tämän takia tilastot eivät ole aina yhteneviä eri palveluiden välillä (Hallamaa 2018.)

Huippuseurojen jalkapalloilijat pelaavat usein GPS-sensoriliivit päällä. Liivin selkäosassa on pieni tasku GPS-sensorille, josta se lähettää dataa muun muassa pelaajan kulkemasta matkasta, juoksunopeudesta ja sen muutoksista, kiihdytyksistä ja jarrutuksista. Samalla seurataan usein pelaajan fyysistä kuormitusta ja näitä tietoja hyödyntämällä voidaan ehkäistä väsymyksestä aiheutuvia loukkaantumisia. (Alanen 2020). Pelaajan tuottamaa dataa voidaan seurata myös reaaliaikaisesti pilvipalvelun kautta. Kuvassa 7 on kuva sensoriliivin tuottamasta datasta (vasemmalla). Pelaajan liikkumista kentällä voidaan tarkastella ja analysoida niin kutsutun Heat Mapin avulla (kuva oikealla).



Kuva 7. Anturiteknologialla saatua GPS-dataa pelaajasta (PLAYR 2021)

Nykyään datan lähteenä toimii myös sosiaalinen media, jonka kautta esimerkiksi vedonlyöntisivustojen analytikot saavat tietoa urheilijoiden mahdollisista tunnetiloista ennen kilpailua tai peliä. Urheilijat keskustelevat Instagramin, Facebookin tai Twitterin kautta fanien ja muiden toimintaympäristössä olevien kanssa. He julkaisevat erilaisia päivityksiä kilpailuihin, peleihin tai muuhun elämäänsä liittyen. Urheilijoiden julkaisuja voidaan analysoida ja hankkia tietoa näiden avulla. (Xu ym. 2015)

## 6 TESTIDATAN ANALYSOINTI

### 6.1 Suositut analysointityökalut

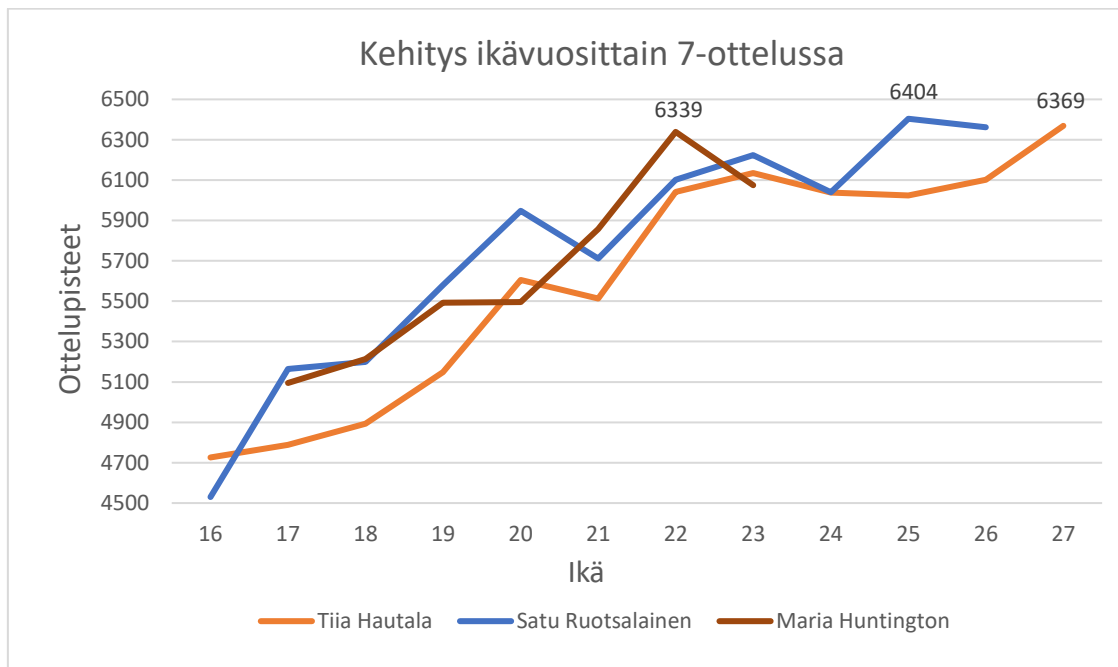
Urheiludataan liittyviä ongelmia ratkoessa erinomaisia työkaluja ohjelmointiin on R ja Python, joista R soveltuu erityisesti tilastollisiin ratkaisuihin ja Python tarjoaa hyödyllisiä kirjastoja esimerkiksi koneoppimiseen ja muihin tiedon louhinnan ratkaisuihin. (Miller 2015) Tässä opinnäytetyössä kokeiltiin miten Excel, RStudio ja PowerBI soveltuvat pienten visuaalisten analyysien tekoon. Dataa voidaan usein analysoida erittäin tehokkaasti visualisointitekniikoiden avulla. Visualisoinnilla on suuri merkitys, sillä silmä ja ihmismieli ovat tehokkaita työkaluja datan analysoinnissa (Runkler 2016). Tiedon visualisoiminen helposti ymmärrettävään muotoon onkin yksi data-analytiikan tärkeimmistä haasteista. Jos päätöksentekijät eivät ymmärrä mitä datan avulla kerrotaan, ei se saavuta täyttä arvoaan. Datat analysointiin ei tarvita kalliita ohjelmia, vaan jo pelkällä Excelilläkin pääsee alkuun. Sillä voidaan analysoida ja visualisoida dataa, mutta vaativampaan käyttöön on olemassa lukemattomia erilaisia ohjelmia, joista RStudio (käytetään yleisesti nimeä R), soveltuu erinomaisesti suurempien datamassojen käsittelyyn ja monimutkaisempien analyysien tekoon. PowerBI soveltuu näistä kolmesta parhaiten datan visualisointiin. Tässä kokeilussa keskityttiin suomalaisten naisten seitsenottelun yli 6000 ottelupisteen tulosdataan sekä kolmen eniten ottelupisteitä saaneen urheilijan kehitykseen. Hallitulosia ei huomioitu. Data kerättiin Tilastopajasta ja WA:n virallisilta sivuilta.

### 6.2 Excel

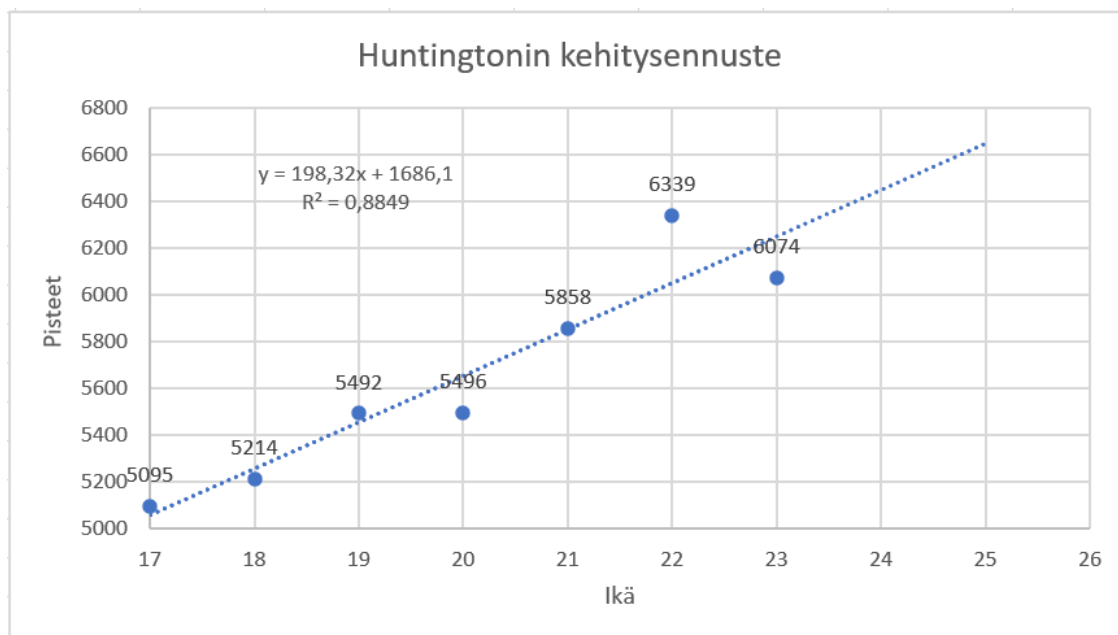
Microsoft Excel on taulukkolaskentaohjelma, joka on osa Microsoft Officea. Windowsiin ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1987. Se on yksi eniten käytetyistä Microsoftin ohjelmista. Vaikka Excel onkin taulukkolaskentaohjelma, sitä käyttää jopa 21 miljoonaa analytiikan ammattilaista työssään päivittäin, vaikka sitä ei ole siihen käyttöön suunniteltu. (IDC:n raportti, 2017). Excelillä voidaan laskea lukumäärä- ja prosenttiyhteenvetoja, ristiintaulukointeja sekä tilastollisia tunnuslukuja. Se soveltuu hyvin perusanalyysiin ja siinä on monipuoliset mahdollisuudet tulostaulukoiden ja graafisten esitysten muotoiluun (Taanila 2019). Excel-taulukkoon kerättyä dataa voidaan helposti siirtää erilaisiin analysointityökaluihin, kuten PowerBI:hin, SPSS:ään, RStudioon ja Pythoniin.

Kuviosta 10 nähdään, miten kolme eniten ottelupisteitä kerännyttä urheilijaa ovat kehittyneet ikävuosittain. Kuviosta nähdään Huntingtonin otelleen jo 22-vuotiaana huomattavasti paremmin, kuin Ruotsalainen ja Hautala saman ikäisenä, joskin kehitys 20-vuotiaana oli ollut hieman heikompaa, mutta noussut siitä tasaisesti. Ruotsalaisen ja Hautalan tulokset olivat vastaavasti notkahtaneet, mutta tämän jälkeen kehitys oli samansuuntaista 24-

vuotiaaksi asti. Huntingtonin viimeisin 6074 pisteen tulos on Lappeenrannan SM-kilpailuista vuodelta 2019, jolloin pituuden ja kuulan tulokset jäivät odotettua heikommiksi.



Kuvio 10. Kolmen parhaimman ottelijan tuloskehityksen seuranta ikävuosittain



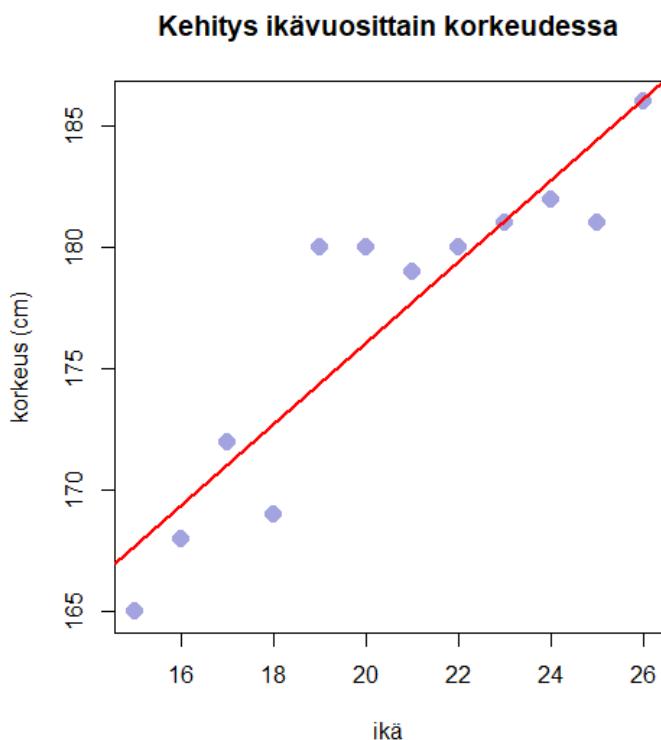
Kuvio 11. Maria Huntingtonin lineaarinen kehityssennuste seitseenottelussa



Kuviosta 11 nähdään Maria Huntingtonin lineaarinen kehitysennuste seitsenottelussa aikaisempien tulosten perusteella. Tuloskehitystä yritetäänkin usein ennustaa erilaisten mallien avulla, mutta usein se on erittäin hankalaa, koska urheilijan tuloskehitykseen vaikuttaa paljon erilaisia muuttujia, joita ei voida ennustaa. Regressiomallien luotettavuuteen vaikuttaa myös aineiston koko ja laatu. Tässä tapauksessa ennustetta ei voida pitää luotettavana, koska havaintojen määrä (7) on liian pieni ennustamiseen. Otoksoon ollessa pieni voi suurikin korrelaatio olla tilastollisesti ei merkittävä, kun taas suurella otoskoolla voi mittämättömältäkin näyttävä korrelaatio olla tilastollisesti merkittävä (Metsämuuronen 2000).

### 6.3 RStudio

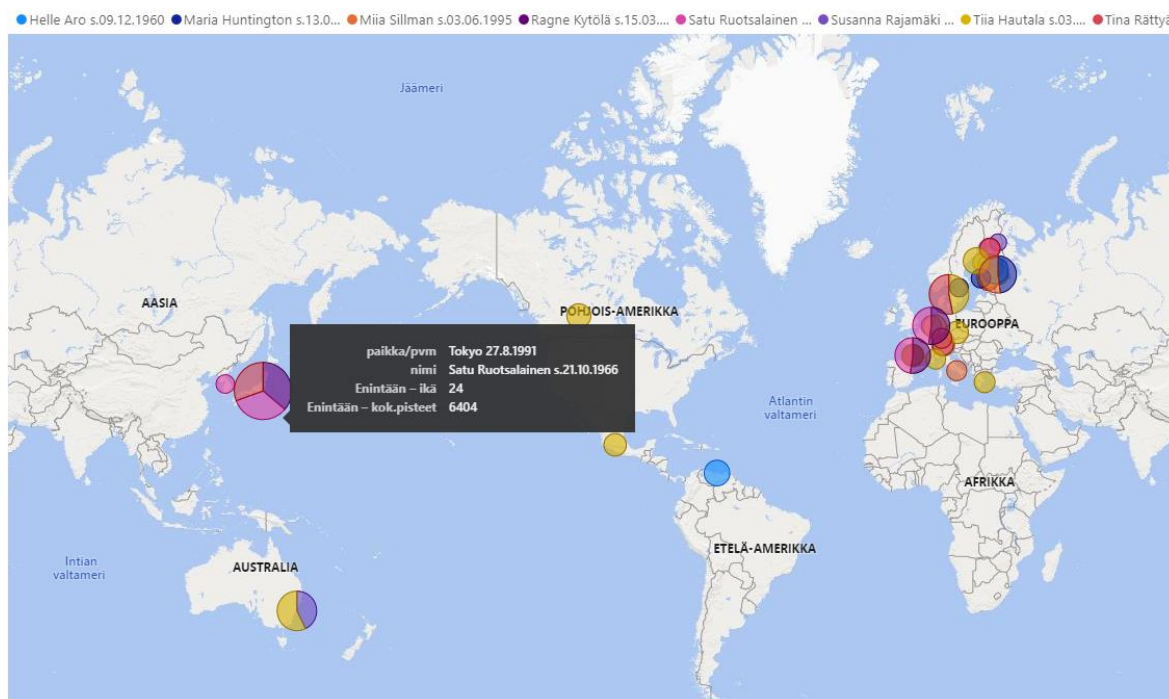
RStudion työpöytäsovellus on ilmainen, avoimen lähdekoodin integroitu kehitysympäristö R-ohjelmointikielelle. R-ohjelmointikieli on kehitetty tilastotieteellistä ohjelmointia varten vuonna 1993. RStudio on saatavissa kaikille yleisimmille käyttöjärjestelmille kuten, Windows, Mac OS ja Linux. Ohjelmasta on saatavilla yrityksille ja organisaatioille myös maksullisia versioita, jotka tarjoavat enemmän toimintoja ja palveluja. Ohjelmaan on saatavilla erilaisia ilmaisia datapaketteja ja algoritmeja, joita voi ladata tarvittaessa käyttöön. Yksityisen kuluttajan tarpeisiin riittää usein maksuton työpöytäsovellus. Ensimmäinen beetaversio julkistettiin vuonna 2011. (RStudio 2021.) Kuviossa 12 on esitetty Satu Ruotsalaisen kehitys korkeushypyssä ikävuosittain lineaarisen trendiviivan avulla.



Kuvio 12. Satu Ruotsalaisen kehitys korkeushypyssä

## 6.4 PowerBI

PowerBI on Microsoftin vuonna 2015 julkaisema datan raportointi-, analysointi- ja visualisointityökalu, jonka avulla voidaan tehdä näyttäviä visuaalisia raportteja ja analyyskejä. Sovellus on julkaistu myös Windows 10-, iOS- ja Android-mobiililaitteille. Dataa voidaan tuoda ja jakaa useista eri lähteistä kuten Excel-taulukoista, SQL-tietokannoista tai internetin avoimista lähteistä ja näitä tietolähteitä voidaan yhdistää yhdeksi tietomalliksi. Ohjelmassa on helppo määritellä raporteille erilaisia tyyliä, jos haluaa panostaa visuaaliseen ilmeeseen. PowerBI Desktop on ladattavissa ilmaiseksi. Ohjelman opetteluun on olemassa erilaisia ilmaisia verkkoseminaareja, YouTube-videoita tai apua voi pyytää PowerBI-yhteisöltä. (PowerBI 2021.) Ohjelmalla saatiin helposti luotua esimerkkitietoa kartta, missä näkyvät kaikki kaupungit, joissa yli 6000 pisteen ottelut on oteltu sekä päivämäärä, ottelutulos, tuloksen tekijän nimi, syntymäaika sekä ikä tulosta tehdessä (kuva 8). Yksityiskohtaiset tiedot saa näkyviin, mentäessä hiirellä kunkin kaupungin päällä olevan pallon päälle. Haluttuja kaupunkeja ja maanosia voidaan tarkastella lähemmin zoomaamalla.



Kuva 8. PowerBI ohjelmalla testidatasta luotu kartta ottelutuloksista, ottelupaikoista ja ottelijoista

## 6.5 Tutkimusdatan kerääminen ja käsittely

Tutkimusdata kerättiin käsin Tilastopajan julkaisemasta Suomen kaikkien aikojen tilastosta (Tilastopaja 2020) ja kansainvälisen yleisurheiluliiton WA:n sivuilta (WA 2020). Tilastopaja julkaisee kaikki virallisten yleisurheilukilpailujen tulokset, lukuun ottamatta 7-vuotiaiden tai sitä nuorempien tuloksia. Osa tuloksista on vapaasti saatavilla, osa kuuluu maksulliseen sisältöön, kuten kaikkien aikojen tilastot. Tulostietoa on kerätty monesta eri lähteestä ja sitä on hyvin kattavasti saatavilla. Tilastot ja urheilijasivut muodostetaan tietokannasta, johon kaikki tulokset tallennetaan. Tietokannasta löytyy noin 4,3 miljoonaa tulosta sekä 190 800 urheilijaa. (Tilastopaja 2021.)

Tutkittavana datana oli Suomen kaikkien aikojen tilaston yli 6000 pisteen ottelut, joita oli yhteensä 49 kpl (11/2020). Ne otteli 8 urheilijaa; Tiia Hautala (19), Satu Ruotsalainen (9), Tina Rättyä (7), Ragne Kytölä (4), Helle Aro (3), Maria Huntington (3), Susanna Rajamäki (2) ja Miia Sillman (2). Hieman lähemmin tutkittiin myös kolmen eniten ottelupisteitä saaneen urheilijan kehitystä (Ruotsalainen, Huntington ja Hautala). Ruotsalainen otteli ensimmäisenä Suomalaisena yli 6000 pistettä vuonna 1988, Huntingtonilla oli viimeisin tulos kesältä 2020. Ruotsalainen pitää edelleen hallussaan Suomen ennätystä 6404 pistettä vuodelta 1991. Laskettaessa näiden kahdeksan ottelijan tunnuslukuja selvisi muun muassa, että ottelijoiden pituuden keskiarvo oli 175 cm ja ikä tuloksia tehdessä 25 vuotta, ikähaarukan ollessa 20–32 vuotta.

Tutkimusdataa käsiteltiin, kuten data-analytiikassa on tapana. Ennen kuin raakadataa, eli käsittelemätöntä dataa lähdettiin analysoimaan, se putsattiin. Tarkistettiin, löytyikö puuttuvia tai täysin mahdottomalta näyttäviä arvoja, koska analyysin tulos riippui luonnollisesti käytetyn datan laadusta, vaikka tässä muutaman ottelupisteen erolla ei merkitystä olisi ollutkaan. Koska testidata oli määrällisesti pieni ja se kerättiin käsin kahdesta eri lähteestä, huomattiin ottelutuloksissa eroja. Isommasta datamäärästä ei pystytä eikä ole tarkoituksenmukaistakaan kyseenalaistaa tietoa, ellei data ole selvästi poikkeuksellisen näköistä tai sen arvo on muuten poikkeava. Koska eroavaisuuksia tuloksissa huomattiin eikä tilastopajan tai kansainvälisen yleisurheiluliiton sivuilla ollut näkyvissä lajikohtaisia pisteitä, ne laskettiin käsin Wieniläisen matemaatikon Dr. Karl Ulbrichtin kehittämien kaavojen ja pistelaskujärjestelmän mukaan (Taulukko 5). Näin pystyttiin korjaamaan virheet. Internetistä löytyi myös laskureita, joiden avulla pisteet sai lasketuksi, mutta laskurin todettiin tekevän toisinaan virheitä ainakin 200 metrin juoksun pisteiden laskussa.

Pisteet laskettiin kaavojen avulla, jossa  $P$  = pisteet,  $T$  = aika sekunneissa,  $M$  = korkeus tai pituus senttimetreissä ja  $D$  = pituus metreissä. Arvot  $a$ ,  $b$  ja  $c$  löytyvät 5. taulukosta.

Juoksuissa (200 m, 800 m ja 100 m aj.)

$$P = a \cdot (b - T)^c$$

Hypyissä (korkeus ja pituus)

$$P = a \cdot (M - b)^c$$

Heitoissa (kuula ja keihäs)

$$P = a \cdot (D - b)^c$$

Laji	a	b	c
200 m	4.99087	42.5	1.81
800 m	0.11193	254	1.88
100 m aj.	9.23076	26.7	1.835
korkeus	1.84523	75.0	1.348
pituus	0.188807	210	1.41
kuula	56.0211	1.50	1.05
keihäs	15.9803	3.80	1.04

Taulukko 5. Seitsenottelun pistelasku (mukailtu IAAF 2001)

Laskutoimituksen tuloksena saadun P:n arvosta huomioidaan pisteinä vain luvun kokonaisosa. Jos P:ksi saadaan esimerkiksi 557,4578 pisteiksi merkitään 557. Tuloksia ei siis pyöristetä. Yli 6000 pisteen ottelijoista tehtiin Excel-taulukko, johon merkittiin nimi, syntymäaika, urheilijan pituus, ikä tulosta tehdessä, ottelupaikka ja päivämäärä, jokaisen seitsemän lajin tulos sekä ottelupisteet erikseen. Numeerisista sarakkeista laskettiin analyseissä yleisesti käytettäviä tilastollisia tunnuslukuja, kuten keskiarvo, keskihajonta, mediaani, minimi, maksimi, alaneljännes ja yläneljännes. Nämä samat tunnusluvut laskettiin myös jokaiselta urheilijalta erikseen kaikista kilpailuista. Länmukaisia kehityksiä laskettaessa otettiin jokaiselta kolmelta eniten ottelupisteitä saaneelta urheilijalta huomioon paras saavutus vuosittain.

## 6.6 Naisten seitsenottelu

Naisten viisiottelu oli olympiaohjelmassa vuosina 1964–1980, jonka jälkeen se modernisoitiin seitsenotteluksi vuonna 1981 lisäämällä lajeihin keihäänheitto ja 800 metrin juoksu. Ensimmäiset Olympialaiset, joissa seitsenottelu oli mukana, kilpailtiin Los Angelesissa vuonna 1984 (IAAF 2015). Naisten seitsenottelun maailmanennätystä tuloksella 7291 pitää edelleen hallussaan Jacqueline ”Jackie” Joyner-Kersey, joka voitti Soulin

olympialaisissa sekä pituuden, että seitsenottelun olympiakultaa vuonna 1988. Taulukossa 6 on esitetty tulokset lajeittain. Vertailuna on vuoden 1991 MM-kilpailujen mitalikolmikron tulokset sekä Satu Ruotsalaisen ennätystulos samoista kilpailuista. Ruotsalainen oli tuloksellaan viides, samoin kuin Petri Keskitalo kymmenottelussa.

nimi	ikä	paikka/pvm	100m aj.	korkeus	kuula	200m	pituus	keihäs	800m	tulos
Jackie Joyner-Kersey	26	Soul 24.9.1988	12,69	186	15,80	22,56	727	45,66	2:08.51	7291
Sabine Braun	27	Tokyo 27.8.1991	13,32	191	13,62	24,49	667	48,66	2:16.09	6672
Liliana Năstase	29	Tokyo 27.8.1991	13,02	176	13,52	23,98	654	43,58	02:11,5	6493
Irina Belova	23	Tokyo 27.8.1991	13,70	185	13,23	24,13	633	40,96	2:05.23	6448
Satu Ruotsalainen	24	Tokyo 27.8.1991	13,54	188	12,46	24,20	618	47,04	2:13.24	6404

Taulukko 6. Joyner-Kerseyen ennätystulos sekä Tokion 1991 MM-kilpailujen tuloksia

Seitsenottelussa, kuten miesten kymmenottelussakin kilpaillaan kahtena peräkkäisenä päivänä lajijärjestyksen pysyessä aina samana. Seitsenottelussa otellaan ensimmäisenä päivänä 100 metrin aitajuoksu, korkeushyppy, kuulantyöntö ja 200 metrin juoksu. Toisena päivänä pituushyppy, keihäänheitto ja viimeisenä lajina 800 metrin juoksu. Jokaisesta lajista saa pisteitä tuloksen mukaan ja viimeisen lajin jälkeen eniten pisteitä kerännyt ottelija voittaa. Otteluja pidetäänkin yleisurheilun kuninkuuslajina sen vaativuuteen perustuen. Urheilijan täytyy hallita yhden sijasta kaikki edellä mainitut lajit, jotka vaativat tekniikan hallinnan lisäksi myös voimaa, kestävyyttä, nopeutta sekä hyvää palautumiskykyä. Näistä kaikista lajeista pitäisi vielä saada mahdollisimman hyvä suoritus aikaiseksi. Onnistumista vaikeuttaa yksityislajeihin verrattuna se, että otteluissa on vain kolme yritystä pituushypyssä ja heittolajeissa, tosin se on ihan ymmärrettävää urheilijan suorituskyky ja aikataulu huomioiden. Toisinaan tuuliolosuhteet aiheuttavat sen, että ennätyskelpoisen tuloksen saamiseksi joudutaan esimerkiksi pituushypyssä turvautumaan toiseksi tai kolmanneksi parhaaseen hyppyyn, jos tuulilukemien keskiarvo ylittää muutoin + 2 metriä sekunnissa (sääntö 200.8). (IAAF 2018)

Joyner-Kerseyen tuloksen kovuuden ymmärtämisessä auttaa se, että esimerkiksi 100 metrin aitojen Suomen ennätystä vuodelta 2019 pitää ulkoradoilla nimissään Annimari Korte ajalla 12,72 ja pituuden Suomen ennätystä Ringa Ropo-Junnilla tuloksella 685. Vaikka Ruotsalainen olisi tehnyt jokaisessa lajissaan ennätöksensä, ottelupisteiksi tulisi tilastopajan ennätystietojen mukaan 6659, joka jäisi vielä 632 pistettä Joyner-Kerseyen tuloksesta, joka on ottelupisteissä paljon.

## 7 HAASTATTELU JA SISÄLLÖNANALYYSI

### 7.1 Haastattelu laadullisena tutkimusmenetelmänä

Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä, se on aina tiettyyn aikaan ja paikkaan sidottu. Tutkimus rakentuu useimmiten aiemmista aiheeseen liittyvistä tutkimuksista sekä niistä tehdyistä teorioista, empiirisistä aineistoista sekä tutkijan omasta ajattelusta ja päättelystä. Laadullinen tutkimus sisältää paljon erilaisia lähestymistapoja ja aineistonkeruumenetelmiä. Tutkimustyössä käytetty menetelmä ei itsessään johda tietoon, vaan menetelmä on valittava sen mukaan, millaista tietoa halutaan. (Hirsijärvi ym. 2009.)

Tehdyt haastattelut sijoittuvat teemahaastattelun ja lomakehaastattelun väliin, joten kyseessä on puolistrukturoitu haastattelu. Puolistrukturoitu haastattelu etenee niin, että kaikille haastateltaville esitetään samat tai likipitään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Joidenkin määritelmien mukaan puolistrukturoidussa haastattelussa, kuten teemahaastattelussa voidaan vaihdella kysymysten järjestystä. Joskaan täysin yhtenäistä määrittäystä puolistrukturoitujen haastattelujen toteutuksesta ei ole.

Teemahaastattelu edellyttää haastateltavien tilanteen tuntemista ja huolellista aihepiiriin perehtymistä, jotta haastattelu voidaan kohdentaa haluttuihin asioihin. Sisältö- ja tilanneanalyysi on siis tärkeässä osassa teemahaastattelussa. Haastateltaviksi tulee valita sellaisia ihmisiä, joilla arvellaan olevan tietoa kiinnostuksen kohteena olevista asioista. Haastattelun tarkoituksena on muistuttaa enemmän keskustelua, kuin haastattelua. Kaikista määritellyistä teemoista tulee kuitenkin keskustella jokaisen haastateltavan kanssa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Tieteelliseen tutkimukseen kuuluu sen luotettavuuden arviointi, niin myös haastatteluun. Reliabiliteettia ja validiteettia tarkastellaan luotettavuuden arvioimisessa. Reliabiliteetti ilmaisee sen, miten luotettavasti ja toistettavasti käytetty mittaus- tai tutkimusmenetelmä mittaa haluttua ilmiötä. Kysymysten tulee olla yksiselitteisiä ja ymmärrettäviä. Validiteetti ilmaisee sen, miten hyvin tutkimuksessa käytetty tutkimus- tai mittausmenetelmä mittaa juuri sitä tutkittavan ilmiön ominaisuutta, mitä on tarkoituskin mitata. Validiteetti on hyvä silloin, kun tutkimuksen kohderyhmä ja kysymykset ovat oikeat. (Hirsijärvi ym. 2009me.)

Haastattelun validiteettia voidaan tarkastella erittäin monelta kannalta. Näkökulma voidaan valita tutkimusotteen- ja aiheen mukaan esimerkiksi loogiseen-, sisäiseen- tai sisältövaliditeettiin. Looginen- eli koettu validiteetti tarkoittaa tutkijan omaa, kriittistä näkemystä tutkimuksen oikeellisuudesta. Sisäistä validiteettia tarkasteltaessa mietitään, onko tutkimusstrategia valittu tutkittavan kohteen olemuksen mukaisesti. Entä onko ajalla merkitystä

tutkimuksen suorittamisessa, onko esimerkiksi haastattelujen välillä tapahtunut jotain, joka voi vaikuttaa haastateltavan tai haastattelijan mielipiteisiin tai ennakkokäsityksiin? Sisältö- eli aineistovaliditeetti kuvastaa sitä, miten hyvin aineiston analysointimenetelmä vastaa tutkimusaineistoa. Validiteettia voidaan tarkastella myös sen mukaan korreloiko se jonkun muun tutkimuksen tulosten kanssa. Laadullisessa tutkimuksessa voi kuitenkin olla hankalaa validoida tuloksia datan määrän ja analysointiprosessin vuoksi. (Saunders ym. 2009.)

Luotettavuuden arvioinnin lisäksi laadullisessa tutkimuksessa on tarkasteltava myös sen oikeellisuutta. Oikeellisuuden tehtävä on tarkastaa, että tutkimus on pätevä, eli onko sen osa-alueet tehty tarpeeksi perusteellisesti ja onko tulokset sekä niiden johtopäätökset oikeita ja esitetty johdonmukaisesti. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

## 7.2 Haastateltavien valinta ja toteutus

Aluksi oli tarkoitus tehdä sähköinen lomakekysely mahdollisimman kattavalle joukolle eri lajitaustan omaavia yleisurheiluvalmentajia, joilla tiedettiin olevan haluttua tietoa. Valmentajia lähestyttiin sähköpostitse tai sosiaalisen median, kuten Instagramin kautta, jos sähköpostiosoite ei ollut tiedossa. Heille esiteltiin tutkija ja kerrottiin kyselyn tarkoitus sekä se, että kyselyn vastaukset käsiteltäisiin anonymisti. Vastausprosentin jäädessä heikoksi (19 %), päätettiin keskittyä haastatteluihin.

Haastateltaviksi kysyttiin neljää eri lajitaustan ja valmennuskokemuksen omaavaa valmentajaa, joilla tiedettiin olevan haluttua tietoa aiheesta. Tutkimusaineistoksi otettiin neljän valmentajan haastattelut sekä kahden valmentajan sähköpostitse antamat vastaukset. Jatkoissa kuitenkin kaikkia tutkittavia (n=6) kutsutaan haastateltaviksi, vaikka se ei täysin pidä paikkaansa, mutta tässä se on perusteltu sillä, ettei vastaajien välillä tarvitse tehdä jaottelua, eikä heidän anonymiteettinsä kärsi. Haastateltavien annettiin päättää missä tai miten haastattelu tehdään. Haastattelun nauhoitukselle pyydettiin myös lupa, mihin kaikki suostuivat. Haastattelut kestivät 1–1,5 tuntia.

## 7.3 Haastattelun tulokset

Haastateltavat olivat noin 35–70-vuotiaita eri lajikokemuksen omaavia yleisurheiluvalmentajia, joiden valmennuskokemus oli 15 vuodesta yli 40 vuoteen asti ja heidän koulutuksensa valmentajan ammattitutkinnosta aina liikuntatieteen tohtoreihin asti. He toimivat valmentajina oman toimensa ohella, yrittäjänä oman toiminimen kautta tai eläkkeeltä käsin. Osa oli toiminut päätoimisenakin valmentajana useita vuosia jossain vaiheessa uraansa. Kaikilla oli omaa kilpaurheilutaustaa vaihtelevasti joko valmentamiensa lajien takana tai

muuten. Osalla oli SM-mitaleja nuorten tai yleisestä sarjasta, joten omakohtaista kokemusta löytyi myös tavoitteellisesta harjoittelusta ja sen vaatimuksista.

Kaikilla haastateltavilla tuntui olevan aitoa paloa valmentamiseen, yhdellä jopa siinä määrin, että heti eläkkeelle päästyään palasi valmennuksen pariin. Yhdelle omat, innostavat valmentajat olivat kimmokkeena uralle. Joku piti itsestään selvyytenä sitä, että kun oma ura päättyy, niin sitten jatketaan valmentajana. Osalla valmennusura lähti luontevasti käyntiin oman urheilu-uran jälkeen, osalla oli omaa uraa vielä vähän jäljellä, osaa pyydettiin valmentamaan. Yksi totesi olleensa vähemmän lahjakas urheilijana ja ajatteli käyttävänsä ajan hyödyllisempään tekemiseen ja alkoi käydä valmennuskoulutuksia ja valmentaa pian lopettamisensa jälkeen. Valmennukseen jäi ikään kuin ”koukkuun” ja se kiinnosti vaativuuden ja kansainvälisyyden vuoksi. Moni haastateltava oli toiminut myös erilaisissa luottamustoimissa yleisurheilun parissa usean vuoden ajan.

*”Lähti siitä, kun pääsi opiskelemaan valmennusta, niin oli luontevaa alkaa valmentamaan myös käytännössä, vaikka oma ura oli vielä vähän kesken.”*

*”Oli selvää, että sitten kun oma ura loppuu, niin itsestä tulee valmentaja. Tämä oli ehkä myös seurasta lähtöisin. Siellä kaikki valmentajat olivat entisiä urheilijoita.”*

*”Oma ura oli loppumaisillaan, kun pyydettiin piirissämme toimivan leirityksen kouluttajaksi. Toisen vuoden alkaessa yhden nuoren kotoa soitettiin ja pyydettiin valmentajaksi, vaikka minulla ei sen kummempaa valmentajakoulutusta ollut, vain oman uran tuoma kokemus.”*

*”Kun omat paikat hajosivat ja kaveripiiri oli lähinnä yleisurheilussa, valmentajista oli pulaa ja urheilijoita valtavasti, niin kaverit pistivät kursseille ja pyysivät valmentamaan.”*

70-luvun lopulla Münchenin kisojen jälkeen uudestaan alkanut juoksubuumi, sitten vuosisadan alun aiheutti sen, että yleisurheilu, varsinkin kestävyysjuoksu oli suosittua ja valmentajista oli pulaa. Suomalaisen valmennuskoulutuksen katsottiin alkaneen 60-luvun lopulla, jolloin Heikki Niininen oli luomassa SVUL:ssa (Suomen Valtakunnan Urheiluliitto) kolmiportaista CBA-valmentajakoulutusjärjestelmää. 70–80-luvun taitteessa nimitys muutui siten, että puhuttiin 1-, 2- ja 3-tason valmentamisesta ja 80-luvun alkupuolella tuli kansallinen valmentajatutkinto näiden yläpuolelle. Nämä kaikki tasot, myöskin kansallinen valmentajatutkinto oli tarkoitettu sellaisille valmentajille, jotka toimivat vapaaehtoisesti tai oman toimensa ohella, joilla ei ollut varsinaista liikunnallista pohjakoulutusta. 70-luvun lopulla käynnistyi Jyväskylän yliopistossa valmentajien koulutusohjelma, mikä oli merkittävä edistysaskel huippu- ja ammattivalmentajien koulutuksessa. 80-luvun lopulla kansallisen



valmentajatutkinnon pohjalle rakennettiin ammattivalmentaja-tutkinto, joka oli nimensä mukaisesti toisen asteen koulutusta. Siitä hioutui myöhemmin ammatillinen perustutkinto ja erikoisammattitutkinto.

*”Aika viidakko tämä valmentajakoulutusjärjestelmä on ollut. Nykyään tilanne on yksinkertaisuudessaan se, että on kaksi polkua. Toinen, ei liikunnallinen -peruspolku on esimerkiksi vanhemmille ja entisille urheilijoille, jotka haluavat siltä pohjalta lähteä valmentamaan ja toinen polku on niille, jotka käyvät opintoja yliopistossa tai ammattikorkeakoulussa.”*

Kaikki haastateltavat ovat valmentaneet aina sekä naisia, että miehiä. Tällä hetkellä haastateltavilla on valmennettavia 5–14 urheilijaan, ikähaitarin ollessa 14–40-vuotta. Valmennettavat kilpailevat suurimmaksi osaksi kansallisella kärkitasolla nuorissa ja yleisessä sarjassa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Joillakin entisillä valmennettavilla oli jopa arvokilpailumenestystä yleisessä tai nuorten sarjassa, joten kokemusta todellisesta huippu-urheiluvalmennuksestakin löytyi.

Valmennussuhteiden pituus vaihteli. Lyhimmillään valmennussuhde oli kestänyt muutamia kuukausia, pisimmillään yli 20 vuotta. Lyhimmät valmennussuhteet olivat valmentajilla, jotka eivät keskittyneet yhteen lajiin, vaan valmensivat monipuolisesti useita lajeja. Tässä valmennussuhteen pituuteen vaikutti usein se, että nuoren urheilijan ollessa kyseessä lajivalinnan tapahduttua vaihdettiin valmentajaan, jolla oli erikoisosaamista kyseisestä lajista. Toisinaan taas nuoren urheilijan motivaatio syystä tai toisesta sammui ja urheilu lopetettiin kokonaan. Toisinaan myös aikuisen kilpaurheilun lopetuspäätöksen takana oli loukkaantumiset tai kehittymättömyys. Katsottiin, että oma kehityshuippu oli jo saavutettu, eikä kiinnostusta ollut jatkamaan. Usein näiden lisänä oli vielä elämänmuutoksia, kuten opiskelemaan lähteminen toiselle paikkakunnalle tai perheen perustaminen.

*”Valmennussuhteet ovat olleet pääsääntöisesti erittäin pitkiä. Lyhimmät 3 vuotta, pisimmät yli 20 vuotta.”*

*”Aikoinaan oli hyvinkin pitkiä, 5–8 vuotta ja loppuivat oikeastaan siihen, että työ vaati jo niin paljon aikaa, ettei sitä riittänyt kunnolliseen valmennustyöhön.”*

Harjoituspäiväkirjaa kaikki valmentajat pitivät tärkeänä ja edellyttivät valmennettaviltaan sen täyttöä, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Lähes kaikilla, jotka sitä täyttivät, oli sähköinen päiväkirja käytössä. Osa piti perinteistä ”ruutuvihkoa”, joskin joitain sähköisiä sovelluksia oli testattu, mutta niitä ei todettu hyviksi. Parilla valmentajalla, joiden valmennettavat täyttivät sähköistä harjoituspäiväkirjaa, oli käytössään Coach’s Corner -

treenipäiväkirja, tai oli siirtämässä kaikki urheilijat siihen. Joku oli tehnyt oman Excel -sovelluksen, jota urheilijat täyttivät. Yksi urheilija käytti treeni.fi -sovellusta.

*”Kaikilla on käytössä. Osa pitää Excelissä, osa pitää netissä toimivassa sovelluksessa nimeltään Coach’s Corner. Olen siirtämässä kaikkien harjoituspäiväkirjat tähän sovellukseen”.*

*”Ne, jotka panostavat kilpaurheiluun pitävät sähköistä päiväkirjaa ja päivittävät sitä ahkerasti.”*

*”Aikoinaan se (harjoituspäiväkirja) oli itsestään selvyys, käytettiin SUL:n painamia harjoituspäiväkirjoja, joihin kirjoitettiin suunnitelma ja urheilija kirjoitti toteutuksen.”*

*”Harva pitää, muutamalla on sähköinen. Yksi pitää paperista. Hyvä olisi, jos pitäisivät. Olen siitä aina välillä muistutellut ja esittänyt erilaisia vaihtoehtoja.”*

Harjoituspäiväkirjan tärkeyttä painotettiin. Sen sanottiin olevan yksi tärkeimmistä peruspilareista, kun valmennetaan systemaattisesti ja halutaan analysoida ja seurata valmennuksen etenemistä. Myös valmennuksen jaksotuksen tärkeyden merkitystä painotettiin.

*”Urheilijan suorituskyky on kaiken ydin, jota pitää seurata ja tehdä johtopäätöksiä, mutta niitä ei voi tehdä, jos ei ole tietoa mitä on tehty. Tämän lisäksi pitää seurata urheilijan vireystilaa, eli sitä miten kuormitutaan ja palaudutaan.”*

*”Kilpaurheilussa harvoin pärjää se, joka harjoittelee eniten. Se pärjää, joka osaa jaksoittaa levon ja rasituksen parhaiten.”*

Vireystilan mittaamiseen todettiin olevan paljon erilaisia älypohjaisia ratkaisuja, kuten älykellot ja sykevälivaihteluun pohjautuvat menetelmät. Yksinkertaisimmillaan urheilija merkkää harjoituspäiväkirjaan kommentin omasta olostaan päivittäin.

Tämän lisäksi ravinnon sanottiin olevan yksi tärkeä peruspilari kuten myös säännöllisen päivärytmin. Haastateltava piti päivärytmin seuraamista ehkä vähän aliarvostettunakin. Hän oli pyytänyt valmennettaviaan pitämään kirjaa toisinaan parin viikon periodeissa, johon merkittiin; milloin heräsi, milloin söi, milloin treenasi, monelta meni nukkumaan ja niin edelleen. Tästä oli selvinnyt, että etenkin nuorilla ja varsinkin tytöillä tuo rytmi saattoi vaihdella valtavasti. Toisinaan herättiin aamupäivällä klo 12 ja toisinaan pakon sanelemana klo 7.

*” Jos päivärytmi vaihtelee, niin se on pahimmillaan sitä, että eletään epäsäännöllistä kolmivuorotyö -rytmiä. Siitähän ei tule mitään urheilijalla.”*

*”Todella tärkeää milloin syödään ja mitä syödään.”*

Kaikki haastateltavat pitivät itse kirjaa valmennuksesta Excelin avulla yhtä lukuun ottamatta, joka käytti puhelimen muistiota ja What's Appia hyödyksi harjoitusten kirjaamiseen. Päiväkohtaiset harjoitusohjelmat lähes kaikki teki Wordilla. Joku käytti Exceliä siinäkin. Yksi teki koronarajoitusten ollessa pahimmillaan harjoitussuunnitelmatkin suoraan Coach's Corner -ohjelmaan, jota myös valmennettavat käyttivät. Näin ne olivat sieltä suoraan saatavilla, kun saattoi olla niin, ettei valmennettavaa nähnyt kahteen viikkoon. Tämä käytäntö todettiin hyväksi ja helpoksi ratkaisuksi.

*”Vaikka noita erinäköisiä hienoja ohjelmia onkin saatavilla, niin tuntuu, että niistä puuttuu aina jotain, mitä itse tarvitsee, niin on loppujen lopuksi helpompi tehdä itse Excelillä.”*

*”Teen harjoittelun kausisuunnitelmat ja yhteenvedot Excelillä ja harjoitusohjelmat Wordilla.”*

*”Teen kaikki harjoitusohjelmat edelleen Wordilla. Valmennuksen kirjaamisen työkaluina toimii puhelimen muistio ja What's App, jonne jää jäljet ja muistot harjoituksista. Kirjaan sitten tarpeelliset Wordiin, jossa pidän jonkin verran päiväkirjaa.”*

Haastateltavien digitaalisten apuvälineiden käyttöön vaikutti se, mitä lajia valmennettiin sekä se, oliko haastateltava esimerkiksi töidensä puolesta perehtynyt erityisen hyvin erilaisiin apuvälineisiin. Yksi haastateltava peräänkuulutti valmentajilta kriittistä lukutaitoa. Sitä pitäisi hänen mukaansa vielä enemmän korostaa valmentajakoulutuksessa ja opiskelussa, jotta jokaiselle valmentajalle muodostuisi kyky arvioida kriittisesti markkinoille tulevia uusia ratkaisuja, jottei tilanne menisi siihen, että käytettäisiin kaikkea mahdollista, jolloin se itse pääasia, eli kanssakäyminen urheilijan kanssa ja itse harjoittelu jäisi taka-alalle.

Digitaaliset apuvälineet tulivat valmentajakoulutukseen mukaan sitä mukaan, kun niitä tuli markkinoille, joten valmentajakoulutus pysyi hyvin kehityksen mukana. Suurin murros tapahtui sykemittarin kehityksen jälkeen 80-luvulla. Toinen suuri murros tapahtui älypuhelimien ominaisuuksien kehittyessä. Esille tuli myös se, että Jyväskylän yliopisto oli edelläkävijä maailmassa biomekaniikkatutkimuksessa ja sen myötä välineissä ja laitteissa, joita biomekaniikan tutkimiseen tarvittiin, eli kaikissa kuvantamismenetelmissä, millä kuvattiin suoritusta ja tehtiin videoanalyyskejä. Liikkeen analysoimiseen kehitetyt tekniikat olivat pitkälti myös Jyväskylästä lähtöisin ja sen ympärille rakentuneesta tietotaidosta. KIHU tuli yliopiston liikuntabiologian laitoksen kylkeen 80-luvulla ja erkaantui siitä omaksi Olympiakomitean alaiseksi tutkimuskeskukseksi.

Ne, jotka olivat töidensä kautta tekemisissä erilaisten apuvälineiden kanssa, käyttivät niitä myös monipuolisemmin. Iällä ei ollut merkitystä käyttöön. Sykemittari oli yksi eniten käytetyistä apuvälineistä videoinnin ja sekuntikellon lisäksi. Valojänis ja valokennot olivat myös ahkerassa käytössä Vierumäellä ja Pajulahdessa harjoiteltaessa. Laktaattia mitattiin myös säännöllisesti laktaattimittareilla kestävyysjuoksijoilta, eräs valmentaja käytti laktaattimitausta toisinaan myös pikajuoksijoilla nopeuskestävyysharjoittelun yhteydessä oikeiden harjoitusalueiden todentamisessa.

*”Sekuntikello on tärkein apuväline. Kaikilla urheilijoilla on sykemittarit, sen lisäksi käytämme laktaattimitausta ja jonkin verran videointia.”*

*”Videointi on tärkein digitaalinen apuväline, jota käytetään jatkuvasti. Urheilijoilla on lisäksi älykellot, joilla tarkkaillaan sykettä ja myös harjoitusten kestoja.”*

*”Käytän tai kokeilen aika laajasti muun muassa; syketiheys- ja sykevälivaihtelumittareita, liike- ja kiihtyvyyssantureita, GPS-pohjaisia mittareita, videoanalyysijärjestelmiä, Myontecin EMG- analyysijärjestelmiä, MuscleLabin voiman- ja tehon mittaussjärjestelmiä sekä Firstbeatin harjoituskuormituksen ja palautumisen arviointijärjestelmiä tai kyselypohjaisia mittareita.”*

Kaikki haastateltavat käyttivät videokuvausta harjoituksissa. Toisilla se oli tärkein apuväline suorituksen mittaamisessa, toisilla silloin tällöin mukana. Tärkeimmässä roolissa videokuvaus oli lajeissa, joissa suoritus aika oli lyhyt, kuten heittolajeissa, hypyissä ja pikamatkoilla. Kestävyyttä vaativissa lajeissa, joissa suoritus aika oli pitkä, videokuvaus ei ollut niin tärkeässä osassa. Kaikki haastateltavat käyttivät kuvaamiseen eniten älypuhelimien omaa kameraa, muutamalla oli kilpailuissa tai testeissä mukana videokamera, jolla sai tarkempaa kuvaa, kuin älypuhelimella. Videokameralla kuvatut videot analysoitiin myöhemmin kotona tietokoneella olevan apuohjelman avulla, joka todettiin erittäin aikaa vieväksi. Jotkut käyttivät videoinnin analysoimisessa apuohjelmia, kuten Coach’s Eye, Kinovea ja Dartfish, toiset luottivat omaan silmään eniten. Esille tuli myös se seikka, että pelkästä videokuvaamisesta ei ole hyötyä, jos ei osaa myös analysoida näkemäänsä ja esittää urheilijalle, miten virhe korjataan, jos korjattavaa on tai keksiä erillisiä harjoituksia virheen korjaamiseksi. Sama pätee videoinnin analysointiohjelmiin. Hienolla ohjelmalla ei tee mitään, jos ei tiedä mihin pitää kiinnittää huomiota ja millainen suoritus on teknisesti oikein. Osalla valmentajista oli omakohtaista kokemusta videokameroiden tulosta apuvälineeksi ja niiden mukaan tuloa ja kehitystä pidettiin erittäin merkittävänä asiana valmennuksessa.

*”Olen kokeillut monia analysointiohjelmia, mutta lopulta en ole kokenut niitä tarpeelliseksi. Tämä siksi, että haluan nähdä kokonaissuorituksen aina*

*normaalinopeudella. Normaalinopeuksista videota pystyy nykyvälineillä hidastamaan ja katsomaan kuva kuvalta helposti.”*

*”Tekniikkaharjoituksissa videokuvauksella on tärkeä rooli, mutta lähinnä palautuksen annossa urheilijalle, mitä kohtaa erityisesti pitää parantaa. Tärkeää on myös ymmärtää, että video on apuväline.”*

*”Videoanalyysistä käytettiin ennen nimeä filmianalyysi ja se oli erittäin monimutkaista. Ensin käytettiin kaitafilmikameroita, jotka olivat aika hitaita. Sitten tuli videokameroita, joiden kuvausnopeus pikkuhiljaa kasvoi. Alettiin päästä sataan kuvaan sekunnissa, joka mahdollisti sen, että alettiin pikkuhiljaa pystyä tekemään analyysijä, vaikka pikajuoksusta, joka oli siihen asti ollut aivan liian nopeaa, jotta askelusta olisi voinut tarkasti analysoida.”*

Jotkut valmentajat mittasivat suoraan videokuvasta pikamatkojen kilpailusuoritusten väliaikoja melko tarkasti ilman apuohjelmia. Tällöin kuvattiin siten, että myös lähettäjä näkyi videolla, jolloin lähettäjän aseesta näki lähtöajan starttipistoolin päästä tulevasta valosta (ennen katsottiin lähtöaika savusta), jonka jälkeen kentän apuviivoja käyttäen mitattiin väliajat kullekin osuudelle. Jotkut valmentajat kävivät merkkäämassa valkoisella teipillä omat apuviivat, esimerkiksi 60 metrin juoksussa 30 metrin kohdalle, jotta saivat laskettua kiihdytysajan 30 metrille ja loppuajan 30–60 metrille, eli lentävälle maksiminopeudelle.

Valmentajat testasivat urheilijoiden kehitystä vaihtelevasti lajista riippuen, mutta kaikki pitivät sitä erittäin tärkeänä osana valmennusta. Joillakin kenttätestit olivat osana harjoittelua viikoittain. Toisilla vaihtelevasti harjoituskauden päätteeksi tai aluksi. Joku testasi valmennettaviaan tasaisesti ympäri vuoden, jolloin kaikkia testejä ei tehty samana päivänä, vaan tietyn ominaisuusharjoituksen yhteydessä, kuten lentävän testit tehtiin nopeuspäivänä ja voimatestit voimapäivänä. Näin ei tullut liikaa testejä samalle päivälle, vaan ne jakautuivat tasaisesti, ehkä jopa niin, että kokonaistestimäärä oli isompi, kuin siinä tapauksessa, että testit olisivat tehty erillisinä testipäivinä.

Testit vaihtelivat lajikohtaisesti, mutta esimerkiksi heittolajissa kenttätestejä oli paljon ja voimaharjoittelu oli suuressa osassa valmennusta. Valmentajan samaa koulutus vaikutti myös käytettäviin testeihin. Joku oli ammattilainen askelanalyysien teossa ja teki niitä 30 metrin lentävästä lähdöstä useamman kerran vuodessa muiden kenttätestien lisäksi.

Haastateltavat käyttivät kuitenkin apuna toisia valmentajia, jos omaa osaamista ei jonkun testin tekemiseen tai analysointiin ollut. Tällainen valmennusrinki -toiminta koettiin erittäin hienoksi. Muina testeinä oli erilaiset hyppytestit, kuten kevennyshyppytestit, vauhdittomat pituushyppy ja 5-loikat. Kuulanheitot ja erilaiset voimatestit kuuluivat myös mittareihin. Kilpailusuorituksia pidettiin eräänlaisena jatkumona testaamiselle.

*”Aikaisemmin testattiin paljon laboratoriotestein. Nykyään yhä enemmän kenttätestein ja suorituskyvyn jatkuvan seurannan kautta.”*

*”Yleensä aina harjoituskauden päätteeksi testataan sitä ominaisuutta, mitä kullakin harjoituskaudella on haluttu kehittää tai sitten on tehty harjoituskauden alussa niin sanottu lähtötasotesti.”*

*”Teemme 4–6 kertaa vuodessa 20 metrin nopeustestin, 10-loikkatestin sekä 6 x 1000 metrin tasotestin. Lisäksi olemme tehneet noin kerran vuodessa lyhyen VO<sub>2</sub>max -testin.”*

*”Testausta on paljon ja sitä tapahtuu koko ajan osana harjoittelua. Viikoittain kenttätestejä, joissa on mittanauha mukana, kuten kuulaheittoja ja loikkia. Lisäksi punttisalilla rautaa ladataan tankoon joka harjoituksessa niin paljon, että urheilija liikkuu ääri-rajilla. Näin urheilijan kehityksestä, suorituskyvystä ja harjoitusohjelman puremisesta tulee koko ajan ajankohtaista dataa.”*

Kun urheilijoiden testaaminen ja mittaaminen tuli mahdolliseksi laboratorio-olosuhteissa, kuten kestävyysjuoksijoiden hapenkulutuksen ja anaerobisen aineenvaihdunnan mittaaminen, urheilijoille tehtiin aluksi paljon perusteellisia laboratoriotestejä innostuneesti, mutta myöhemmin huomatiin, että panoshyötysuhde niistä oli aika huono, niiden ollessa kalliita ja raskaita toteuttaa. Huomattiin, että lähes sama informaatio saatiin, kun toistettiin säännöllisesti kentällä tapahtuvia suorituksia ja kontrolliharjoituksia tai testinomaisia harjoitteita, joita voitiin tehdä tarpeeksi usein. Näillä saatiin riittävän hyvää tietoa siitä, miten perusominaisuudet kehittyivät. Erilaisten liikeantureiden mukaantuloa pidettiin myös mullistavana.

Haastateltavan mukaan Suomessa urheilijan ominaisuuksille käytettävät hyvin jyrkkärajaiset, tarkkaan kategorisoidut luokat eivät ole muualla maailmassa ihan sellaisenaan käytössä, vaan muualla käytetään enemmän käytännönläheisempiä nimityksiä. Haastateltava kritisoi hieman sitä, että urheiluvalmennus perustuu Suomessa tällaiseen hyvin tarkkaan luokitteluun kaikkien luokkarajojen ollessa, kuin veteen piirrettyjä viivoja. Ei voida tarkasti sanoa missä menee esimerkiksi nopeusvoiman ja perusvoiman tarkka raja tai peruskestävyyden ja vauhtikestävyysajan raja, vaikka niihin onkin löydetty erilaisia kynnyksiä, mutta ne ovat kuitenkin melko epämääräisiä. Tällaisen hyvin tarkan kategorisoidun systeemin luomisen katsottiin olevan Suomelle tyypillistä ja samalla digitaaliset apuvälineet ovat tämän myötä kehittyneet, kun näiden eri ominaisuuksien mittaamiseen on pyritty kehittämään erilaisia mittareita. Nopeusvoimapuolella tehon mittauksen katsottiin kehittyneen kovasti viime vuosina. Tätä oli ollut aikaisemmin vaikea mitata.

Testien analysoinnissa tuloksia verrattiin edellisiin suorituksiin ja niistä tehtiin johtopäätökset. Katsottiin mihin suuntaan kehitys oli mennyt ja sen perusteella päätettiin pitääkö harjoitusohjelmaa muuttaa tai lisätä enemmän lepopäiviä. Joku käytti ominaisuustaulukoita apuna tulosten analysoinnissa. Muutama analysoi Excelillä urheilijoiden kehitystä, mutta suurin osa ei nähnyt tähän tarvetta. Yksi käytti tilastoanalyyseissä jonkin verran myös SPSS:ää.

*”Testien tärkein tieto on aina kehitys tai vielä tärkeämpänä kehittymättömyys. Samalla tavalla harjoitteleva urheilija kohtaa aina jossain vaiheessa tasaantumiskohdan, jolloin pitää löytää uudenlaisia ärsykeitä.”*

*”Juoksu on hyvin kiitollinen analysoitava laji. Siinä vakioharjoitukset tehdään lähes vakio-olosuhteissa, jolloin kehityksestä voidaan tehdä eräänlaista trendianalyysiä. Nähdään mihin suuntaan ja kuinka jyrkästi kehitystä tapahtuu.”*

Puolet haastateltavista oli saanut digitaalisten apu- ja analysointivälineiden käyttöön opit taidensa kautta suoraan laitevalmistajilta ja järjestelmien kehittäjiltä sekä oman käyttökokemuksensa myötä. Aihetta sivuavista seminaareista ja esityksistä oli saatu myös oppia. Puolet oppi omakohtaisen käytön avulla tai muiden käyttöä seuraten. Joku mainitsi muiden opettamisesta olleen myös oman oppimisen kannalta hyötyä. Kaikki olivat sitä mieltä, että oma osaaminen riittää ja jos tulee tarvetta jollekin analyysille, johon oma osaaminen ei riitä, niin kollegoilta voi pyytää tarvittaessa apua.

*”Olen joskus alkuaikoina saanut apua video-ohjelman käytössä. En koe tarvitsevani apua, sillä tietokoneet ja eri ohjelmat ovat osaamisalueellani.”*

*”En ole saanut mitään erityistä opetusta. Valmentajatutkinnoissa jossain seminaareissa on joskus ollut jotain.”*

*”Työ itse opettanut eniten ja kun on nähnyt miten muut käyttävät. Seminaareissa on ollut myös jotain ja siinäkin oppii, kun on päässyt opettamaan muita.”*

Vuosien saatossa tapahtuneissa valmennuksellisissa muutoksissa tuli esille hyvin erilaisia asioita. Toiset nostivat esille teknologian kehittymisen ja sitä kautta valmennuksessa käytettävien apuvälineiden parantumisen ja lisääntymisen, joku nosti esille eri lajitekniikoissa tapahtuneet muutokset, joku alan sosiaalistumisen. Erilaisten uusien apuvälineiden mukaantuloa kiiteltiin, mutta myös kritisoitiin. Yksi otti esille valmentajien ammattimaistumisen yleisurheilussa. 2000-luvun alussa suurin osa valmentajista valmensi oman toimen ohella. Muutamalla seuralla saattoi olla palkallinen työntekijä, ja hekin olivat toiminnanjohtajia tai nuorisopäälliköitä, ei kuitenkaan valmentajia. Päätoimisia valmentajia oli lähinnä urheiluliitolla lajivalmentajina, jolloin he valmensivat muutamia kärkiurheilijoita ja samalla

heillä oli vastuu koko lajista. Valmentajien määrän katsottiin moninkertaistuneen muutama viime vuoden aikana samoin kuin päätoimisesti tai lähes päätoimisesti toimivien valmentajien.

*”Suurin muutos on tietotulva sekä siihen liittyvät uudet apuvälineet ja harjoitustavat. Valmentaja oppoo helposti kokeilemaan koko ajan jotain uutta, joka ei palvele kokonaisuutta millään tavalla. Oman linjan pitäminen ja siinä pysyminen on vaikeaa nykyajan tietotulvan keskellä.”*

*”Pikajuoksutekniikka on muuttunut 1970-luvun alun kauniista askelluksesta kohti äärimmäisen tehokasta, voimantuoton maksimointiin tähtäävään askellukseen. Muutos alkoi näkyä jo 80-luvun lopulla, Suomessakin heti 1990–2000 luvun taitteessa.”*

*”Yksilölajien valmennus on muuttunut sosiaalisemmaksi. Yksin puurtajia on vähemmän. Myös valmentajat tekevät enemmän tiimityötä ja osaamista jaetaan sujuvammin myös digimenetelmien käytössä.”*

Esille tuli myös Suomalaisen yleisurheiluvalmennuksen historiaa. Lauri ”Tahko” Pihkalalla oli merkittävä rooli Suomalaisen yleisurheilun kehityksessä ja sen tunnetuksi tekemisessä. Hän oli Suomen ensimmäisiä yleisurheiluvalmentajia, ellei jopa ensimmäinen. Hän oli harrahtanut myös itse yleisurheilua saaden useita Suomen mestaruuksia 200–800 metrin juoksussa. Tukholman 1912 olympiamenestyksen innoittamana Suomen Olympiakomitea lähetti hänet Yhdysvaltoihin hakemaan valmennusoppeja ja palattuaan sieltä hänet palkattiin SVUL:n urheiluneuvojaksi, jolloin hän kiersi ympäri Suomea luennoimassa ja innostamassa ihmisiä urheilemaan, neuvoi urheilukenttien rakentamisessa sekä kannusti perustamaan urheiluseuroja.

Suomessa organisoitu yleisurheiluvalmennus alkoi 1920-luvun alussa, kun entinen seiväshyppääjä, Jaakko Mikkola palkattiin valmentamaan urheilijoita olympialaisia varten. Myös hän haki valmennusoppeja Yhdysvalloista lähettäen niitä Suomeen Urheilulehden ulkomaankirjeenvaihtajan roolissa työskennellen samalla Harvardin yliopistossa urheilun parissa. Palattuaan Suomeen valmennustoiminta alkoi moninaisilla tehtävillä. Yleisurheilun päävalmentajan tehtäviin kuului kaikkea mahdollista valmennuksesta aina uusien urheilijalahjakkuuksien etsimiseen ja heidän luonaan kiertämiseen ja opastamiseen ympäri Suomea. Tällä kaikella valmistautumisella katsottiin olevan merkitystä Suomen yltäessä parhaaseen olympiamenestykseen Pariisin olympialaisissa vuonna 1924, jolloin Suomi oli kilpailujen toiseksi paras maa. Suomen sankareita olivat muun muassa Paavo Nurmi, Ville Ritola ja Jonni Myyrä. Mikkolalla oli myös osansa Ritolan saamisesta Suomen edustajaksi.



*”Ennen Suomeen tuloa Mikkola solmi hyvät suhteet Yhdysvalloissa asuviin suomalaisurheilijoihin ja auttoikin myöhemmin Ritolan saamisessa Suomen olympiaedustajaksi Yhdysvaltojen sijaan.”*

*”Mikkola kirjoitti myös ensimmäisen suomalaisen yleisurheilun valmennuskirjan, joka keskittyi erityisesti lajitekniikkaan ja kuntoharjoitteluun. Hän suositteli urheilijoita pitämään valmennuspäiväkirjaa ja jakoi urheilijoille vihkoja tätä varten.”*

Uusiseelantilaisen valmentajan Arthur Lydiardin Suomeen tuloa pidettiin myös merkittävänä kestävyysjuoksun kannalta, vaikka saikin aikanaan kovaa kritiikkiä osakseen. Hän toimi kestävyysjuoksun päävalmentajana 1967–1969 välisen ajan saaden ennenkuulumattoman kovaa vuosipalkkaa Suomen Urheiluliitolta (SUL). Suomalaiset olivat aikaisemmin suosineet intervalliharjoittelua, mutta Lydiardin mukaan harjoittelu perustui suuriin harjoitusmääriin ja pitkään peruskuntoharjoitteluun, jonka päälle rakennettiin yksi kuntohuippu pääkilpailujen alle. Suomalaisen kestävyysjuoksun tilasta kertoi jotain se, että ensimmäisellä Kuortanejärven yhteislenkillä vain pari maaottelu-urheilijaa pysyi tämän pienen, lähes 50-vuotiaan valmentajan vauhdissa.

Digitaalisista apuvälineistä katsottiin olevan hyötyä monella tavalla. Niillä saadaan helposti tarkempaa tietoa halutusta asiasta. Muutama mainitsi taas sen, että niiden kanssa pitää olla kriittinen. Kaikkeen ei pidä lähteä mukaan. Videokuvauksen moni mainitsi hyvänä apuvälineenä, joskin yksi oli sen käyttöä hieman vähentänyt. Videokuvauksesta sanottiin olevan hyötyä suorituksien vertailussa tai pienien yksityiskohtien parantamisessa. Siitä sanottiin olevan hyötyä opetusmielessä erityisesti myös urheilijalle, joka kokee ensin suorituksensa ja saa tämän jälkeen suullisen palautteen videokuvan kera, jolloin suoritus voidaan katsoa moneen kertaan läpi eri nopeuksilla ja näin urheilija saa mielikuvan siitä mihin pitää keskittyä.

*”Olen vähentänyt videointia hiukan viime vuosina, sillä oman silmän kehittämisen ja suorituksesta virheiden löytymisen pitää olla osa valmentajan ammattitaitoa.”*

*”Ihmissilmä pettää tarkimmillaankin. Apuvälineet ovat ehdottomia tässä, kun suorituksia mitataan ja sitä kautta oikeiden analyysien teossa.”*

*”Hyvä renki, huono isäntä.”*

Digitaalisten apuvälineiden käytön uskottiin muuttuvan omalla kohdalla viiden vuoden päästä vaihtelevasti. Joku ei uskonut oman käytön lisääntyvän, mutta uskoi digitaalisten apuvälineiden kehittymisen olevan saman suuntaista, kuin tähänkin asti. Mihinkään mullistavaan kehitykseen kukaan ei uskonut, mutta siitä oltiin yhtä mieltä, että teknologiat ja apuvälineet kehittyvät entisestään. Massadatan parempaan hyödyntämiseen uskottiin

myös. Lisäksi toivottiin, että joitain tiettyjä apuvälineitä tulisi saataville, kuten noin 35 metriä pitkä painematto.

*”Toivoisin, että kehitys menisi siihen suuntaan, että näiden digitaalisten apuvälineiden avulla säästyisi aikaa, eikä toisinpäin.”*

*”Uskoisin, että itsellä on käytössä teknologiaa, jolla saa urheilijasta reaaliaikaista dataa suoraan kännykkään. Onhan se nyt jo mahdollista, mutta ei ole vielä itsellä käytössä.”*

*”Big Dataa tullaan varmaan hyödyntämään enemmän terveystieteiden ja urheilun puolella. Systemaattisesti tallennettua tietoa hyödynnetään paremmin ja siitä tehdyt johtopäätökset voivat kehittää valmennusmenetelmiäkin.”*

#### 7.4 Tutkijan tausta

Olen 45-vuotias tavoitteellisesti SM-tasolla kilpailevan 17-vuotiaan tytön äiti. Tyttären lajeina ovat viime vuosina olleet pituushyppy ja pikamatkat 100–300 metriin. Nuorempana lajivalikoima oli monipuolisempi. Tunnustan olevani intohimoinen penkkiurheilija, joskaan itse en ole yleisurheilussa kilpaillut koulun kilpailuja lukuun ottamatta, vaikka nuorena kentällä tulikin kesäisin vietettyä aikaa. 6-vuotiaana idolini oli Lasse Viren, siskoni ystävä -kirjan mukaan. Perhepiirissä on ollut lähes aina urheilijoita ja valmentajia, joiden edesottamuksia on tullut läheltä seurattua. Omat kilpailut rajoittuvat lähinnä nuoruuden jalka- ja sulkapallo-otteluihin sekä vanhemmalla iällä tennikseen.

Tyttären harrastuksen myötä yleisurheilukentät tulivat taas tutuiksi ja siinä sivussa on tullut käytyä SUL:n (Suomen Urheiluliiton) tuomarikoulutuksia, viimeisimpänä maalikameratuomarin pätevyys. Nykyään toimin useimmiten maalikameratuomarina entisten kenttäläijien vaihtelevien toimitsijatoimien sijaan. Tyttären loukkaantumisten myötä tuli tutustuttua myös tilanteisiin, kun kaikki ei mennyt niin, kuin suunniteltiin. Tutuksi tuli myös moni lahtelainen fysioterapeutti. Väliin on jäänyt niin SM-kilpailuja kuin urheilulukion pääsykokeita, joita jouduttiin siirtämään aina uuden loukkaantumisen myötä. Valmentajan täytyi tällöin suunnitella koko valmennusohjelma uusiksi ja miettiä korvaavia harjoitteita vesijuoksuun kuminauhakävelyihin, jotta fyysistä rasitusta ei kohdistuisi kyseiseen vammakohtaan liian aikaisin. Vamman synnyn selvitys vaatii aina salapoliisityötä niin fysioterapeutilta kuin valmentajaltakin, jos mitään selvää vamman aiheuttajaa ei ole havaittavissa. Nuorella urheilijalla, jolla fyysinen kehitys ei ole vielä aivan valmis, vammaan johtaneiden syiden selvitys on vielä hankalampaa. Tässä digitaalisista mittaus- ja analyysimenetelmistä on hyötyä, kun esimerkiksi askel- ja juoksuanalyysien avulla nähdään tarkemmin juoksutekniikkaa ja siinä olevia virheitä.

Koulutukseltani olen ympäristötekniikan insinööri. Digitaaliset ratkaisut, YAMK insinööri - tutkinto valikoitui halulla laajentaa omaa osaamistani ja opinnäytetyön aihe valikoitui oman kiinnostuksen perusteella yleisurheilua ja urheiluteknologiaa kohtaan.

## 8 YHTEENVETO JA POHDINTA

Suomalaiset ovat edelläkävijöitä urheilussa käytettävien puettavien teknologioiden ja mittausvälineiden kehittämisessä. Tätä todistavat useat suomalaiset innovaatiot, jotka ovat menestyneet maailmalla, kuten Polar ja Firstbeat ja uusia innovaatioita kehitetään jatkuvasti. Valmentajakoulutus on pysynyt hyvin tekniikan kehityksen mukana. Jyväskylän yliopisto ja sen viereen rakentunut KIHU näyttävätkin olevan edelläkävijöitä maailmassa, joista tunnuttiin olevan ylpeitä. Suomalainen valmentajakoulutus sekä KIHU ovat olleet omalta osaltaan edistämässä digitalisaatiota Suomessa.

Tämän opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli kartoittaa, minkälaista teknologiaa yleisurheilukilpailuissa käytetään urheilusuoritusten mittaamisessa. Havaintojen mukaan Suomessa on käytössä samoja korkeatasoisia mittalaitteita ja järjestelmiä, kuin kehittyneissä yleisurheilumaissaakin. Tämä koskee maalikamera- ja ajanottojärjestelmiä, tuulimittausta, vilpinpaljastustekniikkaa ja urheilijan jäljitykseen soveltuvia teknologioita juoksutapahtumissa. Myös videopohjaisissa kolmiomittaukseen perustuvissa tekniikoissa löytyy suomalaista osaamista. Suomi on pysynyt hyvin kehityksen kärjen mukana, joskin näitä optiseen kolmiomittaukseen perustuvia mittausvälineitä ei ole toistaiseksi ollut käytössä kenttälajeissa arvokilpailuja ja suurempia kansainvälisiä kilpailuja lukuun ottamatta. Havaittiin myös, että analysoijan tai mittaajan kokemuksesta huolimatta kaikessa mittaamisessa tai analyysien teossa on mahdollisuus inhimillisille virheille, niin kauan kuin ihminen on osana prosessia teknologian täydellisestä toiminnasta huolimatta. Vilppilähtösääntöihin kaivattaisiin myös muutosta vilppilähtörajan suhteen. Nykyinen 100 millisekunnin raja koetaan liian suureksi, kun todistetusti huippu-urheilija voi reagoida lähdössä nopeammin ilman, että kyse olisi vilpistä.

Suomi on edelläkävijä myös valojäniksen käyttöönotossa valmennuksen apuna sisäradoilla. Sen tultua hyväksytyksi kilpailuihin, sitä tullaan todennäköisesti näkemään ulkoradoilla myös Suomessa kuluvan kauden kansainvälisissä kilpailuissa (jos niitä voidaan järjestää COVID-19 pandemian takia). Yleisurheilukilpailuissa käytetään kuitenkin teknologian kehittymiseen verrattuna vähän apuvälineitä suoritusten mittaamisessa ja kilpailujen läpiviemisessä. Tähän vaikuttanee WA:n (IAAF vuoteen 2019) yleisurheilukilpailuille asetamat säännöt (WA 2018). Uuden teknologian mukaantulo kilpailuihin on ollut hidasta aina viime vuosiin saakka, mutta valojäniksen (2020) ja optisen menetelmän hyväksymisen ensi vuoden (2022) alusta lähtien pituushypyn ja kolmiloikan yliastumisen toteamiseksi avaa uusia mahdollisuuksia kilpailujen järjestäjille. Lieneekö valojäniksen hyväksymiseen vaikuttanut se, että kilpa- ja yksilöurheilulajien markkinaosuus on ollut pientä verrattuna urheilujoukkueiden ja seurojen markkinaosuuteen. Esimerkiksi vuonna 2018 kilpa- ja

yksilöurheilulajien markkinaosuus oli vain 27,5 % katsojaurheilumarkkinoista ja urheilu-joukkueiden ja seurojen markkinaosuuden uskottiin kasvavan entisestään (Research and Markets 2019.) Näyttää siltä, että nyt yleisurheilukatsojia ja faneja yritetäänkin nyt kalastella kyseenalaisin keinoin. Ensin WA hyväksyi valojäniksen käytön vastoin aikaisempaa sääntöä yleisöystävällisyyteen vedoten ja seuraavaksi Timanttiliiga (Diamond League) muutti sääntöjä urheilijoiden ja yleisurheilufanien vastustuksesta huolimatta siten, että tulevan kauden (2021) kilpailuissa pituudessa, 3-loikassa, kuulassa, keihäässä ja kiekossa viimeisellä kierroksella kilpailevat vain kolme parasta urheilijaa ja heidän aikaisemmat tuloksensa nollataan. Kilpailun voi siis voittaa urheilija, joka ei ole saavuttanut parasta tulosta. Nyt ME-tuloksen kyseisissä kilpailuissa saavuttanut urheilija ei automaattisesti voita, vaan voi jäädä jopa kolmanneksi. Tässä sivuutetaan yleisurheilun periaate, jonka mukaan parhaan tuloksen tehnyt urheilija voittaa (Lehtisaari 2020.) Tämä oli jo kokeilussa viime kaudella (2020) pituushypyssä Tukholman osakilpailussa, jolloin pisimmän hypyn tehnyt tuli toiseksi, mikä näkyi luonnollisesti urheilijan palkintorahojen suuruudessakin (Uusitupa 2020). Näyttää siltä, että nyt ollaan menossa siihen suuntaan, että urheilukilpailut ovat jakaantumassa kahtia. Arvokilpailuissa toimitaan vielä yleisurheilun periaatteen mukaisesti, mutta muissa kilpailuissa kansalle pyritään tarjoamaan draamaa ja viihdettä urheilijoiden ja fanien vastustuksesta huolimatta. Entinen kuulantyohtaja Conny Karlsson kommentoi uudistusta Twitterissa: *”Jos tämä olisi tullut minun aikanani ja kaksi muuta astuisivat oman suorituksensa yli, työntäisin vittuillakseni 2 metriä, nostaisin kädet pystyyn ja kova huuto. Ehkä jopa Kimmo Kinnusmainen juoksu päälle.”* Tämä kiteyttää hyvin urheilijoiden asenteen uudistusta kohtaan. (Karlsson 2020.) Tulevaisuus näyttää kuinka pitkäikäiseksi tämä uudistus jää ja laajeneeko se Timanttiliigasta muihin kilpailuihin.

Haastattelujen avulla pyrittiin vastaamaan myös muihin tutkimuskysymyksiin ja selvittää, minkälaisia digitaalisia apu- ja analysointivälineitä suomalaisessa yleisurheilualmennuksessa käytetään, miten yleisurheilualmentajat suhtautuvat niihin sekä miten valmennus on muuttunut vuosien saatossa niiden myötä. Haastattelujen perusteella voitiin tehdä hyvin samansuuntaisia johtopäätöksiä, kuin KIHU:n vuoden 2019 valmentajakyselyssä, johon vastasi 2608 valmentajaa 61 eri lajista. Näistä 98 oli yleisurheilualmentajia. Valtaosalla valmentajista oli omakohtaista kilpaurheilukokemusta, he olivat korkeasti koulutettuja, innostuneita ja oppimishaluisia. (Blomqvist 2020). Tässä opinnäytetyössä haastatellut valmentajat käyttivät suurimmaksi osaksi monipuolisesti digitaalisia apu- ja analysointivälineitä valmennuksen apuna tai pyysivät apua toisilta valmentajilta niiden käyttöön, jos omaa osaamista ei löytynyt. Suurin murros valmennuksessa koettiin tapahtuvan sykemittarin keksimisen seurauksena ja videokuvauksen kehittämisessä, jolloin riittävän tarkkaa videokuvaa saatiin jopa mobiililaitteella. Haastateltavat kokivatkin digitaalisten apu- ja

analysointivälineiden kehityksen helpottaneen valmentajan työtä huomattavasti, joskin oman valmennuslinjan pitämisen todettiin olevan toisinaan vaikeaa nykyajan tietotulvan keskellä. Videokuvaaminen ja sekuntikello olivat tärkeimmät ja eniten käytetyt digitaaliset apuvälineet nopeiden suorituksen analysoinnissa ja palautteen annossa. Kestävyyssjuokijoilla oli käytössä lisäksi sykemittarit. Uutta aikoinaan olivat myös laboratoriotestit, joilla voitiin urheilijan ominaisuuksia mitata tarkemmin. Nykyään laboratoriotestejä tehdään huomattavasti vähemmän urheilijoille siihen verrattuna, kun laboratoriotestit tulivat mahdolliseksi. Esille tuli myös se seikka, että Suomessa pyritään hyvin tarkasti määrittämään urheilijan eri ominaisuuksia, mikä ei ole muualla maailmassa samoin käytössä. Tämän saman asian mainitsi PhD. Stephen Seiler (2021) kuntotestauksesta pitämässään esitelmässä. Hän ei edes käytä sanoja aerobinen ja anaerobinen, koska niiden tarkkoja rajoja on vaikea määrittää ja niiden käytössä on törmätty väärinymmärryksiin.

Harkinnan ja kriittisyyden tärkeyttä painotettiin markkinoille tulevia uusia teknologioita kohtaan, joilla pyritään tukemaan valmennusta ja parantamaan urheilusuorituksia. Valmentajilta vaaditaan taitoa erottaa hyödytön hyödyllisestä, jotta aikaa ei kuluteta johonkin aivan turhaan. Tämä oli myös A-M Alasen (2020) Suomen valmentajille suunnatun webinaarin yhtenä pääteemana. Webinaari käsitteli liikkeen analysointia anturiteknologian avulla. Hänen mukaansa uutta teknologiaa harkittaessa, täytyisi miettiä kriittisesti missä tilanteissa teknologiasta olisi hyötyä ja voisiko siitä olla toisaalta jotain haittaa. Aluksi pitäisi olla selkeä mielikuva siitä, mikä on sen tarkoitus valmennuksen ja urheilijan tukena ja mitä sillä halutaan saavuttaa. Haastateltujen valmentajien digitaalisten apu- ja analyysivälineiden käyttöön ei näyttänyt vaikuttavan ikä tai hedonistinen motivaatio, mutta koulutus ja sitä kautta mahdollistavat olosuhteet kylläkin, kuten UTAUT-mallissa. Valmentaja, jolla oli haastateltavien menestynein valmennettava arvokilpailumenestyksen perusteella, käytti digitaalisia apu- ja analysointivälineitä hyvin maltillisesti ja luotti omaan silmäänsä enemmän palautetta annettaessa kuin videopohjaisiin analysointityökaluihin. Tästä voisi vetää sen johtopäätöksen, että digitaalisten apu- ja analysointivälineiden käyttö ei takaa menestystä, vaan ne ovat hyvänä apuna oikein käytettynä. Kaikki haastateltavat tuntuivat kuitenkin suhtautuvan myötämielisesti niihin ja ymmärtävän niiden hyödyn valmennuksen apuna, mutta osaavan suhtautua myös kriittisesti uusiin innovaatioihin.

Sähköpostikyselyn vähäiseen vastausprosenttiin (19 %) vaikutti luultavasti se, että kysely sisälsi suurimmaksi osaksi avoimia kysymyksiä, mitkä koetaan usein työläiksi vastata. Tämän lisäksi tiedossa ei ollut kaikkien valmentajien sähköpostiosoitteita, joilta toivottiin vastauksia. Tällöin valmentajaa lähestyttiin Instagramin välityksellä, jolloin viesti jäi mahdollisesti huomaamatta. Näin kävi ainakin yhdessä tapauksessa, jolloin valmentaja laittoi myöhemmin viestiä ja kertoi halukkuudestaan osallistua, mutta ajallisesti se ei valitettavasti

ollut enää mahdollista. Osa haastateltavista oli jo entuudestaan tuttuja ja haastattelut sujuivatkin hyvin vapaasti keskustelun omaisesti. Kaikki haastattelut nauhoitettiin ja ne myös litteroitiin myöhemmin, jotta analysointi oli helpompaa. Esiin tuli paljon mielenkiintoista tietoa muun muassa valmennusjärjestelmän ja valmennustoiminnan alkuajoilta lähtien, jota ei alun perin ollut tarkoitus edes lähemmin käsitellä.

Empiirisellä tutkimusotteella kokeiltiin käytännössä, miten dataa voidaan käsitellä Excelillä, RStudiolla ja PowerBI:llä ja tehdä pieniä visuaalisia analyysejä. Excelin käyttö koettiin helpoimmaksi aikaisemmasta käyttökokemuksesta johtuen. Sillä saatiin helposti erilaisia kuvaajia vertailtaessa urheilijoiden tuloksia tai kehitystä. RStudion todettiin olevan erinomainen ohjelma datan analysointiin, mutta vaatii hieman opiskelua ennen sen käyttöä. Visuaalisesti kuvaajat olivat vaatimattomampia kuin kahdella muulla kokeillulla ohjelmalla. PowerBI oli ohjelmista ainoa, josta ei ollut aikaisempaa käyttökokemusta, mutta hetken ohjelmaan tutustuttua senkin käyttö onnistui. Ohjelma vaikutti varsin näppärältä datan visualisointiin. Urheilijan kehityksestä ei voida tehdä ennusteita millään ohjelmalla muutamien ottelutulosten perusteella, mutta kehityksen seurannassa visualisoinnit olivat hyvin havainnollisia. Ottelijoista laskettujen tunnuslukujen perusteella nähtiin heti, että seitsenottelussa pituudesta on selvästi hyötyä. Kaikki ottelijat olivat vähintään 171 cm, keskiarvon ollessa 175 cm. Eniten yli 6000 pisteen ottelutuloksia tehtiin 25-vuotiaana, jolloin ottelijat näyttivät kehittyneen kaikissa lajeissa, toisilla kehitys jatkui nousujohteisesti tämän jälkeenkin. Esimerkiksi Tiia Hautala teki parhaan ottelutuloksensa 27-vuotiaana. Jackie Joyner-Kersey oli puolestaan 25-vuotias ennätöksensä tehdessään. Ikä korreloi vahvasti tuloskehityksen kanssa eri lajeissa, mikä oli odotettua.

Digitaaliset analysointivälineet ja urheiluanalytiikka ei ole mikään uusi juttu, vaikka se onkin ollut paljon esillä viime vuosina. Yleisurheilutuloksien perusteella urheilijan kehitystä on pyritty analysoimaan jo vuonna 1906. Amerikkalainen A. E. Kennelly oli luultavasti yksi ensimmäisistä analyytikoista, joka tutki yleisurheilutuloksia mallinnustekniikkaa käyttäen (Kennelly 1906; Liu 2004). Vain datan keräämiseen ja käsittelyyn suunnitellut laitteet ja ohjelmat ovat kehittyneet valtavasti, kuten niiden kyky käsitellä entistä suurempia datamassoja. Samoin suhtautuminen data-analytiikkaan on muuttunut tai tietoisuus siitä, mitä hyötyä sen avulla voidaan saavuttaa, on lisääntynyt. Tulevaisuudessa yleisurheilijoista saatuja datamassoja analysoimalla myös valmennusmenetelmät voivat kehittyä huomattavasti samoin kuin urheilijasta saadun tarkemman tiedon avulla myös loukkaantumisia voidaan ehkäistä paremmin. Vaikka teknologia kehittyikin kovaa vauhtia ja erilaiset analysointimenetelmät siinä samalla, eivät ne silti korvaa valmentajan tekemää työtä, vaan ainoastaan helpottavat sitä, jos niitä osataan käyttää oikein.

## LÄHTEET

- Alamar, B. C. 2013. Sports analytics: A guide for coaches, managers, and other decision makers. Columbia University Press.
- Alanen, A-M. 2020. PT, MSc, PhD student. University of Calgary, Faculty of Kinesiology, Sport Injury Prevention Research Centre. Suomen valmentajien webinaari, 25.9.2020. Liikkeen analysointi anturitekniikan avulla – uusia työkaluja valmentajille ja urheilijoille?
- Alge Timing. 2021. Varaslähdön tunnistusjärjestelmä. Viitattu 10.4.2021. Saatavissa <https://www.alge-timing.fi/tuotteet-ja-palvelut/ajanottojarjestelmat/ajanottolaitteet/193-sj2>
- Ambiotex. 2021. Individual Anaerobic Threshold. Viitattu 15.2.2021. Saatavissa <https://www.ambiotex.com/en/individual-anaerobic-threshold/>
- Attia, A., Dhahbi, W., Chaouachi, A., Padulo, J., Wong, D.P. & Chamari, K. 2016, Measurement errors when estimating the vertical jump height with flight time using photocell devices: the example of Optojump, Biology of Sport. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa [https://www.researchgate.net/publication/312121823\\_Measurement\\_errors\\_when\\_estimating\\_the\\_vertical\\_jump\\_height\\_with\\_flight\\_time\\_using\\_photocell\\_devices\\_The\\_example\\_of\\_Optojump](https://www.researchgate.net/publication/312121823_Measurement_errors_when_estimating_the_vertical_jump_height_with_flight_time_using_photocell_devices_The_example_of_Optojump)
- Balli, S. & Korukoglu, S. 2014. Development of a fuzzy decision support framework for complex multi-attribute decision problems: A case study for the selection of skilful basketball players. Expert Systems.
- Basole, R.C. & Saupe, D., 2016. Sports Data Visualization [Guest editors' introduction]. IEEE Computer Graphics and Applications.
- Barlow, J., 2015. Data Analytics in Sports. O'Reilly Media, Inc.
- Bauersfeld, K-H. & Schröter, G. 1989. Yleisurheiluvalmennuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Blom, K. A. & Lindroth, J. 1995. Idrottens historia: från antika arenor till modern massrörelse. Malmö: Farsta.
- Blomqvist, M. 2021. KIHU. Valmentajaneeli 2020. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa <https://kihu.fi/tk-toiminta/valmentajaneeli-2020-koronapandemia-heikensi-valmentajien-toimintaedellytyksia-positiivisena-asiana-digitaitojen-kehittyminen/>
- Blomqvist, M. Mononen, M. & Hämäläinen, K. 2020. Valmentajakysely 2019. Kihun julkaisusarja nro 71. Jyväskylä: Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU.



Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P.V. 1983. A simple method for measurements of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*.

Davenport, T. H. 2014. *Analytics in Sports: The New Science of Winning*. International Institute of Analytics.

Davis Jr, F. D. 1986. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Davis, F.D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. 1989. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*.

Elhaimer, A. 2013. YLE. Uutiset. Entisajan piikkari tarttuisi nykyajan Mondoona. Viitattu 11.5.2021. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-6748531>

Eskola, I. 2020. Kasvumahdollisuuksia kapeissa markkinaraoissa. Urheilu- ja hyvinvointiteknologiayritysten toimiala ja liiketoimintaympäristö Suomessa. Liikunnan yhteiskuntatieteiden pro gradu -tutkielma. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Jyväskylän yliopisto.

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.

European Athletics. 2021. Indoor Championships Toruń 2021. Women 800 m Final. Race Analysis. Viitattu 13.3.2021. Saatavissa <https://directus.european-athletics.com/assets/047ec6d0-2e4f-4ca1-b674-92bd29e31f53>

Finish Lynx. 2020. Elektroninen kolmiomittaus. Viitattu 24.1.2021. Saatavissa <https://www.finishlynx.com/product/event-management/laserlynx-distance-measurement/>

Franks, A., Miller, A., Bornn, L. & Goldsberry, K. 2015b. Characterizing the spatial structure of defensive skill in professional basketball. *The Annals of Applied Statistics*. Viitattu 10.10. 2020. Saatavissa <https://euclid-web1.library.cornell.edu/euclid.aos/1430226086>

Gandomi, A., & Haider, M. 2015. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*. Viitattu 11.12.2020. Saatavissa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401214001066>

Google Trends. 2021. Sports analytics, data analytics ja Big Data haku. Viitattu 13.1.2021. Saatavissa <https://trends.google.fi/trends/explore?date=2011-01-01%202021-01-01&q=Sports%20Analytics,Data%20Analytics,Big%20Data>

Google Trends. 2021. Sports analytics haku. Viitattu 13.1.2021. Saatavissa <https://trends.google.fi/trends/explore?date=2008-01-01%202021-01-01&q=Sports%20Analytics>

Hallamaa, T. 2018. Syntyikö Saksalle viime kisojen mestaruuden ratkaissut Götzen maali datan ansiosta? Viitattu 14.11.2020. Saatavissa <https://yle.fi/uutiset/3-10260739>

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. 2014. Does Gamification Work? - A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In System Sciences (HICSS), IEEE. 47th Hawaii International Conference.

Heinilä, K. 2020. Liikunta- ja yliopistoura kriittisenä haasteena. Liikuntatieteellinen seura.

Hintikka, M. 2021. Tietopalvelukoordinaattori, Urheilumuseo. Sähköpostikeskustelu 11.5.2021.

Hirsijärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja Kirjoita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Hovi, A. 2021, Data-alan termien selitykset ja kuvaukset. Viitattu 10.10.2020. Saatavissa <https://www.arihovi.com/materiaalit/datapedia-data-alan-termit-avattuna/>

Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. Voima. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) Urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus Oy.

IAAF. 2001. Scoring tables for Combined Events. Viitattu 10.12.2020. Saatavissa <https://www.worldathletics.org/about-iaaf/documents/technical-information>

IAAF. 2015. Progression of IAAF World Records 2015 edition. Hymans, R. & Matrahazi, I. (edit) Monaco: Multiprint.

IAAF. 2018a. Yleisurheilun kansainväliset säännöt, IAAF Competition Rules. Viitattu 18.5.2021. Saatavissa [https://yleisurheilu.fi/sites/default/files/iaafn\\_saannot\\_2018-2019\\_0.pdf](https://yleisurheilu.fi/sites/default/files/iaafn_saannot_2018-2019_0.pdf)

IAAF. 2018b. IAAF Starting Guidelines for IAAF World Athletic Series Competitions. Viitattu 13.5.2021. Saatavissa [https://www.bing.com/search?q=iaaf+starting+guidelines&cvid=19f983e174d8470c9839425d65eb083e&aqs=edge..69i57j69i60l3.7247j0j1&pgl\\_t=299&FORM=ANNTA1&PC=LCTS](https://www.bing.com/search?q=iaaf+starting+guidelines&cvid=19f983e174d8470c9839425d65eb083e&aqs=edge..69i57j69i60l3.7247j0j1&pgl_t=299&FORM=ANNTA1&PC=LCTS)

IAAF. 2018c. IAAF releases largest ever athletics biomechanics study. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa <https://www.worldathletics.org/news/press-release/2017-world-championships-athletics-biomechani>

Ihamäki, J. 2017. Tärkeintä on aidalle ponnistaminen. Huippu-urheilun uutiset.

iMedicalApps. 2017. Runmatic: A good alternative for tracking runners' performance and injury prevention. Viitattu 12.12.2020. Saatavissa <https://www.imedicalapps.com/2017/02/runmatic-good-alternative-tracking-runners-performance-injury-prevention/>

Itkonen, J. 2015. Kiihdyttääkö digitalisaatio talouskasvua? Euro ja talous.

Julin, L.A. 2020. Analysis: The Wavelight Effect – Part I. Track & Field News. Viitattu 22.12.2020. Saatavissa <https://trackandfieldnews.com/analysis-the-wavelight-effect-part-i/>

Kamakshi, T. 2020. The role of analytics in tennis is on a long, slow rise – While tennis doesn't just involve numbers, it is increasingly being measured in them. Viitattu 14.5.2021. Saatavissa <https://www.tennis.com/news/articles/the-role-of-analytics-in-tennis-is-on-a-long-slow-rise>

Kantola, H. 2007. Kuntotestaus valmentajan työvälineenä. Teoksessa Keskinen, K., Häkinen, M., Kallinen, M. & Aho, J. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Liikuntatieteellinen seura ry.

Karlsson, C. 2020. Entinen kuulantyoöntäjä. Kommentti Twitterissa. Viitattu 14.5.2021. Saatavissa <https://twitter.com/OksanenPasi/status/1334846490972483586>

Kennelly, A. E. 1906. An Approximate Law of Fatigue in The Speeds of Racing Animals. Viitattu 16.5.2021. Saatavissa [https://www.jstor.org/stable/20022230?seq=1#meta-data\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/20022230?seq=1#meta-data_info_tab_contents)

KIHU. 2020. Aitaväliajat. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa [https://kihuenergia.kihu.fi/tuotos-tiedostot/julkinen/2020\\_ker\\_pika-aitaj\\_sel45\\_42839.pdf](https://kihuenergia.kihu.fi/tuotos-tiedostot/julkinen/2020_ker_pika-aitaj_sel45_42839.pdf)

KIHU. 2017. Historia. Viitattu 12.4.2021. Saatavissa <https://kihu.fi/etusivu/kihu/historia/>

KIHU. 2021. Keihäänheitossa analysoitavia biomekaanisia muuttujia. Viitattu 26.2.2021. Saatavissa <https://kihu.fi/blogi/kihun-blogi-biomekaanikon-tyopaiva-esiripun-takana-tyota-urheilijoiden-kehityksen-eteen/>

Kim, N. J. & Park, J. K. 2015. Sports analytics: risk monitoring based on hana platform: Sports related big data; IoT trends by using HANA In-memory platform. IEEE. SoC Design Conference.

- King, W.R. & He, J. 2006. A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*.
- Komi, P.V. 1984. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa [https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1984/01000/Physiological\\_and\\_Biomechanical\\_Correlates\\_of.6.aspx](https://journals.lww.com/acsm-essr/Citation/1984/01000/Physiological_and_Biomechanical_Correlates_of.6.aspx)
- Korhonen, T. 2015. Keihästykki, alppimaja ja muut Kihun erikoiset innovaatiot. Viitattu 8.5.2021. Saatavissa <https://yle.fi/urheilu/3-7903340>
- Koski, S., Rissanen, M. & Tahvanainen, J. 2004. *Antiikin urheilu – Olympian kentiltä Rooman areenoille*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Laird, P. & Waters, L. 2008. *Eyewitness Recollection of Sport Coaches*. Napier University.
- Lehtisaari, M. 2020. YLE urheilu. Timanttiliiga linjasi kaikessa hiljaisuudessa säännöstä, joka romuttaa yleisurheilun perusidean – suomalaistuomari ihmettelee, miten tällainen on mahdollista. Viitattu 14.5.2021. Saatavissa <https://yle.fi/urheilu/3-11686419>
- Link, D. 2018a. *Sports Analytics*. *German Journal of Exercise and Sport Research*.
- Linthorne, N. P. 2001. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*.
- Lifewire. 2020. What is Wearable Technology? Viitattu 16.5.2021. Saatavissa <https://www.lifewire.com/what-is-wearable-technology-4176141>
- Liu, Y. 2004. Track and Field Performance Data and Prediction Models: Promises and Fallacies. Viitattu 16.5.2021. Saatavissa [https://www.researchgate.net/publication/265988345\\_Track\\_and\\_Field\\_Performance\\_Data\\_and\\_Prediction\\_Models\\_Promises\\_and\\_Fallacies](https://www.researchgate.net/publication/265988345_Track_and_Field_Performance_Data_and_Prediction_Models_Promises_and_Fallacies)
- Lucey, P., Oliver, D., Carr, P., Roth, J. & Matthews, I. 2013. Assessing team strategy using spatiotemporal data, *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*.
- Luotola, J. 2018. Älyvaate auttaa kantajansa huippukuntoon. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa <https://insinööri-lehti.fi/artikkelit/alyvaate-auttaa-kantajansa-huippukuntoon/>
- Market Analysis Report. 2021. *Sports Technology Market Size, Share & Trends Analysis Report By Technology (Devices, Smart Stadium), By Sports (Basketball, Soccer, Tennis, Golf), By Region (APAC, Europe), And Segment Forecasts. 2021–2028*.

- Martiskainen, J. 1991. Juoksijan Joulu. Nopeuden mittaamisen vaativa haaste – ensimmäisen ”sähköajat” 100 vuotta sitten.
- Martiskainen, S. 2021. Tietokirjailija. Sähköpostikeskustelu 13.5.2021
- McFarlane, B. 2000. The science of hurdling and speed: hurdling into the 21<sup>st</sup> century. Toronto: Athletics Canada.
- Mero, A., Jouste, P. & Keränen, T. 2007. Nopeus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) Urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. L. & Häkkinen, K. 2007. Valmentaminen käytännössä. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) Urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Mero, A., Komi, P. 1990. Reaction time and electromyography activity during a sprint start. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.
- Metsämuuronen, J. 2000. Tilastollisen kuvauksen perusteet. Helsinki: Methelp.
- Meumann, D. 2020. NN Valencia World Record Day, W 5000 m. Dokumentissa Julin, L. A. 2020. Analysis: The Wavelight Effect – Part I. Track & Field News. Viitattu 22.12.2020. Saatavissa <https://trackandfieldnews.com/analysis-the-wavelight-effect-part-i/>
- Meyer, A. 1896. Ateenan olympialaisten miehet 100 m. Benaki Museo, Kreikka. Viitattu 11.5.2021. Saatavissa <https://www.nationalhellenicmuseum.org/nhm/wp-content/uploads/2015/07/Olympics-Exhibition-PR.pdf>
- Miller, T., 2015. Sports Analytics and Data Science, Winning the Game with Methods and Models, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Mikrobitti. 2019. Nike julkaisi urheilijan älykengät – kännykkäsovellus kiristää ja löysää nauhoja tarpeen mukaan. Viitattu 15.11.2020. Saatavissa <https://www.mikrobitti.fi/uutiset/nike-julkaisi-urheilijan-alykengat-kannykkasovellus-kiristaa-ja-loysaa-nauhoja-tarpeen-mukaan/010b1bda-aac9-4ca4-be51-50c833db9fa8>
- Moilanen, P. 2014. Kannustin, koriste vai kuntoilijan kaveri? - Liikuntateknologia on yhä useamman arkea. Liikunta & Tiede.
- Moilanen, P., Salo, M., & Frank, L. 2014. Inhibitors, enablers and social side winds Explaining the use of exercise tracking systems. Proceedings of the 27th Bled eConference, eEcosystems. Viitattu 10.10.2020. Saatavissa <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/44238/final%20draft%20ebled2014inhibitors%20enablers%20and%20social%20side%20winds.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MOWA. 2021. Museum of World Athletics. World Athletics Landmarks. Viitattu 11.5.2021. Saatavissa <https://www.worldathletics.org/heritage/history/early-origins-to-1930s>

Myontec. 2020. Lihasten mittaaminen: EMG urheiluharjoituksissa. Viitattu 18.2.2021. Saatavissa <https://www.myontec.com/post/measuring-muscles-emg-in-sports-practice>

Nummela, A. 2007. Nopeuskestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) Urheilulvalmennus. Lahti: VK-Kustannus Oy

Nummela, A. 2014. Liikunta & Tiede. Nopeuskestävyys: MART-testi antaa käyttötietoa suorituskyvyn kehittymisestä.

Official Report of the 1912 Stockholm Olympic Games. 1913. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://digital.la84.org/digital/collection/p17103coll8/id/11660/rec/7>

Oksanen, P. 2019. WA sääntömuutokset 2020. Viitattu 11.11.2020. Saatavissa <https://www.yleisurheilu.fi/wp-content/uploads/2019/11/S%C3%A4%C3%A4nt%C3%B6muutokset-1.1.2020-l%C3%A4htien-kooste.pdf>

Oksanen, P. 2019. Pasi Oksasen kolumni: Videovalvonta arvokisoissa – Case Borås. Viitattu 6.4.2021. Saatavissa <https://www.yleisurheilu.fi/uutinen/pasi-oksasen-kolumni-videovalvonta-arvokisoissa-case-boras/vissa>

Oksanen, P. 2021. Tuomari, Kansainvälinen yleisurheiluliitto (WA). Sähköpostikeskustelu 13.4.2021.

Olympiakomitea strategia 2024. 2020. Viitattu 11.10.2020. Saatavissa <https://www.olympiakomitea.fi/uploads/2020/11/ee564f0d-suomen-olympiakomitea-strategia-2024.pdf>

PLAYR. 2021. PLAYR Football GPS Tracker. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa <https://playr.catapultsports.com/eu/>

Polar. 2021. Miten seurata sykettä? Viitattu 20.2.2021. Saatavissa <https://www.polar.com/fi/smart-coaching/polar-heart-rate-measurement-technology>

Polar. 2021. Polar Vantage V2. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa <https://www.polar.com/fi/vantage/v2>

PowerBI. 2021. Viitattu 14.5.2021. Saatavissa <https://docs.microsoft.com/fi-fi/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>

- Puma. 2018. Puma Reissues The RS Computer Shoe. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa <https://about.puma.com/en/newsroom/brand-and-product-news/2018/2018-12-10-puma-reissues-the-rs-computer-shoe>
- Päivän Lehti. 2017. Suomalainen pikakiituri muuttaisi vilppilähdön rajaa – kuinka nopeasti ihminen voi reagoida? Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://www.paivanlehti.fi/suomalainen-pikakiituri-muuttaisi-vilppilahdon-rajaa-kuinka-nopeasti-ihminen-voi-reagoida/>
- Research and Markets. 2019. Sports - \$614 Billion Global Market Opportunities & Strategies to 2022 – ResearchAndMarkets.com. Viitattu 20.12.2020. Saatavissa <https://www.businesswire.com/news/home/20190514005472/en/Sports---614-Billion-Global-Market-Opportunities>
- Research and Markets. 2021. Wearable Technology Market – Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2021-2026) Viitattu 10.5.2021. Saatavissa <https://www.researchandmarkets.com/reports/4591296/wearable-technology-market-growth-trends>
- Rhyno360. 2021. Viitattu 20.2.2020. Saatavissa <http://www.rhyno360.com/>
- RStudio. 2021. Viitattu 21.4.2021. Saatavissa <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>
- Runkler, T. A. 2016. Data Analytics. Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis. 2<sup>nd</sup> edition. Springer Vieweg.
- Rusko, H. K. & Nummela, A. T. 1996. Measurement of Maximal and Submaximal Anaerobic Power. International Journal of Sports Medicine.
- Saapunki, J. Olympiakomitean digipäällikkö. 2020. TietoEVRY:n podcast. Viitattu 11.11.2020. Saatavissa <https://www.tietoevry.com/fi/ uutishuone/kaikki-uutiset-ja-tiedotteet/blogi/2020/urheilu-tuottaa-paljon-dataa-mutta-haasteena-on-sen-yhdistaminen-ja-jalostaminen-podcast-vieraana-olympiakomitean-digipaallikko-juha-saapunki/>
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_3\\_2.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html)
- Salonen, T. 2021. SUL. Harjoittelun seuranta. Viitattu 14.2.2021. Saatavissa <https://www.yleisurheilu.fi/harjoittelun-seuranta/>
- Sato, K., Smith, S. & Sands, W. 2009. Validation of an Accelerometer for Measuring Sport Performance. Journal of Strength and Conditioning Research. Viitattu 16.10.2020.

- Saatavissa [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/01000/Validation\\_of\\_an\\_Accelerometer\\_for\\_Measuring\\_Sport.50.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/01000/Validation_of_an_Accelerometer_for_Measuring_Sport.50.aspx)
- Saunders, M, Lewis, P. & Thornhill, A. 2009. Research methods for business students, 5th edition, FT/Prentice Hall.
- Sedkaoui, S. & Moualdi, S. 2018. Big Data Analytics for the Small Social Enterprise. How to Create a data-Driven Approach to Address Social Challenges? Data Analytics 2018: The Seventh International Conference of Data Analytics.
- Seiler, S. 2021. PhD. University of Agder, Kristiansand, Norway. Kuntotestauksen webinaari 16.4.2021. Endurance Performance Testing and Monitoring – Past, Present and Future. Viitattu 17.4.2021. Saatavissa <https://www.youtube.com/watch?v=FdVOF8BNKJU>
- Sharkey, B.J. & Gaskill, S. E. 2006. Sport Physiology for Coaches. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Shields, B. 2016. Stephen Curry, the Golden State Warriors, and the Power of Analytics at Work.
- Silvennoinen, S. 2020. Keihäänheitto pilkottiin atomeiksi, data paljastaa erityistietoja: ”Voimamiehet eivät pärjää” – kärkinimillä rajut penkkitulokset. Viitattu 14.1.2021. Saatavissa <https://www.iltalehti.fi/yleisurheilu/a/2eadc9c1-5130-4638-9be5-7eca50a85f27>
- Siukonen, M. 2012. Suuri olympiateos 1896–2012, kisojen historia, Suomen olympiataival kesä- ja talvikisoissa. Jyväskylä: Docendo Oy.
- Sjöblom, K. 2007. Autonominen olympiamaa. Teoksessa Tikander, V., Viita, O., Vilen, M. & Paavola, E. (toim.) Sadan vuoden olympiadi, Suomalaisen olympialiikkeen historia. Porvoo: WSOY.
- Spinali Design. 2021. Viitattu 15.5.2021. Saatavissa <https://www.spinali-design.com/pages/neviano>
- Sports Tracker. 2021. Viitattu 20.12.2020. Saatavissa <https://www.sports-tracker.com/>
- SUL. 2019. IAAF:n sääntömuutokset 2020: Paljon pieniä muutoksia, vahalankun käyttöön merkittävä muutos 2021. Viitattu 16.12.2020. Saatavissa <https://www.yleisurheilu.fi/uutinen/iaafn-saantomuutokset-2020-paljon-pienia-muutoksia-vahalankun-kayttoon-merkittava-muutos-2021/>
- SUL. 2020. Valojäniksen salliminen yllätti Raitasen: ”Se pitää ottaa käyttöön, kun se on sallittu” – Ingebrigtsenien metodilla kohti olympiakisoja. Viitattu 16.12.2020. Saatavissa



<https://www.yleisurheilu.fi/uutinen/valojaniksen-salliminen-yllatti-raitasen-se-pitaa-ottaa-kayttoon-kun-se-on-sallittu-ingebrigtsenien-metodilla-kohti-olympiakisaja/>

Taanila, A. 2019. Analyyseihin sopivat tietokoneohjelmat. Viitattu 29.4.2021. Saatavissa <https://tilastoapu.wordpress.com/2013/02/14/analyyseihin-sopivat-tietokoneohjelmat/>

Tan, F.T.C., Hedman, J., & Xiao, X. 2017. Beyond “Moneyball” to Analytics Leadership in Sports: An Ecological Analysis of FC Bayern Munich’s Digital Transformation.

Tapala, P. 2020. Mobiili.fi. Google ja Adidas esittelivät yhteistyössä älykengän jalkapalloon – tietoa siirtyy FIFA Mobileen. Viitattu 15.12.2020. Saatavilla

<https://mobiili.fi/2020/03/10/google-ja-adidas-esittelivat-yhteistyossa-alykengan-jalkapalloon-tietoa-siirtyy-fifa-mobileen/>

Teknologiainfo. 2020. Urheilun tulevaisuus. Viitattu 9.5.2021. Saatavissa

TietoEVRY, 2020. Datan hyödyntämisestä tehoa huippu-urheilijoiden valmennukseen Olympiakomitean, Polarin ja TietoEVRY:n yhteishankkeessa. Viitattu 11.11.2020.

Saatavissa <https://www.tietoevry.com/fi/uutishuone/kaikki-utiset-ja-tiedotteet/tiedotteet/2020/09/datan-hyodyntamisesta-tehoa-huippu-urheilijoiden-valmennukseen-olympiakomitean-polarin-ja-tietoevryn-yhteishankkeessa/>

Tilastopaja, 2020. <https://www.tilastopaja.eu/fi/>

Under Armour, MapMyRun App. Viitattu 14.12.2020. Saatavissa <https://www.mapmyrun.com/app>

UPM. 2009. UPM Raflatacin RFID-etätunnisteet mittaavat aikaa Los Angelesin maratonilla. Viitattu 10.5.2021. Saatavissa <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/medialle/tiedotteet/2009/04/upm-raflatacin-rfid-etatunnisteet-mittaavat-aikaa-los-angelesin-maratonilla/>

Uusiteknologia.fi. 2016. Polarin ensimmäinen sykemittari Heurekassa. Viitattu 19.1.2021. Saatavissa <https://www.uusiteknologia.fi/2016/02/09/polarin-ensimmainen-sykemittari-heurekassa/>

Uusitupa, I. 2020. Helsingin Sanomat. Timanttiliigan pituushypyn uudet säännöt hämmäntävät: pisimmän loikan tehnyt ei voittanut. Viitattu 14.5.2021. Saatavissa

<https://www.hs.fi/urheilu/art-2000006613180.html>

Valleala, R., Ihalainen, K. & Kinnunen, K. 2016. Keihäänheiton lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) Huippu-urheiluvalmennus, teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Valleala, R., Nurkkala, V.-M., Kalermo-Poranen, J., Hakkarainen & Linnamo, V. 2016. Teknologian mahdollisuuksia. Teoksessa A. Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) Huippu-urheiluvalmennus, teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Van der Heijden, H. 2004. User acceptance of hedonic information systems. *MIS Quarterly*.

Varala. 2021. Kehittymisen seurannan testipatteristot. Viitattu 21.2.2021. Saatavissa <https://varala.fi/urheilijat/kehittymisen-seuranta/kehittymisen-seurannan-testipatteristot/>

Vares, V. 2013. Suomen Kuvalehti. Kun Moskovan stadionin portit olivat auki: "Olympialaiset, joilla Neuvostoliitto pelasti maailman." Viitattu 14.5.2021. Saatavissa <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/ulkomaat/kun-moskovan-stadionin-portit-olivat-auki-olympialaiset-joilla-neuvostoliitto-pelasti-maailman/>

Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., Davis, F.D. 2003. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified Model. Management Information System Research Center, University of Minnesota. *MIS Quarterly*.

Venkatesh, V., Thong, J.Y.L. & Xu, X. 2012. Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*.

Vinué, G. & Epifanio, I. 2017. Archetypoid analysis for sports analytics, Data Mining and Knowledge Discovery. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10618-017-0514-1>

Virtanen, A. 2011. Reaktioaika ja lihasaktiivisuus pikajuoksun lähdössä. Biomekaniikan pro gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Vuotech. Jyväskylän Yliopisto.

Vuorimaa, T. 2021. Liikuntatieteiden tohtori, yliopettaja, Haaga-Helia, Vierumäen liikuntayksikkö. Sähköpostikeskustelu 5.2.2021.

Vänttinen, T. 2021. KIHU:n blogi: Biomekaanikon työpäivä esiripun takana – työtä urheilijoiden kehityksen eteen. Viitattu 26.2.2021. Saatavissa <https://kihu.fi/blogi/kihun-blogi-biomekaanikon-tyopaiva-esiripun-takana-tyota-urheilijoiden-kehityksen-eteen/>

WA (World Athletics). 2020. Heptathlon women, all time toplist. Viitattu 11.10.2020. Saatavissa <https://www.worldathletics.org/records/all-time-toplists/combined-events/heptathlon/outdoor/women/senior?page=1>

Xampion. 2021. Xampion football tracking system. Viitattu 10.1.2021. Saatavissa <https://xampion.com/fi/>

XSENS. 2021. MVN Analyze. Viitattu 12.5.2021. Saatavissa <https://www.xsens.com/products/mvn-analyze>

Xu, C., Yu, Y. & Hoi, C-H. 2015. Hidden In-Game Intelligence in NBA Players' Tweets. Viitattu 15.12.2020. Saatavilla [https://www.researchgate.net/publication/283335962\\_Hidden\\_In-Game\\_Intelligence\\_in\\_NBA\\_Players'\\_Tweets](https://www.researchgate.net/publication/283335962_Hidden_In-Game_Intelligence_in_NBA_Players'_Tweets)

Yue-Hui, L. 2014. A Novel Local Features Based Athlete Detection Method in Sports Video. In Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA), 2014 Fifth International Conference on IEEE.

Zatsiorsky, V. & Kraemer, W. 2006. Science and Practice of Strength Training. Second edition. Human Kinetics.

## LIITTEET

Teemahaastattelussa kysytyt kysymykset. Haastattelun aikana tuli esiin muitakin asioita.

- 1) Ikä; 30-40v. 41-50v. 51-60v. 61-70v. yli 70v.
- 2) Kokemus valmentamisessa; 1-5v. 6-15v. 16-25v. 26-34v. yli 35v.
- 3) Koulutustausta?
- 4) Miten ryhdyit valmentajaksi?
- 5) Toimitko päätoimisena vai osa-aikaisena valmentajana?
- 6) Valmennatko naisia, miehiä vai molempia?
- 7) Kuinka monta valmennettavaa sinulla on tällä hetkellä, entä minkä ikäisiä?  
( noin vastaus riittää )
- 8) Kuinka pitkiä valmennussuhteet ovat keskimäärin?
- 9) Millä tasolla valmennettavasi kilpailevat?
- 10) Jos valmennettavasi pitävät valmennuspäiväkirjaa, niin millainen se on?  
( esim. sähköinen, mikä sovellus? )
- 11) Miten pidät itse kirjaa valmennuksesta, entä miten teet harjoitusohjelmat?  
( esim. Excelin tai Wordin avulla, käsin, sekä että jne.)
- 12) Mitä digitaalisia apuvälineitä käytät valmennuksen apuna?  
( esim. videointi, sykemittarit jne. )
- 13) Jos käytät videoinnin analysoimisessa jotain apuohjelmaa, niin mitä?
- 14) Miten testaat urheilijoiden kehitystä?
- 15) Miten analysoit testien tuloksia?
- 16) Oletko saanut opetusta digitaalisten apu- tai analysointivälineiden käytössä? Jos olet saanut, millaista? Jos et, niin haluaisitko?
- 17) Miten valmennus on muuttunut siitä, kun aloitit valmennuksen?
- 18) Millaista hyötyä katsot digitaalisista apuvälineistä olevan?
- 19) Miten näet tilanteen 5v. päästä? Onko digitaalisten apuvälineiden käyttö muuttunut kohdallasi?