

Juuso Ikävalko

**ESINEIDEN INTERNETIN KÄYTTÖ
VAKUUTUSYHTIÖIDEN ANALYTIKASSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2017

TIIVISTELMÄ

Ikävalko, Juuso

Esineiden internetin käyttö vakuutusyhtiöiden analytiikassa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2017, 35 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatin tutkielma

Ohjaaja: Luoma, Eetu

Tämä kandidaatin tutkielma käsittelee esineiden internetin käyttöä vakuutusyhtiöiden analytiikassa. Tutkielma toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena alan kirjallisuudesta, hyödyntäen tietokantoja kuten AISEL, IEEE ja Google Scholar. Tutkielmassa perehdytään esineiden internetin teknologiaan, arkkitehtuuriin sekä sovelluksiin pohtien teknologian mahdollisia hyödyntämiskohteita. Tämän jälkeen selvitetään analytiikan ja massadatan käsitteitä sekä elementtejä, ja tutkitaan analytiikan käyttöä vakuutusyhtiöissä. Viimeisenä pohditaan esineiden internetin synnyttämän datan hyödyntämistä vakuutusyhtiöiden analytiikassa. Tutkimukseen ei saatu selkeää vastausta johtuen niukasta tieteellisestä tutkimusmateriaalista vakuutusyhtiöihin liittyen. Kuitenkin tutkimuksen muilla osa-alueilla selvinneiden tietojen perusteella voidaan olettaa, että esineiden internetin laitteiden yleistymisen tulee lisäämään vakuutusyhtiöiden käytössä olevan datan määrää, jolloin voidaan tuottaa yksityiskohtaisempia analyyssejä. Tämän lisäksi muiden alojen murros tulee vaikuttamaan välillisesti vakuutusyhtiöiden liiketoiminnan prosesseihin ja vakuutustuotteiden sisältöihin.

Asiasanat: Esineiden internet, analytiikka, massadata, vakuutusyhtiö

ABSTRACT

Ikävalko, Juuso

The use of internet of things on analytics in insurance companies

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2017, 35 pages.

Information Systems, Bachelors Thesis

Supervisor: Luoma, Eetu

The purpose of this Bachelors Thesis is to research the use of internet of things on analytics in insurance companies. The thesis was implemented as a systematic literature review of the literature in the field, utilizing databases such as AISeL, IEEE and Google Scholar. The thesis focuses on the technology, architecture and applications of internet of things, exploring the potential of utilization of the technology. Research also focuses explaining the concepts and elements of analytics and big data, and examines the use of analytics in insurance companies. Lastly, is researched the use of data in insurance analytics created by internet on things. The study did not receive a clear answer due to scarce scientific research material in relation to insurance companies. However, based on information that was found in the other areas of research, it may be assumed that the widespread use of internet of things devices will increase the amount of data available to insurance companies, allowing more detailed analysis. In addition, the transformation of other sectors will have an indirect impact on insurance companies' business processes and the contents of insurance products.

Keywords: Internet of Things, analytics, big data, insurance

KUVIOT

Kuvio 1 5-kerros-arkkitehtuuri (Mazhelis, Luoma & Warma, 2012)	11
Kuvio 2 Tiedon arvoketju (Abbasi ym., 2016)	20
Kuvio 3 Massadata-analytiikan viitekehys (Phillips-Wren ym., 2015).....	22

TAULUKOT

Taulukko 1 Esimerkkejä IoT-elementeistä (Al-Fuqaha ym., 2015).....	12
--	----

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
KUVIOT	4
TAULUKOT	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Käsitteet.....	6
1.2 Motivointi	7
1.3 Tutkielman toteutus	8
2 ESINEIDEN INTERNET - ARKKITEHTUURI, TEKNOLOGIA JA SOVELLUKSET.....	10
2.1 Esineiden internetin arkkitehtuuri.....	10
2.2 Esineiden internetin elementit	12
2.3 Esineiden internetin sovelluksia.....	15
2.4 Esineiden internetin haasteita.....	16
2.5 Esineiden internet yhteenvetona.....	17
3 ANALYTIikka JA SEN HYÖDYNTÄMINEN VAKUUTUSYHTIÖISSÄ	19
3.1 Analytiikka	19
3.1.1 Analytiikan muodot.....	20
3.1.2 Massadata analytiikassa.....	21
3.1.3 Massadata-analytiikan viitekehys	21
3.2 Analytiikan hyödyntäminen vakuutusyhtiöissä	23
3.3 Esineiden internetin käyttö vakuutusyhtiöiden analytiikassa.....	25
3.4 Analytiikka yhteenvetona	26
4 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29

1 Johdanto

Tässä kandidaatin tutkielmassa esineiden internetiä pyritään lähestymään vakuutusyhtiöiden analytiikan näkökulmasta. Seuraavassa määrittelemme tutkielmaan liittyvät tärkeimmät käsitteet.

1.1 Käsitteet

Esineiden internet (eng. internet of things, IOT) on käsite, joka voidaan ymmärtää jokapäiväisten tavaroiden verkottuneena yhteenliittymänä (Xia, Yang, Wang & Vinel, 2012). Nämä tavarat sisältävät älykästä teknologiaa, joka mahdollistaa niiden liittämisen yhteiseen verkkoon, jolloin kyseisiä laitteita on mahdollista ohjata, mitata ja sensoroida verkon yli (Xia ym., 2012). Kokonaisuudessaan esineiden internet muodostuu "älykkäistä blokeista", järjestelmän yksiköistä, jotka yhteenliitettynä muodostavat sulautetun järjestelmän (Kopetz, 2011). Tämän järjestelmän on mahdollista kommunikoida ihmisten sekä muiden laitteiden kanssa (Kopetz, 2011). Yhteenliitetyt esineet, kuten sensorit tai matkapuhelimet, monitoroivat ja keräävät ympäristöstään dataa (Alaba, Othman, Hashem & Alotaibi, 2017). Laitteet yhdessä mahdollistavat reaaliaikaisen datan keräämisen niin erilaisista ominaisuuksista, yksilöistä, kasveista kuin eläimistäkin (Alaba ym., 2017).

IOT-mallissa sensoreilla varustetut laitteet osaavat siirtää dataa ympäri fyysistä maailmaa, samalla antaen luvan pilvipohjaisille palveluille purkaa tietoa ja tehdä päätöksiä kyseisestä tiedosta käyttämällä aktuaattoreita hyödyntäviä laitteita (Borgia, Gomes, Lagesse, Lea & Puccinelli, 2016). Nämä aktuaattoreilla eli toimintalaitteilla varustetut laitteet parantavat verkon solmukohtien kommunikaatiota (Alaba ym., 2017). Sensori-aktuaattori verkko mahdollistaa esineiden keskinäisen kommunikaation, jolloin ihmisen ei ole tarvetta olla mukana (Alaba ym., 2017). Sensori-aktuaattori-verkko on avainasemassa, jotta esineiden internet voi kasvaa tutkijoiden ennustamiin mittasuhteisiin.

Analytiikan (eng. analytics) käsitteeseen liittyy vahvasti erilaisista tietoteknisistä laitteista ja sovelluksista syntyvä tieto, data. Datan hyödyntämiseksi tarvitaan erilaisia analytiikkatyökaluja: ilman analysointia data on vaan joukko erillään olevia bittejä, joilla ei ole laajempaa merkitystä. Dataan liitettynä analytiikka tarkoittaa datan analysointiin tarkoitettuja sovelluksia, joiden avulla datasta saadaan irti uutta tietoa (Abbasi, Sarker & Chiang, 2016). Analytiikalla kuvataan usein algoritmeja, joiden avulla datasta pyritään löytämään malleja (Watson, 2013). Nykyisin, kun tietoa syntyy valtavia määriä, on tarpeen määrittellä myös massadatan (eng. bigdata) käsite. Massadata tarkoittaa valtavia rakenteettomia tietomassoja, joita syntyy niin laitteista, sensoreista kun sovelluksista (M. Chen, Mao & Liu, 2014). Rakenteettomuudesta johtuen tiedonhallintaan tarvitaan kehittyneitä analytiikkatyökaluja, jotta hajallaan olevasta tiedosta saadaan hyödyllistä informaatiota (M. Chen ym., 2014). Analytiikka on siis väline, jolla näennäisesti hyödyttömästä tiedosta on mahdollista saada hyödyllistä. Yleisesti massadatalta ja massadatan analytiikkatyökaluilla kuvataan datasettejä ja analyysitekniikoita sovelluksissa, jotka ovat niin valtavia ja monimutkaisia, että ne vaativat kehittyneitä ja yksilöllisiä datan säilytys, hallinta, analyysi ja visualisointitekniikoita (H. Chen, Chiang & Storey, 2012).

Vakuutusyhtiöt ovat yrityksiä, joiden liiketoimintamalli perustuu riskinhallintaan. Vakuutus on rahoitusjärjestely, jossa jaetaan edelleen varallisuutta ennalta-arvaamattoman onnettomuuden sattuessa (Mark S. Dorfman, 1998). Käytännössä tämä tarkoittaa, että asiakkaat (henkilöt ja yritykset) ottavat vakuutuksia omaksi turvakseen, jotta vahinkotilanteessa vakuutusyhtiöltä on mahdollista hakea korvauksia. Näin henkilökohtainen tai yrityksen taloudellinen menetys ei ole niin suuri. Periaatteena on siis siirtää riskiä vakuutusyhtiölle, jolloin yksilön kokema riski on pienempi.

1.2 Motivointi

Viime vuosina analytiikan hyödyntäminen vakuutusyhtiöissä on vielä ollut vähäistä. Russomin (2011) tekemän tutkimuksen mukaan vain 7% vakuutusyhtiöistä on hyödyntänyt analytiikkaa omassa liiketoiminnassa. Esimerkiksi rahoitussektorilla analytiikkaa on hyödyntänyt 15% yhtiöistä, joka on yli puolet enemmän kuin vakuutussektorilla. (Russom, 2011)

Tällä hetkellä vakuutusyhtiöt määrittelevät vakuutuksen hinnat matemaattisesti keskimääräisen riskin mukaan, jossa tilastoja tutkimalla määritetään riskiprofiilit asiakkaan yleisten tietojen mukaan. Merkittävää on muun muassa minkä ikäinen asiakas on, ja millä paikkakunnalla hän asuu. Kun on yleisesti tutkittu, mihin analytiikkaa hyödynnetään, on huomattu, että pääasiallinen käyttökohde on budjetointi, tuotanto ja strategian hallinta (LaValle, Lesser, Shockley, Hopkins & Kruschwitz, 2011). Riskinhallinnassa, joka on ensiarvoisen tärkeää juuri vakuutusyhtiön liiketoiminnalle, on analytiikkaa hyödynnetty huomattavasti keskiarvoa vähemmän (LaValle ym., 2011).

Tutkimus pyrkii selvittämään miten vakuutusyhtiöiden olisi mahdollista hyödyntää esineiden internetin tuottamaa dataa omissa liiketoiminnan prosesseissaan. Tutkimus on suunnattu vakuutusyhtiöiden johtotehtävissä työskenteleville, jotta he pystyisivät varautumaan tulevaisuuden muutoksiin sekä tekemään tarvittavia strategisia linjavetoja muutoksiin vastatakseen. Tutkimuksesta hyötyvät myös yleisesti esineiden internetistä kiinnostuneet, sillä päätelmät ovat johdettavissa myös muille taloussektoreille.

Oletuksena on, että vakuutusyhtiöt pystyvät analysoimaan massadatan analysointityökaluilla esineiden internetin tuottamaa yksityiskohtaista dataa, jolloin vakuutustuotteiden sisältöjä ja hinnoittelua voidaan muokata jokaisen asiakkaan kohdalla erikseen, riippuen asiakkaan henkilökohtaisista ominaisuuksista ja käyttäytymistavoista. Näin vakuutusyhtiöiden riskinhallinta helpottuu sekä asiakkaalle pystytään tarjoamaan hänelle sopivampia tuotteita suotuisampaan hintaan.

1.3 Tutkielman toteutus

Tämä kandidaatin tutkielma toteutetaan (Okoli & Schabram, 2010) systemaattisen kirjallisuuskatsauksen ohjeiden mukaisesti. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään löytämään aihetta ja näkökulmaa parhaiten vastaavat lähteet käyttäen ennalta määriteltyä protokollaa. Tämän tutkielman tutkimusprotokolla on määritelty myöhemmin tässä luvussa. Tutkielman tavoitteena on vastata seuraavaan tutkimuskysymykseen:

- Miten esineiden internetiä voidaan käyttää vakuutusyhtiöiden analytiikassa?

Tämän selvittämiseksi vastataan seuraaviin apukysymyksiin:

- Mikä on esineiden internet?
- Mitä tarkoittaa analytiikka?

Tähän työhön etsitään lähdemateriaalia Jyväskylän Yliopiston käytössä olevista informaatioteknologisista tietokannoista kuten AISeL (Association of information systems electronic library), IEEE xplore (Institute of Electrical and Electronics Engineers), sekä yleisistä tietokannoista kuten Science direct, Springer Link ja Google Scholar. Hakukoneissa käytetään pääasiassa seuraavia hakusanoja: *internet of things, IOT, analytics, big data, big data analytics, insurance analytics*.

Hakusanoja hyödyntämällä pyrin löytämään noin kaksikymmentä parasta mahdollista tieteellistä lähdetä sekä esineiden internetistä, että vakuutusyhtiöiden analytiikasta. Tarvittaessa hyödynnän myös kaupallisia lähteitä, jos tieteellistä tekstiä ei ole riittävästi tarjolla. Kaupallisia lähteitä joudun

hyödyntämään varmasti vakuutusyhtiöiden toimintaa pohtiessani, sillä kyseisestä aiheesta ei ole juurikaan tieteellisiä julkaisuja.

Tutkielman rakenne on seuraava. Johdannon jälkeisessä ensimmäisessä sisältöluvussa tarkastellaan esineiden internetiä, sen toimintaperiaatetta, sovelluksia ja tekniikkaa. Toisessa sisältöluvussa perehdytään analytiikkaan, sen elementteihin, massadatan käsitteeseen sekä pohditaan esineiden internetin vaikutuksia vakuutusyhtiöiden analytiikkaan. Tämän lisäksi kolmannessa luvussa selvitetään esineiden internetin laitteiden tuottaman datan käyttöä vakuutusyhtiöiden analytiikassa. Kolmas ja viimeinen luku sisältää sisältölukujen yhteenvedon, johtopäätökset sekä pohdinnan mahdollisille jatkotutkimusaiheille.

2 Esineiden internet - arkkitehtuuri, teknologia ja sovellukset

Joka päivä yhä useampi fyysinen laite yhdistetään internetiin. Esineiden internet mahdollistaa näiden laitteiden kuulla, nähdä, ajatella ja suorittaa tehtäviä. Näin laitteiden on mahdollista "keskustella" keskenään, jakaa informaatiota ja koordinoita päätöksiä. Esineiden internet muuttaa nämä objektit perinteisistä älykkäiksi hyödyntämällä kaikkialla olevaa ja laajalle levinnyttä tietojenkäsittelyä, sulautettuja laitteita, kommunikaatioteknologioita, internetprotokollia ja sovelluksia. (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari & Ayyash, 2015)

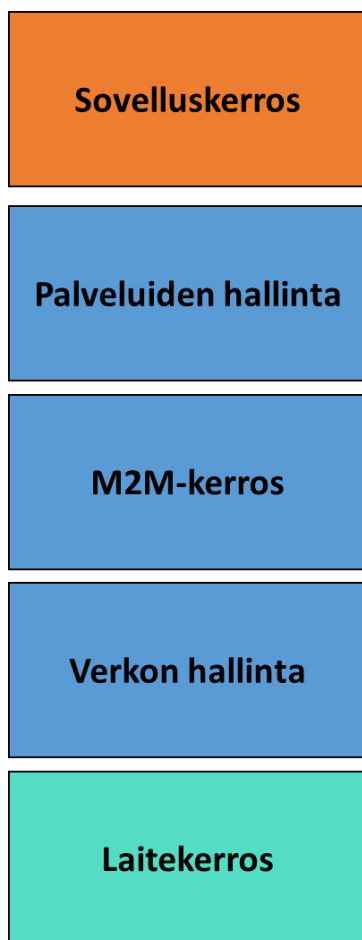
Tämän sisältöluvun tavoitteena on avata esineiden internetin kokonaisuutta perehtymällä esineiden internetin arkkitehtuuriin, elementteihin, sovelluksiin ja haasteisiin. Tarkoituksena on antaa kattava kuva käytettävistä teknologioista, tarvittavista toiminnallisuuksista sekä käydä esimerkein läpi teknologian konkreettisia sovelluksia sekä niihin liittyviä ongelmakohtia.

2.1 Esineiden internetin arkkitehtuuri

Esineiden internetin tulisi olla mahdollista yhdistää miljardeja laitteita toisiinsa, joten sen arkkitehtuurin tulee olla joustavasti rakennettu. Yleisesti arkkitehtuureilla pyritään käsitteellistämään monimutkaisia kokonaisuuksia helpommin ymmärrettävään muotoon. Esineiden internetiä on yritetty mallintaa useilla eri arkkitehtuurimalleilla, mutta mitään standardia ei ole vielä kehitetty. (Al-Fuqaha ym., 2015)

Esineiden internetin arkkitehtuurin tulee olla ennen kaikkea skaalautuva, avoin, joustava ja turvallinen infrastruktuuri. Tärkeää on myös käyttäjäkeskeisyys ja muunneltavuus. (Uckelmann, Harrison & Michahelles, 2011)

Tässä tutkielmassa arkkitehtuuria mallinnetaan 5-kerros-arkkitehtuurin avulla (Kuvio 1.), joka on yksi parhaista esineiden internetin rakennetta kuvaavista arkkitehtuurimalleista. Seuraavaksi käydään läpi, mitä 5-kerros-arkkitehtuuri pitää sisällään ja mitkä ovat sen kerrosten tehtävät ja ominaisuudet.



Kuvio 1 5-kerros-arkkitehtuuri (Mazhelis, Luoma & Warma, 2012)

Ensimmäinen kerros, Laittekerros tai havaintokerros, on fyysinen kerros, jonka tarkoituksena on kerätä ja prosessoida informaatiota. Kerros koostuu sensoreista ja aktuaattoreista, joiden tehtävinä on monitoroida esimerkiksi sijaintia, painoa, liikettä tai kiihtyvyyttä. (Wu, Lu, Ling, Sun & Du, 2010; Yang ym., 2011) Laittekerros digitoi ja siirtää dataa Verkon hallinta-kerrokselle turvattujen kanavien kautta. Näin esimerkiksi esineiden internetistä syntyvä massadata muodostuu tällä kerroksella. (Al-Fuqaha ym., 2015)

Verkonhallinta (eng. Network management) -kerroksen kautta data siirtyy M2M-kerrokselle turvattun yhteyden kautta. Data voi siirtyä usean eri tekniikan avulla, kuten RFID, 3G, GSM, Wifi tai Bluetooth. Tällä kerroksella toteutetaan esimerkiksi pilvitallennus ja muut datanhallinnan prosessit. (Al-Fuqaha ym., 2015; Mazhelis ym., 2012; Yang ym., 2011)

M2M-kerros (laitteelta laitteelle, eng. machine-to-machine) yhdistää palvelun ja palvelun pyytäjän nimien ja osoitteiden avulla. Kyseinen kerros mahdollistaa esineiden internetin sovellusten koodaamisen heterogeenisesti, sen sijaan että tarvitsisi miettiä mille laitteistolle sovellus tehdään. M2M-kerros myös käsittelee saamaansa dataa, tekee siitä johtopäätöksiä ja toimittaa pyydetyn palvelun verkon yli verkkoprotokollia hyödyntäen. (Al-Fuqaha ym., 2015; Khan, Khan, Zaheer & Khan, 2012; Mazhelis ym., 2012)

Palveluiden hallinta -kerros (eng. service management) tarjoaa palveluja asiakkaalle hänen niin pyytäessä. Kerroksen tarkoituksena on ennen kaikkea tarjota asiakkaalle korkealaatuisia älypalveluja, joilla pyritään vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Palveluiden hallinta -kerros kattaa useita esineiden internetin sektoreita, kuten älykodit, ajoneuvot, teollisen automaation ja älykkään terveydenhuollon. Palveluiden hallinta kerros voi esimerkiksi tarjota asiakkaalle älykodin lämpötila- ja kosteustietoja tämän niitä pyytäessä. (Al-Fuqaha ym., 2015; Mazhelis ym., 2012)

Sovelluskerros (eng. Application layer) hallinnoi kaikkia esineiden internetin palveluja ja aktiviteetteja. Tämän kerroksen tehtävänä on luoda liiketoimintamalleja, kaavioita ja muita liiketoiminnan hallinnassa tarvittavia työkaluja saamastaan datasta. Kerroksen tehtävänä on myös analysoida, evaluoida, seurata ja kehittää IOT-systeemiin liittyviä elementtejä sekä neljää muuta kerrosta. Sovelluskerros tavoitteena on lisäksi auttaa liiketoiminnan päätöksenteossa massadata-analytiikan avulla. (Khan ym., 2012; Wu ym., 2010)

2.2 Esineiden internetin elementit

Esineiden internetin rakennuspalikoiden ymmärtäminen helpottaa IOT-järjestelmän toiminnallisuuden ja todellisen tarkoituksen ymmärtämistä. Esineiden internet koostuu kuudesta eri elementistä: identifikaatio, sensorointi, kommunikaatio, laskenta, palvelut ja semantiikka. Seuraavassa taulukossa (**Error! Reference source not found.**) on käyty elementit läpi esimerkkien avulla.

Taulukko 1 Esimerkkejä IoT-elementeistä (Al-Fuqaha ym., 2015)

IoT-elementti		Esimerkki
Identifikaatio		EPC, uCode
Sensorointi		Älysensorit, puettavat laitteet, aktuaattorit, RFID-tagit
Kommunikaatio		RFID, Wifi, Bluetooth, LTE-A
Laskenta	Laitteisto	SmartThings, Arduino, Phidgets, Intel Galileo, Rasperry Pi, Älypuhelimet
	Sovellukset	Käyttöjärjestelmät (Contiki, TinyOS, LiteOS, Riot OS, Android); Pilvilpalvelut (Nimbits, Hadoop jne.)
Palvelut		Identiteettipalvelut, kokoamispalvelut, yhteistyöpalvelut ja ubiikkipalvelut
Semantiikka		OWL, RDF, EXI

Identifikaatio eli esineiden tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää esineiden internetin onnistumisen kannalta. Identifikaatio ei pelkästään auta yksilöllisesti tunnistamaan miljardit erilaisista laitteet ympäri maailmaa, vaan se myös mahdollistaa näiden laitteiden etäkäyttämisen internetin kautta mistä tahansa päin maapalloa. Tunnistamisjärjestelmää luotaessa seuraavia asioita tulee ottaa huomioon: yksilöllisyys, skaalatuvuus, pysyvyys ja luotettavuus. (Gubbi, Buyya, Marusic & Palaniswami, 2013)

Esineiden internetissä on saatavilla useita tunnistamismenetelmiä, kuten sähköiset tuotekoodit (eng. EPC, electronic product codes) tai uCodes (ubiguitous codes), joiden avulla pystytään erottamaan laitteet toisistaan (Koshizuka & Sakamura, 2010).

Esineiden internetissä sensorointi, tai aistiminen, tarkoittaa datan keräämistä verkossa olevista laitteista, sekä tämän datan lähettämistä datavarastoihin, pilvipalveluihin tai tietokantoihin. IOT-sensoreita voivat olla esimerkiksi älysensorit, aktuaattorit tai puettavat älylaitteet, kuten älykellot tai älylasit. (Al-Fuqaha ym., 2015)

Esineiden internetissä aistimiseen liittyvää verkostoa kutsutaan langattomaksi sensoriverkoksi (eng. Wireless sensor network, WSN). Langaton sensoriverkko tarkoittaa yksinkertaisuudessaan useita sensoreita, jotka mittaavat ympäristöstään dataa, ja kommunikoivat toisten laitteiden kanssa mittaamastaan datasta (Lewis, 2004). Langattoman sensoriverkon kehittyminen ja kasvaminen lisää esineiden internetistä saatavia hyötyjä lisäämällä havaitun datan määrää.

Kommunikaatio (eng. communication) tarkoittaa esineiden internetissä teknologioita, jotka liittävät heterogeenisiä objekteja yhteen. Yhteyksissä hyödynnetään yleisiä kommunikaatioprotokollia, kuten Wifi, Bluetooth ja LTE-advanced. (Al-Fuqaha ym., 2015)

Esiin on noussut myös useita esineiden internetin tarkoituksiin kehitettyjä kommunikaatioprotokollia, joista yksi tärkeimmistä on RFID. RFID eli radiotaajuus tunnistaminen (eng. radio frequency identification) on teknologia, joka koostuu yhdestä tai useammasta RFID-lukijasta ja useista RFID-tageista (Atzori, Iera & Morabito, 2010; Gubbi ym., 2013). Tageissa on uniikki identifiointitunnus, joiden avulla ne voidaan erottaa toisistaan. Tagien on tarkoitus käynnistyä kun lukijalaitteesta tulee siihen signaali. Käytännössä tagi ja lukija ovat pieniä mikosiruja, jotka ovat kumpikin liitettynä antenniin. Tagit ovat passiivisia eli ottavat virtansa saamastaan signaalista, joten ne eivät tarvitse ulkoista virtalähdettä ja ovat näin käytettävissä missä tahansa: myös ihmisissä ja eläimissä. (Atzori ym., 2010)

RFID-järjestelmien avulla pystytään seuraamaan objekteja reaaliajassa, ilman että objektin tarvitsisi olla näkyvissä. Tämä mahdollistaa reaali maailman ja virtuaali maailman yhdistämisen monissa eri kohteissa, joihin muilla tekniikoilla ei päästäisi käsiksi. RFID-lukijoita on myös ulkoisiin virtalähteisiin kytkettyinä, jolloin laite pystyy itse käynnistämään kommunikaation. (Atzori ym., 2010; Da Xu, He & Li, 2014; Gubbi ym., 2013; Welbourne ym., 2009)

Laskenta (eng. computation) tai komputaatio tarkoittavat tässä tapauksessa prosessointiyksiköitä (mikroproessoreita, mikro-ohjaimia) ja sovelluksia, jotka muodostavat esineiden internetin ”aivot” (Al-Fuqaha ym., 2015). Esineiden internetin tarkoituksiin on kehitetty erityisiä laitteistoja (eng. hardware), josta esimerkkejä ovat Rasperry Pi ja älypuhelimet (Al-Fuqaha ym., 2015). Laitteista on pyritty kehittämään mahdollisimman pieniä, halpoja valmistaa ja yksinkertaisia, jotta ne soveltuvat langattomiin identifikaatio-systeemeihin (Bandyopadhyay & Sen, 2011). Esineiden internetiin on kehitetty myös omia käyttöjärjestelmiä, kuten Contiki ja Android, joiden on tarkoituksena olla helppokäyttöisiä ja monikäyttöisiä (Al-Fuqaha ym., 2015). Lisää esimerkkejä laitteistoista ja käyttöjärjestelmistä on nähtävissä Taulukko 1.

Toinen tärkeä teknologinen osa esineiden internetiä on pilvialustat. Pilvialustat tarjoavat älylaitteille puitteet lähettää dataa pilvipalveluun, mahdollistavat massadatan reaaliaikaisen prosessoinnin ja lopulta hyödyttävät loppukäyttäjää purkamalla massadataa ja johtamalla siitä uutta tietoa (Al-Fuqaha ym., 2015). Pilvipalvelut voivat helpottaa esineiden internetin teknologista rajoittuneisuutta, kuten tietovarastojen vähäisyyttä, tarjoamalla käytännössä rajattomat resurssit ja mahdollisuudet datan varastointiin (Botta, De Donato, Persico & Pescap, 2016). Näin pilvipalvelut voivat tarjota tehokkaan ratkaisun IoT-palveluiden hallintaan (Botta ym., 2016).

Esineiden internet on palvelukeskeinen: jokainen virtuaalinen ja fyysinen objekti pystyy kommunikoimaan toisen objektin kanssa, jolloin ne voivat tarjota saumatonta palvelua toiselle objektille (Li, Da Xu & Zhao, 2015). Palvelut voidaan jakaa neljään eri luokkaan: identiteettipalvelut, kokoamispalvelut, yhteistyöpalvelut ja ubiikkipalvelut (Gigli & Koo, 2011).

Identiteettipalvelut (eng. Identity-related services) ovat tärkein muissa palveluissa käytettävä palvelu. Jokaisen sovelluksen, joka haluaa yhdistää fyysiset objektit virtuaaliobjekteihin, täytyy tunnistaa kyseiset objektit. Identiteettipalvelut vaativat toimiakseen RFID-järjestelmän, tai muun tunnistamissysteemin (Al-Fuqaha ym., 2015; Gigli & Koo, 2011).

Kokoamispalvelut (eng. Information Aggregation Services) keräävät ja koostavat raakaa sensoridataa. Tämän jälkeen palvelu prosessoi dataa ja raportoi sitten tuloksiaan IoT-sovelluksille. Yhteistyöpalveluiden (eng. Collaboration aware services) tehtävänä on tehdä kokoamispalvelujen tuottamasta datasta päätöksiä ja reagoida päätöksiin oikeanlaisesti. (Al-Fuqaha ym., 2015; Gigli & Koo, 2011)

Ubiikit palvelut (eng. Ubiquitous services) pyrkivät tarjoamaan yhteistyöpalveluja milloin vain kelle tahansa sitä tarvitsevalle. IoT-sovellusten perimmäisenä tarkoituksena on saavuttaa tämä toiminnan taso. (Al-Fuqaha ym., 2015; Gigli & Koo, 2011)

Esineiden internetissä semantiikka puolestaan tarkoittaa eri laitteiden kykyä älykkäästi purkaa tietämystä, jotta ne voivat tarjota palveluja. Tietämyksen purkaminen tarkoittaa resurssien ja mallien löytämistä saatavilla olevasta tiedosta, sekä kyseisen tiedon hyödyntämistä. Se tarkoittaa myös datan tunnistamista ja analysointia, jotta pystytään tekemään oikeita päätöksiä ja

tarjoamaan haluttua palvelua. Semantiikka on siis IoT-järjestelmän aivot, joka lähettää pyynnöt oikeille resursseille tehtävän suorittamiseksi. (Al-Fuqaha ym., 2015; Barnaghi, Wang, Henson & Taylor, 2012)

Semantiikkaa toteutetaan semantiikan webteknologioilla (eng. semantic web technologies) kuten RDF, OWL ja EXI. Näistä tärkein on EXI, jonka tehtävänä on optimoida XML-pohjaisia sovelluksia IoT-ympäristöön. (Al-Fuqaha ym., 2015)

2.3 Esineiden internetin sovelluksia

Esineiden internetin homogeenisuus mahdollistaa käytännössä rajattomasti erilaisia sovelluksia. Tällä hetkellä sovellusten käyttö on vielä vähäistä, mutta sovelluksia kehitetään koko ajan enemmän (Da Xu ym., 2014). Tässä kappaleessa käydään läpi seuraavat esineiden internetin sovellusalueet: älykäs infrastruktuuri, terveydenhuolto, älykkäät kuljetussysteemit, teollisuus sekä sosiaaliset sovellukset.

Älyobjektien integroiminen fyysiseen infrastruktuuriin voi parantaa infrastruktuurioperaatioiden joustavuutta, luotettavuutta ja tehokkuutta. Näin pystytään vähentämään kustannuksia sekä parantamaan turvallisuutta. Esineiden internetiä voidaan hyödyntää infrastruktuurissa esimerkiksi kaupunkien tehokkuuden lisäämisessä parantamalla liikenteenhallintaa, seuraamalla vapaita parkkipaikkoja ja valvomalla ilmanlaatua. (Al-Fuqaha ym., 2015; Whitmore, Agarwal & Da Xu, 2015)

Älylaitteita voidaan hyödyntää myös kodeissa ja toimistoissa, joissa sensorit ja aktuaattorit voivat seurata veden ja sähkön kulutusta, ohjata rakennuksen infrastruktuuria, kuten valoja ja ilmastointia, sekä valvoa rakennuksen turvallisuutta (Darianian & Michael, 2008; Miorandi, Sicari, De Pellegrini & Chlamtac, 2012)

Terveydenhuolto on näillä näkymin yksi suurimmista IoT-sovellusten kohteista. Esineiden internet mahdollistaa kaikkien terveydenhuoltoon liittyvien objektien (ihmisten, laitteiden, lääkkeiden) jatkuvan seurannan ja valvonnan. Esimerkiksi potilaan sykettä voidaan seurata säännöllisin väliajoin ja lähettää sitten data lääkärille, joka tekee siitä tarvittavia johtopäätöksiä ja toimenpiteitä. (Bandyopadhyay & Sen, 2011; Islam, Kwak, Kabir, Hossain & Kwak, 2015; Whitmore ym., 2015) Toisaalta IoT-sovellukset mahdollistavat myös oman terveydentilan seuraamisen puettavien laitteiden avulla, jolloin omaa terveydentilaa pystytään ennustamaan paremmin sekä reagoimaan nopeammin kehossa tapahtuviin poikkeaviin muutoksiin (Miorandi ym., 2012)

IoT-sovelluksia voidaan hyödyntää ajoneuvoissa ja kuljettamisessa. Käytännössä tämä tarkoittaa älykkäiden ajoneuvojen, älykkäiden tieinfrastruktuurien, seurantakeskusten ja turvallisuuskeskusten yhdistämistä. Älykkään kuljetussysteemin tarkoituksena on seurata ja ohjata tieliikennettä, jotta liikenne olisi luotettavampaa, tehokkaampaa ja turvallisempaa (Al-Fuqaha ym., 2015; Bandyopadhyay & Sen, 2011). Useat valmistajat ovat kehittäneet

itseohjautuvia autoja, joita ohjaa ainoastaan tietokone ja ajoneuvon ympäristöstään saama data. Koska ihminen on suurin yksittäinen riskitekijä, tulevat itseohjautuvat autot todennäköisesti lisääntymään tulevien vuosikymmenien aikana.

Teollisuudessa esineiden internetiä voidaan hyödyntää useilla eri sektoreilla. Sensoreiden avulla yritysten on mahdollista seurata tuotteidensa valmistusta, varastointia, kuljetusta ja myyntiä reaaliajassa (Miorandi ym., 2012). Valmistuksessa robotit pystyvät IoT-tekniikan avulla kommunikoimaan keskenään, jolloin ihmisen ei juurikaan tarvitse olla mukana prosessissa (Al-Fuqaha ym., 2015). Teollisen esineiden internetin kehittyminen parantaa yritysten kykyä reagoida muutoksiin tuotantoketjussa sekä auttaa kehittämään yritysten omaa toimintaa (Whitmore ym., 2015). Yritykset pystyvät kehittämään kilpailukykyisempiä tuotteita, tuottavampia ja ympäristöystävällisempiä liiketoimintamalleja sekä optimoimaan resurssejaan (Li ym., 2015).

Ottaen huomioon, että IoT-laitteet tulevat todennäköisesti liitetyksi moniin objekteihin ja jopa ihmisiin itseensä, tulee sosiaalinen aspekti ottaa huomioon esineiden internetin sovelluksissa (Whitmore ym., 2015). Sosiaalinen esineiden internet tarkoittaa maailmaa, jossa ihmisten ympärillä olevat asiat voidaan älykkäästi tuntea ja yhdistää (Atzori, Iera, Morabito & Nitti, 2012).

Yksi todennäköinen sovellus on sosiaalisten palvelujen liittyminen esineiden internetiin. IoT-laitteiden hyödyntäminen yksilön aktiviteettien ja sijainnin seuraamisessa voi säästää käyttäjän aikaa. Tästä datasta voidaan johtaa tietoa esimerkiksi yksilön lähellä olevista ystäväistä, tapahtumista tai muista aktiviteeteista, jotka voisivat kiinnostaa käyttäjää. (Whitmore ym., 2015)

2.4 Esineiden internetin haasteita

Esineiden internetin yleistymisen tiellä on useita haasteita. Suurimpia kehittämiskohteita ovat turvallisuuden ja yksityisyyden varmistaminen, standardisoinnin kehittäminen sekä tarvittavien verkkoyhteyksien rakentaminen. Seuraavaksi tarkastellaan näitä kolmea haastetta syvällisemmin.

Turvallisuuden ja yksityisyyden ongelmat ovat ehkäpä suurimmat haasteet esineiden internetin kehityksessä. Ihmiset tulevat vastustamaan IoT-sovelluksia niin kauan, kunnes voidaan olla varmoja laitteiden turvallisesta käytämisestä (Atzori ym., 2010; Tan & Wang, 2010).

IoT-laitteet ovat useista syistä äärimmäisen riskialttiita hyökkäyksille. Ensinnäkin laitteet ovat suurimman osan ajasta ilman valvontaa, joten laitteisiin on helppo fyysisesti päästä käsiksi. Toiseksi laitteiden kommunikaatio tapahtuu langattomasti, joten salakuuntelu on äärimmäisen helppoa. Tämän lisäksi tulee esiin laitteiden komponenttien ominaisuudet: laitteet toimivat pienellä energialla ja laskentateholla, joten monimutkaisia turvalaitteita ei ole mahdollista käyttää. (Atzori ym., 2010)

Edellä mainittujen lisäksi tulee vielä tunnistamisen haasteet ja datan koskemattomuusongelmat. Tunnistaminen on hankalaa, sillä se vaatii

oikeanlaisen tunnistamisinfrastruktuurin, jota ei tällä hetkellä ole olemassa. RFID-tagit eivät myöskään kykene liian monimutkaisiin keskusteluihin tunnistamispalvelimien kanssa. Tunnistamisongelmista johtuen IoT-laitteet ovat riskialttiita verkkohyökkäyksille, ja näin datan koskemattomuus ei ole taattu. (Atzori ym., 2010; Bandyopadhyay & Sen, 2011; Tan & Wang, 2010)

Yksityisyyteen liittyy myös useita haasteita. Ensinnäkin tulisi pohtia miten taataan datan yksityisyys ja turvallinen käsittely, kun ihmisistä syntyy tietoa valtavasti ja jatkuvasti. Toisekseen yksilöiden pitäisi olla mahdollista päättää mitä dataa kerätään, kuka sitä kerää ja milloin sitä kerätään. Kolmanneksi pitäisi määritellä mitä tällä datalla tehdään ja kuka sitä saa käsitellä. Tällä hetkellä datan hallintaan ei ole tarpeeksi hyviä työkaluja, jotta voidaan taata riittävä yksityisyys ja turvallisuus. (Al-Fuqaha ym., 2015; Atzori ym., 2010; Bandyopadhyay & Sen, 2011; Miorandi ym., 2012; Tan & Wang, 2010)

Teknologisessa ympäristössä standardisointi on aina ollut merkittävä asioiden laajentumisen mahdollistava voima. Ilman selkeää ja tunnistettavaa kommunikaatiostandardia, kuten TCP/IP standardi internetissä, esineiden internet ei voi laajentua maailmanlaajuisesti ilmiöksi (Tan & Wang, 2010). Tällä hetkellä IoT-ympäristöön ei ole kehitetty yleispäteviä standardeja, vaan erilaiset toimintamallit ovat pirstoutuneet ympäriinsä (Atzori ym., 2010). Standardointijärjestöjen, kuten ISO, IETF, ETSI ja ITU, sekä muiden vastaavien järjestöjen, tulisi toimia yhdessä, jotta saataisiin luotua toimivat ja yleispätevät IoT-standardit (Atzori ym., 2010; Tan & Wang, 2010).

Myöskään verkkoyhteydet eivät ole tarpeeksi kehittyneitä IoT-laitteiden laajaan hyödyntämiseen. Liikuteltavuus, saatavuus, hallittavuus ja skaalautuvuus ovat asioista, joita verkolta vaaditaan mikäli esineiden internet halutaan laajentuvan maailmanlaajuisesti ilmiöksi (Bandyopadhyay & Sen, 2011).

Liikuteltavuus on äärimmäisen tärkeää, sillä todennäköisesti suurin osa palveluista tulee mobiilikäyttäjien käytettäväksi. Myöskään saatavuus ei ole taattu: internetiä tai muita siirtometodeja ei ole saatavilla kaikkialla. Tehokkaat uudet verkkoyhteydet, kuten maailmanlaajuinen 5G-verkko, auttaisivat liikuteltavuudessa ja saatavuudessa. Hallintaan ja skaalautuvuuteen liittyvät haasteet tulevat vastaan, kun IoT-laitteiden määrä alkaa kasvamaan eksponentiaalisesti: miten hallita valtavaa laitemäärä sekä miten laitteiden, palveluiden ja ominaisuuksien lisääminen saadaan tehtyä niin, ettei se vaikuta jo olemassa olevien palveluiden laatuun. (Al-Fuqaha ym., 2015)

2.5 Esineiden internet yhteenvetona

Tässä sisältöluvussa kävimme läpi esineiden internetin arkkitehtuuria, elementtejä, sovelluksia ja haasteita. Esineiden internetin valtavat mahdollisuudet ja monipuolinen sovelluskirjo voivat tehdä siitä seuraavan maailmaamullistavan innovaation. Sovellukset kuten älykäs infrastruktuuri,

älyajoneuvot ja omaa terveyttä seuraavat laitteet voivat hyödyllisyytensä vuoksi tulla yleiseen käyttöön jo seuraavan vuosikymmenen aikana. Tämän esteenä on kuitenkin yhteisten arkkitehtuurien, standardien ja teknologioiden puute. Haasteita on myös yksityisyyden ja turvallisuuden hallinnassa. Mikäli nämä ongelmakohdat saadaan selvitettyä, tulee esineiden internet muuttamaan toimintatapojamme, työntekoamme ja jokapäiväistä arkeamme.

Seuraavassa sisältöluvussa perehdytään analytiikkaan, analytiikan eri muotoihin, massadatan käsitteeseen sekä analytiikan käyttöön vakuutusyhtiöissä. Sisältöluvussa pohditaan lisäksi esineiden internetin käyttöä vakuutusyhtiöiden analytiikassa. Tavoitteena on selvittää mitä tarkoittaa analytiikka ja miten analytiikan eri muotoja voidaan hyödyntää liiketoiminnan kehittämisessä.

3 Analytiikka ja sen hyödyntäminen vakuutusyhtiöissä

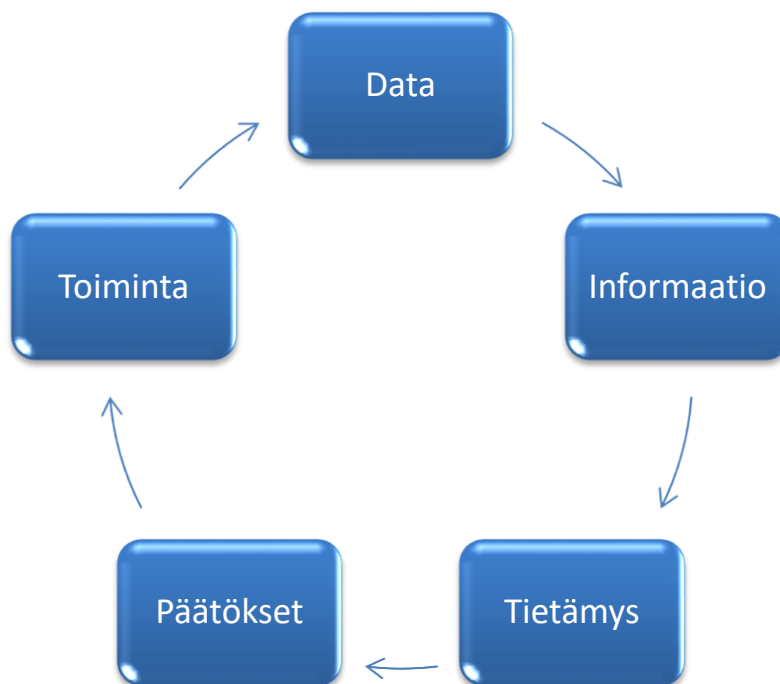
Nykypäivänä uutta dataa syntyy erilaisista laitteista valtavia määriä. Sitä tuottavat älylaitteet, teollisuuden sensorit sekä monet muut toiminnassaan tietokonetta hyödyntävät sovellukset. Datan esiinnousu tapahtui 2000-luvun alussa, kun internetin kehittymisen myötä tietokoneet alkoivat yleistyä niin kodeissa kuin työpaikoillakin. Kun prosessorien laskentakapasiteetti kehittyi sekä niiden hinnat laskivat, tietokoneiden määrä lisääntyi entisestään lisäten samalla eksponentiaalisesti datan määrää. Tämän valtavan datamäärän hallintaan ja analysointiin eivät enää riittäneet vanhat toimintatavat, vaan tarvittiin uusia, kehittyneitä analytiikkatyökaluja. (Russom, 2011)

Tämän sisältöluvun tarkoituksena on selvittää mitä on analytiikka sekä pureutua analytiikan eri muotoihin. Sisältöluvussa tutustutaan myös massadatan käsitteeseen ja massadata-analytiikan viitekehykseen. Tämän lisäksi perehdytään analytiikan hyödyntämiseen vakuutusyhtiöissä sekä esineiden internetin synnyttämän datan käyttöön vakuutusyhtiöiden analytiikassa.

3.1 Analytiikka

Datan hyödyntämiseksi tarvitaan erilaisia analytiikka-työkaluja: ilman analysointia data on vaan joukko erillään olevia bittejä, joilla ei ole merkitystä. Analytiikka itsessään on vanha käsite, joka kuvaa jonkin asian pohtimista ja avaamista, pyrkien ymmärtämään asioiden välisiä yhteyksiä. Dataan liitettyinä analytiikka tarkoittaa datan analysointiin tarkoitettuja sovelluksia, joiden avulla datasta saadaan irti uutta tietoa (Abbasi ym., 2016). Analytiikalla kuvataan usein myös algoritmeja, joiden avulla datasta pyritään löytämään malleja (Watson, 2013).

Analytiikassa keskeistä on tiedon arvoketju (Kuvio 2). Jotta datasta saadaan hyödyllistä tietoa, tulee sen muuntua informaatioksi. Informaatioksi data voi muuttua vain, jos se saadaan muotoiltua ymmärrettävään muotoon. Analytiikan työkalut tarjoavatkin tähän ratkaisun. Jotta tästä informaatiosta on jotain hyötyä, tulee asia oppia, jolloin se muuttuu tietämykseksi. Vasta tämän jälkeen päästään päätöksenteko-vaiheeseen, jolloin massadatasta syntyneen tietämyksen perusteella tehdään päätöksiä. Viimeisessä vaiheessa pitää syntyä toimintaa, jotta tehdyistä päätöksistä voidaan saada konkreettista hyötyä. Kun saadaan aikaiseksi toimintaa, syntyy uutta dataa toiminnasta, jolloin tieto lähtee jälleen muuntumaan informaatioksi. Tästä syystä tiedon arvoketju on jatkuva prosessi. (Abbasi ym., 2016)



Kuvio 2 Tiedon arvoketju (Abbasi ym., 2016)

3.1.1 Analytiikan muodot

Analytiikassa on nähtävissä kolme eri muotoa: kuvaileva-, ennustava- ja ohjaileva analytiikka. Kuvailevassa analytiikassa pyritään mallintamaan jo tapahtuneita asioita. Kuvailevassa analytiikassa tarkoituksena on analytiikkatyökalujen avulla löytää datasta kaavoja, joita voidaan hyödyntää tulevaisuuden ratkaisuisissa. Esimerkkejä kuvailevasta analytiikasta ovat raportointi, tuloslistat ja datan visualisointi. Tämä on yleisin analytiikan muoto ja sitä käytetään laajalti varsinkin liiketoimintatiedon hallinnassa. (Power, 2014; Watson, 2013)

Toinen muoto on ennustava analytiikka. Ennustavan analytiikan tarkoituksena on selvittää mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan. Tarkoituksena on historiallisen datan ja niistä johdettujen simulaatiomallien avulla kehittää skenaarioita, jotka kuvaavat mahdollisia tulevaisuuden tapahtumia. Ennustavaan analytiikkaan kuuluu erilaisia algoritmeja ja metodeja, kuten regressioanalyysi, koneoppiminen ja neuroverkot. Näitä tekniikoita on ollut jo useita vuosia, ja niitä kutsutaan yhdessä datan louhinta -työkaluiksi. (Power, 2014; Watson, 2013)

Kolmas ja viimeinen muoto on ohjaileva analytiikka. Sen tarkoituksena on näyttää mitä tulevaisuudessa tulisi tapahtua, jotta pystyttäisiin optimoimaan systeemin tehokkuutta. Ohjailevassa analytiikassa hyödynnetään usein reaaliaikaista dataa, jolloin datasta saatu tieto on ajankohtaista ja tulevaisuuteen pystytään vaikuttamaan hyvinkin nopeasti. Esimerkkinä ohjailevasta analytiikasta on tuottojen hallinta, joita hyödynnetään paljon lentoyhtiöissä ja muissa liikennevälineissä istumapaikkojen hinnan määrittelyssä kunakin ajankohtana. Ennakoarvion ja matemaattisten kaavojen avulla pyritään

dynaamisesti määrittämään istumapaikkojen hinnat niin, että pystytään optimoimaan tuotot. Ohjailevaa analytiikkaa käytetään nykyään myös monella muulla alalla, kuten kodintekniikan myynnissä. (Power, 2014; Watson, 2013)

Yksi näkemys analytiikassa on, että yritykset pyrkivät progressiivisen analytiikkaan. Näin ollen analytiikka aloitetaan kuvailevasta, siirrytään ennustavaan ja lopulta päästään ohjailevaan analytiikkaan. Ensin yritykset pyrkivät ymmärtämään menneisyyttään, sitten ne haluavat ymmärtää tulevaisuutta ja lopulta optimoimaan toimintonsa tulosten perusteella. (Watson, 2013)

Ennustavasta ja ohjailevasta analytiikasta käytetään usein termiä edistynyt analytiikka. Tämä johtuu pitkälti siitä, että datasta haetaan tietoa, jota ei näennäisesti ole saatavilla, vaan tieto saadaan erilaisten algoritmien ja analyysien kautta. Jotta tietoa on mahdollista saada, on dataa oltava riittävä määrä, ja tämän datamäärän analysoimiseen eivät riitä enää yksinkertaiset työkalut. Tällaisesta suuresta datamäärästä käytetään nimitystä massadata.

3.1.2 Massadata analytiikassa

Massadatan käsitteen ymmärtäminen ja sen tekniikoiden hallinta on äärimmäisen tärkeää, sillä hallittavaa tietoa syntyy älylaitteiden lisääntyessä yhä enemmän ja enemmän. Massadatan käsitteeseen liittyy neljä eri ulottuvuutta: määrä, vaihtelevuus, syntymisvauhti ja totuudenmukaisuus (eng. 4V's = volume, variety, velocity, veracity). Määrällä tarkoitetaan tässä tapauksessa datan valtavaa määrää, joka aiheuttaa hankaluuksia datan varastoinnille ja hallinnalle. Vaihtelevuus taas merkitsee datan erilaisia muotoja: data voi olla ääntä, kuvaa, tekstiä, lokitiedostoja tai monia muita tiedostomuotoja. Syntymisvauhti kuvaa nimensä mukaisesti datan syntymisen nopeutta: dataa syntyy koko ajan enemmän ja enemmän, jolloin käsiteltävän datan määrä kasvaa päivä päivältä. Datan lisääntymisen takia tiedonkäsittelyn tulee pystyä nopeutumaan syntymisvauhdin kasvaessa. Neljäs ulottuvuus on totuudenmukaisuus: datan on oltava totuudenmukaista, jotta datasta saadaan oikeaa tietoa eivätkä tilastovirheet pääsee vaikuttamaan datasta saatavaan informaatioon. (Abbasi ym., 2016; Cuzzocrea, Song & Davis, 2011; Ohlhorst, 2013; Russom, 2011; Watson, 2014)

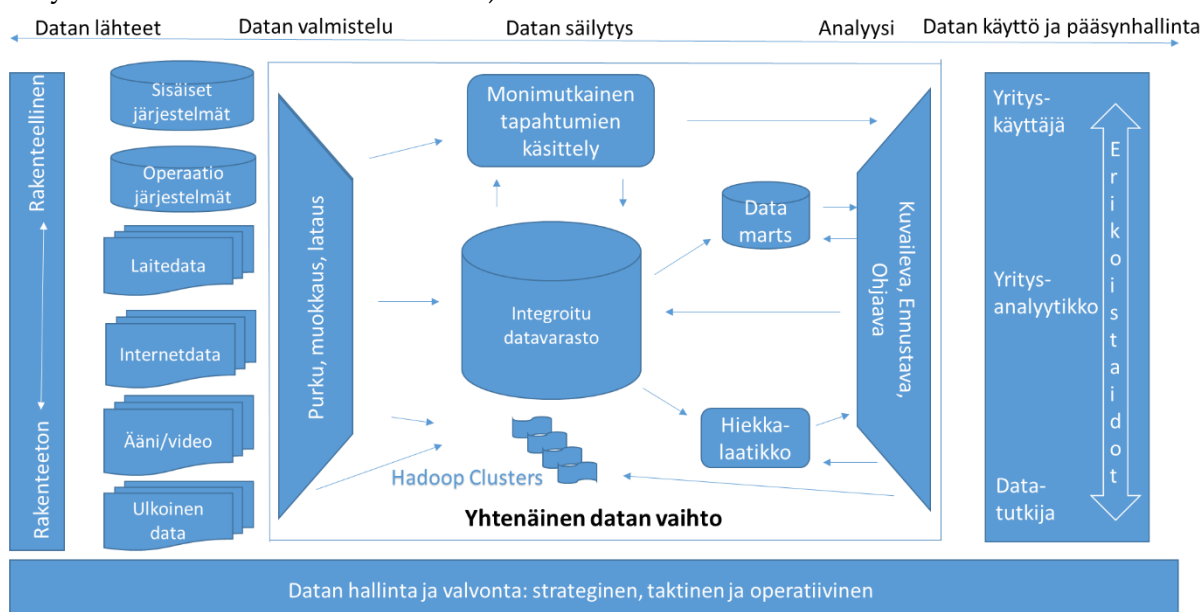
Massadata vaatii uusia teknologioita ja tekniikoita datan keräämiseen, säilyttämiseen ja analysoimiseen. Sen avulla pyritään parantamaan päätöksentekoa, tarjota oivalluksia sekä tukea ja optimoida prosesseja. (Raghupathi & Raghupathi, 2014; Watson, 2014)

3.1.3 Massadata-analytiikan viitekehys

Massadata-analytiikka käsittää joukon erilaisia käsitteitä ja toimintoja, joiden ymmärtäminen helpottaa analytiikan hahmottamista. Varsinkin suurien datamäärien käsittelyssä on hyvä olla viitekehys, jonka mukaan toimitaan.

Massadata-analytiikan viitekehykseen kuuluu seuraavat asiat: datan lähteet, datan valmistelu, datan säilytys, analyysi sekä datan käyttö ja pääsynhallinta.

Datan lähteillä tarkoitetaan tässä tapauksessa erilaisia datan lähteitä, joita voidaan prosessoida analyysivaiheessa. Erilaiset lähteet on kuvattu otsikon "Datan lähteet" alle (Kuvio 3). Dataa syntyy erilaisissa järjestelmissä, kuten sisäisissä järjestelmissä ja operaatiojärjestelmissä, laitteissa, internetistä tai ulkoisista lähteistä. Data voi olla myös ääntä tai videota. Data voi olla rakenteellista tai rakenteetonta, tai jotain siltä väliltä. Rakenteellista dataa hyödynnetään eniten ja sitä pystytään melko yksinkertaisin menetelmin käyttämään kuvailevassa analytiikassa. Rakenteettoman datan, kuten valokuvien, videon, äänen, tekstitiedostojen ja nettisivujen analysointiin sen sijaan tarvitaan kehittyneempiä työkaluja. (Phillips-Wren, Iyer, Kulkarni & Ariyachandra, 2015; Russom, 2011)



Kuvio 3 Massadata-analytiikan viitekehys (Phillips-Wren ym., 2015)

Datan valmistelu sisältää tiedon purkua, muokkausta ja latausta (eng. ETL, extract-transform-load). Näiden prosessien avulla pyritään saamaan oikeanlaista dataa sellaiseen muotoon, että siitä voidaan saada haluttua tietoa tutkittavaan asiaan (Watson & Wixom, 2007). Ei siis riitä että saadaan jotakin tietoa, vaan tiedon tulee vastata haluttuun tarpeeseen.

Esimerkiksi asiakaskeskeinen päätös voi vaatia tietojen hakemista useasta eri lähteestä, kuten operatiivisista transaktio-järjestelmistä sekä asiakaspalautteista sosiaalisesta mediasta. Eri lähteistä saadun datan yhdistämiseksi ja datan eheyden säilyttämiseksi, joudutaan tietoa usein purkamaan ja muokkamaan yhteensopivaan muotoon. Data voidaan sitten ladata yhteiseen datavarastoon tai Hadoop Cluster-järjestelmään, joista tietoa pystytään hakemaan tarkempaa tutkimusta varten. (Phillips-Wren ym., 2015)

Datan säilytykseen organisaatiot tarvitsevat integroituja datavarastoja, joihin datan valmistelu-vaiheessa muokattu data voidaan tallentaa analysointiin

varten. Perinteisten integroitujen datavarastojen lisäksi on kehitetty useita massadatan käsittelyyn suunniteltuja järjestelmiä, sillä suurien datamäärien siirtäminen ja prosessointi ei ole järkevää perinteisillä tallennusmetodeilla. Esimerkiksi Hadoop Cluster-järjestelmä on suunniteltu valtavien rakenteettomien datamäärien varastointiin ja analysointiin. Järjestelmästä syntyneet tulokset voidaan tallentaa datavarastoon tai analysoida suoraan, jolloin se toimii myös työkaluna. Tiettyyn käyttöön tai tietylle joukolle tarkoitettu data voidaan tallentaa Data mart-järjestelmiin, joissa data on helposti saatavilla sekä sen käyttöä voidaan rajoittaa vain tietyn osajoukon käytettäväksi. Näin taataan myös alkuperäisen datan eheys. (Phillips-Wren ym., 2015)

Analyysivaihe kattaa laajan kirjon erilaisia aktiviteetteja, jotka tapahtuvat datan käytön ja hallinnan eri vaiheissa. Kuvailevassa analytiikassa hyödynnetään työkaluja ja tilastoja, jotta datasta voidaan tuottaa tiivistetty muoto. Tällaisia analyyseja on melko yksinkertaista tehdä myös kevyemmällä työkaluilla. Massadataa käsiteltäessä analyysejä kuitenkin hankaloittaa datan laajuus ja monimuotoisuus, sekä tiedon reaaliaikaisuus. Tämän takia työkaluja, kuten Hadoop Cluster tai "hiekkalaatikko", tarvitaan ennustavassa analytiikassa. "Hiekkalaatikko" on kehitysalusta, jossa datan tutkijat voivat tutkia ja yhdistää dataa, rakentaa kehittyneitä analytiikkamalleja sekä vaihtoehtoisia malleja ilman että organisaation dataa muokataan tai muiden työskentely datan parissa häiriintyy. Reaaliaikaisen tapahtumien käsittelyn, datavarastoinnin, Data mart- ja Hadoop Cluster järjestelmien sekä "hiekkalaatikon" yhdistäminen tarjoavat kestävän infrastruktuurin datan analysointiin ja varastointiin, sekä mahdollistaa tiedon innovoinnin ja reaaliaikaisen hallinnan (H. Chen ym., 2012; Phillips-Wren ym., 2015).

Viimeisenä osana massadata-analytiikan viitekehystä on datan käyttö ja pääsynhallinta. Näillä kuvataan dataa käsitteleviä käyttäjiä kuten analytiikkoja ja tutkijoita. Erilaisilla käyttäjillä on hyvin erilaiset tarpeet päästä käsiksi dataan, jolloin pääsynhallinta on ensiarvoisen tärkeää. Esimerkiksi peruskäyttäjät, kuten johtajat ja eturivin työntekijät eivät tarvitse samanlaisia hallintaoikeuksia, kuin kehittyneet käyttäjät, kuten analytiikot ja tutkijat. Käyttöoikeuksien hallinta on tärkeää, jotta jokaisella käyttäjällä on tarvittavat resurssit työn tekemiseen, mutta kyseiset käyttäjät eivät pääse tekemään peruuttamattomia muutoksia dataan. (Phillips-Wren ym., 2015)

Viitekehukseen liittyy lisäksi jatkuva datan hallinta ja valvonta. Hallinnan ja valvonnan avulla pyritään varmistamaan, että datan varastointiin, käsittelyyn ja hallintaan on käytössä oikeanlaiset tekniikat ja työkalut, jotta datan analysointi on mahdollista ja tulokset vastaavat todellisuutta. Tähän kuuluu myös henkilöstön ja sidosryhmien hallinta. (Phillips-Wren ym., 2015)

3.2 Analytiikan hyödyntäminen vakuutusyhtiöissä

Analytiikka on äärimmäisen tärkeää monilla aloilla, eikä vakuutusala tee siihen poikkeusta. Vakuutuslalla analytiikkaa ajaa käyttämään kolme eri syytä:

heikentynyt tulos, kilpailuaseman ylläpitäminen sekä riskinhallinta (Simonson & Jain, 2014).

Vakuutusyhtiöissä tulosta ovat heikentäneet luonnonkatastrofien yleistyminen, lisääntyneet petokset sekä sijoitusten heikko tuottavuus. Kilpailuetuja pyritään saavuttamaan arvoketjun digitalisaatiolla, hinnoittelun dynaamisuudella sekä palkkaamalla parhaita asiantuntijoita. Riskiä pyritään hallitsemaan laatimalla uusia säännöksiä sekä laskemalla riskitasoja. (Simonson & Jain, 2014)

Vakuutusyhtiöissä liiketoiminta perustuu riskienhallinnalle, jossa asiakas maksaa vakuutusmaksua vakuuttajallensa riskin siirtämiseksi. Vakuutusyhtiöiden kannalta riskin määrittäminen on siis ensiarvoisen tärkeää, jotta vakuutusmaksuja osataan periä riittävä määrä vakuutettujen vahinkojen korvaamiseksi, kuitenkin niin, että pystytään tarjoamaan kilpailukykyisiä hintoja (Cruz, Peters & Shevchenko, 2015). Näin ollen sekä asiakkaiden- että yrityksen omaa riskiä tulee pystyä hallitsemaan.

Riskien määrittämiseksi on käytetty kuvailevia metodeja: pyritään jo syntyneen datan avulla luomaan malleja, joilla voidaan mallintaa tulevia tapahtumia. Vakuutusyhtiöissä tämä tarkoittaa vahinkodatan analysointi ja siitä saatujen tulosten yleistämistä yksittäiseen vakuutuksen ottajaan (Boobier, 2016). Esimerkiksi 23-vuotiaan Kuopiolaisen oletetaan tekemän saman verran vahinkoja kun 23-vuotiaat Kuopiolaiset ovat historiallisesti tehneet. Pääasiassa vakuutuksen hintaan vaikuttavia muuttujia ovat asiakkaan ikä, asuinpaikka ja henkilökohtainen vahinkohistoria. Näiden lisäksi yksittäisiin vakuutuslajeihin liittyy muuttujia. Esimerkiksi autovakuutuksen hintaan vaikuttavat ajoneuvon merkki ja malli. Merkin ja mallin perusteella lasketaan historiallinen todennäköisyys vahingolle sekä vahingon todennäköinen korvaushinta. Tästä johtuen kalliimmilla automerkeillä on korkeammat vakuutushinnat, sillä vahingon sattuessa korjauskustannukset ovat korkeammat. Myös autot joille sattuu paljon vahinkoja, ovat vakuutushinnaltaan kalliimpia. Vakuutusmaksut vaihtelevat yhtiökohtaisesti, sillä eri merkkisillä ja -mallisilla autoilla tapahtuu eri yhtiöissä eri määrä vahinkoja. Jokaisella vakuutusalueella on omat muuttujansa, jonka mukaan hinta määräytyy.

Analytiikkaa hyödynnetään myös korvausprosesseissa. Korvausprosessi on aikaa vievä prosessi, jossa tarvitaan useita järjestelmiä, eri osastoja ja paljon työvoimaa. Prosessin monimutkaisuus aiheuttaa usein viiveitä, jolloin syntyy ylimääräisiä kustannuksia ja työtä yritykselle. Korvausanalytikassa pyritään analysoimaan dataa mahdollisimman monessa prosessin vaiheessa, jotta voidaan vähentää päätöksentekoon vaadittavaa aikaa sekä virheiden todennäköisyyttä. Analytiikka paljastaa samankaltaisia tapauksia yrityksen tiedoista, jolloin yksittäisen korvauksen ymmärtäminen helpottuu. Tämä vähentää virheitä, operaatikustannuksia ja lisää asiakkaiden tyytyväisyyttä. (Boobier, 2016; Simonson & Jain, 2014)

Petosten lisääntyminen on ajanut vakuutusyhtiöt käyttämään analytiikkaa myös tällä osa-alueella. Perinteisesti petosten havaitseminen on vaatinut paljon manuaalista työtä, joka on aiheuttanut suuria kustannuksia vakuutusyhtiöille.

Kaiken lisäksi vain pieni osa petoksista huomataan, jolloin korvauksia maksetaan kuin oikeaakin korvausta. Analytiikan avulla voidaan havaita tiettyjä malleja petoksiin liittyen, jolloin niiden ennaltaehkäisy ja havaitseminen on huomattavan paljon helpompaa kuin ihmisen tekemänä. Tekstinlouhinta ja sosiaalisten verkkojen analytiikka ovat esimerkkejä tekniikoista, joilla voidaan havaita petoksia. Petosanalytiikan avulla voidaan vähentää kustannuksia ja parantaa tuottoja, kun virheelliset korvaukset saadaan kitkettyä pois. Tämän lisäksi asiakastyytyväisyys lisääntyy korvausprossin lyhentyessä ja korvausten maksamisen nopeutuessa. (Nyce, 2007; Simonson & Jain, 2014)

3.3 Esineiden internetin käyttö vakuutusyhtiöiden analytiikassa

Esineiden internetin laitteiden luoma data tulee muuttamaan monien eri talouden sektoreiden analytiikkaa: data on yksityiskohtaisempaa ja tarkempaa kun mitä tähän mennessä ollaan totuttu analytiikassa näkemään. Vakuutusyhtiöiden kannalta laitteet luovat uusia mahdollisuuksia arvioida yksittäisen asiakkaan riskitasoa, hinnoitella vakuutuksia sekä valvoa reaaliaikaisesti vakuutettuja kohteita (Ernst & Young, 2016).

Esineiden internetin laitteiden, kuten puettavien laitteiden ja älykellojen, tuottama data mahdollistaisi vakuutusyhtiöiden määrittää asiakkaan ominaisuuksien ja toiminnallisuuksien mukaan vakuutusten hinnat. (Ernst & Young, 2016) Yksi mahdollinen sovellus on geopaikkatietosovellus, jossa asiakkaan autoon kiinnitetyt kiihtyvyys, nopeus, ja muut sensorit, mahdollistaisivat henkilökohtaisen ajotavan seurannan, joka voisi vaikuttaa vähentävästi vakuutusmaksun hintaan, mikäli asiakas ajaa liikennesääntöjen mukaisesti ja rauhallisesti (Bandyopadhyay & Sen, 2011).

Toinen tärkeä sovellus on ympäristön sensorointi. Niin kodeissa, toimistoissa, kuin kaikissa muissakin rakennuksissa olisi sensorit, jotka mittaisivat lämpötilaa, savua, ilman myrkyllisyyttä, maanjäristyksiä ja muita haitallisia muuttujia. (Reiss, 2016) Näin pystyttäisiin ennalta estämään vahinko tai mikäli vahinko ei ole estettävissä, pystyttäisiin minimoimaan vahingot reagoimalla tapahtumaan mahdollisimman nopeasti.

Yleisesti esineiden internetin laitteiden tuottaman reaaliaikaisen ja tarkkan datan avulla voitaisiin ennaltaehkäistä vahinkojen syntymistä, sekä halpuuttaa vakuutuskohteiden ylläpitoa ja huoltoa (Bandyopadhyay & Sen, 2011). Kuitenkin edellä mainitut sovellukset vaativat vakuutusyhtiöiltä kehittyneempiä laitteistoja, työkaluja ja tekniikoita, jotta dataa on mahdollista hyödyntää (Reiss, 2016). Myöskin henkilöstö tulisi kouluttaa uusien työkalujen käyttöön.

3.4 Analytiikka yhteenvedona

Tässä sisältöluvussa selvitettiin analytiikan käsitettä, analytiikan eri muotoja, pureuduttiin massadatan käsitteeseen sekä avattiin massadata analytiikan viitekehystä. Sisältöluvussa perehdyttiin myös vakuutusyhtiöiden analytiikkaan ja esineiden internetin käyttöön vakuutusyhtiöiden analytiikassa.

Analytiikkaan liittyy vahvasti tiedon arvoketju, jossa datan avulla pyritään saamaan aikaiseksi toimintaa. Analytiikka voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaluueeseen: kuvailevaan, ennustavaan ja ohjailevaan analytiikkaan. Ennustavasta ja ohjailevasta analytiikasta käytetään myös nimitystä kehittynyt analytiikka. Massadata liittyy läheisesti analytiikkaan, sillä nykypäivänä analysoitavaa dataa on yhä enemmän ja enemmän, jolloin sen analysointiin vaaditaan uudenlaisia resursseja ja työkaluja. Massadata-analytiikan viitekehysten avulla pyrittiin avaamaan massadatan analysointiin liittyviä käsitteitä sekä selventämään analyysiprosessia kokonaisuudessaan.

Vakuutusyhtiöissä analytiikkaa hyödynnetään niin riskienhallinnassa, korvausprosessissa kun petosten havaitsemisessakin. Analytiikan kehittyminen mahdollistaa vakuutusyhtiöille tarkemmat riskianalyysit, nopeuttaa korvausprosessia sekä helpottaa petosten havaitsemista. Kaikkien näiden perimmäinen tarkoitus on vähentää yritysten kuluja ja parantaa asiakastytyväisyyttä.

Esineiden internetin tuottama yksityiskohtainen data mahdollistaa vakuutusyhtiöiden hinnoitella vakuutusten hinnat asiakkaan henkilökohtaisten ominaisuuksien mukaan. Näin vakuutuksen hinnoittelu on tarkempaa ja mahdollistaa keskiarvosta poikkeavien yksilöiden säästää vakuutusmaksussa. Toisaalta esineiden internet myös ennaltaehkäisee vahinkojen syntymistä, mikä omalta osaltaan laskee vakuutusmaksujen hintoja.

Seuraavassa ja viimeisessä luvussa kootaan yhteen tämän kandidaatin tutkielman aihe ja näkökulma. Tämän lisäksi vastataan pohtivasti tutkimuskysymyksiin ja mietitään mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

4 Yhteenveto

Tässä kandidaatin tutkielmassa selvitettiin esineiden internetin käyttöä vakuutusyhtiöiden analytiikassa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Ensimmäisessä sisältöluvussa avattiin esineiden internetin arkkitehtuuria, teknologioita, sovelluksia ja haasteita. Toisessa sisältöluvussa perehdyttiin analytiikkaan, sen elementteihin, massadataan sekä analytiikan käyttöön vakuutusyhtiöissä. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli vastata seuraavaan tutkimuskysymykseen:

- Miten esineiden internetiä voidaan käyttää vakuutusyhtiöiden analytiikassa?

Tutkimuskysymykseen ei saatu selkeää vastausta kirjallisuuskatsauksessa, sillä tieteellistä lähdeaineistoa ei ollut riittävästi saatavilla. Esineiden internetiä sekä analytiikkaa on tutkittu paljon, mutta vakuutusyhtiöiden näkökulmaa ei juurikaan ole otettu huomioon. Bandyopadhyayn ja Senin (2011) tutkimuksessa pohdittiin muutamaa esineiden internetin sovellusta vakuutusyhtiöissä, mutta nämäkin päätelmät olivat hypoteeseja, eivätkä perustuneet laajaan tutkimukseen. Kuitenkin edellä mainitun tutkimuksen sekä kirjallisuuskatsauksen muilla osaluilla selvinneiden tietojen perusteella voidaan olettaa, että esineiden internetin laitteiden yleistymisen tulee lisäämään vakuutusyhtiöiden käytössä olevan datan määrää, jolloin voidaan tuottaa yksityiskohtaisempia analyyssejä.

Kehittyneitä analytiikkatyökaluja, kuten tiedon luohintaa ja koneoppimista, hyödynnetään jo tällä hetkellä niin riskienhallinnassa, petosten havaitsemisessa kun korvausprosesseissakin. Koko ajan lisääntyvä datamäärä ja uudenlaiset datan lähteet, kuten puettavat laitteet ja muut älylaitteet, mahdollistavat tarkemmat analyysit. Tästä johtuen yksittäisistä asiakkaista on mahdollista tuottaa tarkempi riskianalyysi, jolloin vakuutusten hinnoittelu on henkilökohtaisempaa. Tästä voi olla suurta taloudellista hyötyä varsinkin sellaisille asiakkaille, jotka kuuluvat ominaisuuksiensa puolesta riskialttiisiin ihmisryhmiin. Esimerkiksi nuorten ajoneuvovakuutukset ovat olleet tyypillisesti kalliita, sillä nuoret kuljettajat ajavat tilastojen valossa enemmän vahinkoja, kuin kuljettajat keskimäärin. Ajokäyttäytymistä mittaavat sensorit ja sitä kautta muodostuva vakuutuksen hinta voi siis merkittävästi laskea varovaisesti ajavan nuoren vakuutusmaksua.

Tämän lisäksi teknologinen muutos ja esineiden internetin laitteiden yleistymisen muilla aloilla tulee vaikuttamaan vakuutusten sisältöihin. Tämä johtuu siitä, että vakuutusyhtiöiden pitää pystyä vakuuttamaan esineiden internetin laitteita, jolloin vakuutusten sisältöjen sekä tietotaidon yrityksen sisällä tulee muuntua teknologisen kehityksen mukana.

Vakuutusyhtiöt tulevat todennäköisesti hyödyntämään omassa toiminnassaan uutta teknologiaa, jolloin se tulee vaikuttamaan yritysten liiketoiminnan prosesseihin ja käytänteisiin. Vakuutusyhtiöt ovat kuitenkin

perinteisesti olleet hitaita ottamaan uutta teknologiaa käyttöönsä sekä muuttamaan liiketoiminnan prosessejaan, joten on oletettavaa, että esineiden internetin kehittyessä vakuutusyhtiöt omaksuvat toiminnallisuudet muita aloja myöhemmin.

Ongelmaksi voi muodostua asiakkaiden haluttomuus luovuttaa henkilökohtaista dataa vakuutusyhtiöiden käyttöön. Mikäli näin on, esineiden internetin laitteista saatua dataa ei päästä hyödyntämään analytiikassa, jolloin sen mahdollistamat tarkemmat analyysit jäävät haaveeksi. Tähän vaikuttaa varmasti yleinen ilmapiiri esineiden internetin laitteita kohtaan: tällä hetkellä esineiden internetin laitteet koetaan turvattomiksi käyttää. Mikäli nämä yksilöä koskevat ongelmat, kuten yksityisyyden ja turvallisuuden haasteet, saadaan ratkaistua, ovat vakuutusyhtiöiden asiakkaat todennäköisemmin suostuvaisia luovuttamaan tuottamaansa dataa vakuutusyhtiöiden käyttöön. Tämä tietysti siinä tapauksessa, että asiakkaalle on tietojen luovuttamisesta taloudellista hyötyä.

Aika näyttää kuinka älylaitteet ja muut esineiden internetin laitteet yleistyvät, ja tuleeko älykäs teknologia osaksi kaikkia elämämme osa-alueita. Tähän tulee vaikuttamaan ennen kaikkea teknologian kehittyminen, yleinen ilmapiirin muutos sekä laitteiden hinta. Esineiden internetiä koskevat haasteet, kuten yksityisyyden ja turvallisuuden ongelmat sekä verkkoyhteyksien ja standardien puute, tulee ratkaista, jotta laitteiden kehittyminen ja laaja-alainen hyödyntäminen on mahdollista.

Laitteiden yleistymisen ei kuitenkaan takaa, että vakuutusyhtiöt pääsevät hyötymään saadusta datasta. Ihmisten tulee olla suostuvaisia luovuttamaan tietojaan, sekä vakuutusyhtiöillä tulee olla oikeanlaiset työkalut datan analysointiin, jotta saadusta datasta on jotain hyötyä.

Näistä päätelmistä voimme todeta, että laajoille tieteellisille jatkotutkimuksille esineiden internetin hyödyntämisessä vakuutusyhtiöiden analytiikassa olisi aihetta. Jatkotutkimuksessa olisi toivottavaa toteuttaa kyselytutkimus vakuutusyhtiöiden asiakkaille, jotta voidaan selvittää olisivatko he suostuvaisia luovuttamaan tietojaan vakuutusyhtiöille säästääkseen vakuutusmaksussa. Jatkotutkimuksia tulisi toteuttaa myös esineiden internetin saralla, jotta tekniikkaan liittyvät haasteet saadaan ratkaistua.

LÄHTEET

- Abbasi, A., Sarker, S. & Chiang, R. H. (2016). Big data research in information systems: Toward an inclusive research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 17(2)
- Alaba, F. A., Othman, M., Hashem, I. A. T. & Alotaibi, F. (2017). *Internet of things security: A survey* doi://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.1016/j.jnca.2017.04.002
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
- Atzori, L., Iera, A., Morabito, G. & Nitti, M. (2012). The social internet of things (siot)-when social networks meet the internet of things: Concept, architecture and network characterization. *Computer Networks*, 56(16), 3594-3608.
- Bandyopadhyay, D. & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49-69.
- Barnaghi, P., Wang, W., Henson, C. & Taylor, K. (2012). Semantics for the internet of things: Early progress and back to the future. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 8(1), 1-21.

- Boobier, T. (2016). *Analytics for insurance: The real business of big data* John Wiley & Sons.
- Borgia, E., Gomes, D. G., Lagesse, B., Lea, R. J. & Puccinelli, D. (2016). Special issue on "Internet of things: Research challenges and solutions". *Computer Communications*, 89, 1-4.
- Botta, A., De Donato, W., Persico, V. & Pescap, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.
- Chen, H., Chiang, R. H. & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4)
- Chen, M., Mao, S. & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171-209.
- Cruz, M. G., Peters, G. W. & Shevchenko, P. V. (2015). *Fundamental aspects of operational risk and insurance analytics: A handbook of operational risk* John Wiley & Sons.
- Cuzzocrea, A., Song, I. & Davis, K. C. (2011). *Analytics over large-scale multidimensional data: The big data revolution!* ACM.
- Da Xu, L., He, W. & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233-2243.

Darianian, M. & Michael, M. P. (2008). *Smart home mobile RFID-based internet-of-things systems and services* IEEE.

Ernst & Young. (2016). The internet of things in insurance

. Haettu osoitteesta [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_internet_of_things_in_insurance/\\$FILE/EY-the-internet-of-things-in-insurance.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_internet_of_things_in_insurance/$FILE/EY-the-internet-of-things-in-insurance.pdf)

Gigli, M. & Koo, S. (2011). Internet of things: Services and applications categorization. *Advances in Internet of Things*, 1(02), 27.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. & Palaniswami, M. (2013). Internet of things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.

Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M. & Kwak, K. (2015). The internet of things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 3, 678-708.

Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R. & Khan, S. (2012). *Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges* IEEE.

Kopetz, H. (2011). Internet of things. *Real-time systems* (s. 307-323) Springer.

Koshizuka, N. & Sakamura, K. (2010). Ubiquitous ID: Standards for ubiquitous computing and the internet of things. *IEEE Pervasive Computing*, 9(4), 98-101.

- LaValle, S., Lesser, E., Shockley, R., Hopkins, M. S. & Kruschwitz, N. (2011). Big data, analytics and the path from insights to value. *MIT Sloan Management Review*, 52(2), 21.
- Lewis, F. L. (2004). Wireless sensor networks. *Smart Environments: Technologies, Protocols, and Applications*, , 11-46.
- Li, S., Da Xu, L. & Zhao, S. (2015). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
- Mark S. Dorfman. (1998). *Introduction to risk management and insurance* (Sixth edition) 清华大学出版社有限公司 (Tsinghuan university).
- Mazhelis, O., Luoma, E. & Warma, H. (2012). Defining an internet-of-things ecosystem. *Internet of things, smart spaces, and next generation networking* (s. 1-14) Springer.
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F. & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497-1516.
- Nyce, C. (2007). Predictive analytics white paper. *American Institute for CPCU. Insurance Institute of America*, , 9-10.
- Ohlhorst, F. (2013). *Big data analytics : Turning big data into big money*. Hoboken, N.J.: Wiley. Haettu osoitteesta <https://jyu.finna.fi/Record/jykdok.1267828>

- Okoli, C. & Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research.
- Phillips-Wren, G. E., Iyer, L. S., Kulkarni, U. R. & Ariyachandra, T. (2015). Business analytics in the context of big data: A roadmap for research. *Cais*, 37, 23.
- Power, D. J. (2014). Using 'Big data' for analytics and decision support. *Journal of Decision Systems*, 23(2), 222-228.
- Raghupathi, W. & Raghupathi, V. (2014). Big data analytics in healthcare: Promise and potential. *Health Information Science and Systems*, 2(1), 3.
- Reiss, R. (01.02.2016). 5 ways the IoT will transform the insurance industry. *Forbes* Haettu osoitteesta <https://www.forbes.com/sites/rob-entreiss/2016/02/01/5-ways-the-iot-will-transform-the-insurance-industry/2/#3097f76e3628>
- Russom, P. (2011). Big data analytics. *TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter*, 19, 40.
- Simonson, E. & Jain, A. (2014). Analytics in insurance . Haettu osoitteesta <http://www.genpact.com/docs/default-source/resource-/analytics-in-insurance>
- Tan, L. & Wang, N. (2010). *Future internet: The internet of things* IEEE.

- Uckelmann, D., Harrison, M. & Michahelles, F. (2011). An architectural approach towards the future internet of things. *Architecting the internet of things* (s. 1-24) Springer.
- Watson, H. J. (2013). All about analytics. *International Journal of Business Intelligence Research (IJBIR)*, 4(1), 13-28.
- Watson, H. J. (2014). Tutorial: Big data analytics: Concepts, technologies, and applications. *Cais*, 34, 65.
- Watson, H. J. & Wixom, B. H. (2007). The current state of business intelligence. *Computer*, 40(9)
- Welbourne, E., Battle, L., Cole, G., Gould, K., Rector, K., Raymer, S., Borriello, G. (2009). Building the internet of things using RFID: The RFID ecosystem experience. *IEEE Internet Computing*, 13(3)
- Whitmore, A., Agarwal, A. & Da Xu, L. (2015). The internet of Things – A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 261-274.
- Wu, M., Lu, T., Ling, F., Sun, J. & Du, H. (2010). *Research on the architecture of internet of things* IEEE.
- Xia, F., Yang, L. T., Wang, L. & Vinel, A. (2012). Internet of things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1101.

Yang, Z., Yue, Y., Yang, Y., Peng, Y., Wang, X. & Liu, W. (2011). *Study and application on the architecture and key technologies for IOT* IEEE.