

Emilia Kariuki

KODIN IOT-LAITTEIDEN TULEVAISUUS



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2022

TIIVISTELMÄ

Kariuki, Emilia

Kodin IoT-laitteiden tulevaisuus

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 26 s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaajat: Mehtälä, Saana & Rousi, Rebekah

Esineiden Internet, eli Internet of Things, kuvaa erilaisten laitteiden sekä palvelujen sisältämiä internetominaisuuksia. Esineiden internet yhdistää laitteet langattomasti internetin avulla, mahdollistaen entistä tehokkaamman tiedonsiirron sekä kommunikoinnin. Tämä tuo helpotusta niin yksityishenkilöille, kuin myös yhteiskunnallisille toimijoille. Yksi yleisimmistä Esineiden Internetin käyttökohteista yksityishenkilöiden keskuudessa on kodin IoT-laitteet, jotka älyllistävät sekä automatisoivat kodin hoidon ja ylläpidon tehtäviä. Kodin IoT-laitteiden tarjonta ja ominaisuudet ovat edistyneet vuosi vuodelta, joka muokkaa hintatasoa ja luo käyttäjille uusia mahdollisuuksia. IoT-laitteiden käyttöön ja kehittämiseen liittyy myös uhkia muun muassa tietoturvan osalta. Kodin IoT-laitteiden tulevaisuus on aiheena tärkeä, sillä kotiin ja asumiseen liittyvät internettiin yhdistetyt laitteet lisääntyvät vuosi vuodelta. Kodin IoT-laitteiden käyttämisestä pyritään jatkuvasti kehittämään tehokkaampaa muun muassa käyttökokeumuksen, energiatehokkuuden sekä laitteiden yhdistettävyyden kannalta. Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan kodin IoT-laitteiden tulevaisuuden näkymiä, niiden tarjoamia mahdollisia hyötyjä sekä haittoja. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman lopputuloksena todetaan, että kodin IoT-laitteiden alan tulevaisuus jatkaa näillä näkymin ripeää kasvua ja kehitystä yhä kiihtyvään tahtiin. Itse laitteet näyttävät kehittyvän ennen kaikkea helppokäyttöiseen sekä käyttäjäystävälliseen itseohjautuvaan suuntaan, asukkaan elämän helpottamiseksi sekä käyttäjäryhmän kasvattamiseksi. Tulevaisuuteen liittyy myös uhkia erityisesti tietoturvan osalta, mutta yleisimmät uhkat tiedostetaan alalla ja niiden minimoimisen eteen tehdään toimia niin suomessa kuin kansainväliselläkin tasolla.

Asiasanat: esineiden internet, älykoti, tietoturva

ABSTRACT

Kariuki, Emilia

The future of home IoT devices

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 26 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisors: Mehtälä, Saana & Rousi, Rebekah

Internet of Things (IoT) describes the internet features of different devices and services. IoT connects devices wirelessly using internet, which enables effective data transfer and communication. This is beneficial to private persons as well as the public sector. One of the most common uses of IoT amongst private persons is home IoT devices, which intellectualize and automatize home upkeep and care. The features and market of home IoT devices has improved year by year, which helps shape the market price level and creates new possibilities for users. There are also threats concerning the usage and development of home IoT devices, for example in terms of information security.

The future of home IoT devices is a relevant topic because the number of devices connected to the internet in private homes increases every year. The devices are constantly being developed to be more efficient, regarding for example the user experience, energy efficiency and the connectivity of the devices. This thesis focuses on the future of home IoT devices, and the possible benefits and disadvantages it might entail. The study has been carried out as a literature review. The results suggest that the future of home IoT devices market looks to keep increasing and developing at a rapid pace. The devices seem to be developing to be above all to be user friendly to ease the life of the resident, and to broaden the customer base. There are also threats connected to the future of home IoT devices, but the most common threats are known in the field, and action is taken to minimize the risk of those threats in Finland as well as internationally.

Keywords: Internet of Things, smart home, information security

KUVIOT

KUVIO 1 The Internet of Things	9
KUVIO 2 Tietoturvamerkki.....	15

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
	ESINEIDEN INTERNET.....	8
	1.1 Esineiden internet käsitteenä	8
	1.2 Esineiden internetin synty	10
	1.3 Laitteiden käyttökohteet.....	10
2	ÄLYKOTI.....	11
	2.1 Älykoti käsitteenä	11
	2.2 Älykotien historiaa	12
	2.3 Älykodit nykypäivänä	12
3	KODIN IOT-LAITTEIDEN NYKYTILA	14
	3.1 Kodin IoT yleisesti	14
	3.2 Kodin IoT-laitteiden käyttökohteet.....	14
	3.3 Kodin IoT-laitteiden turvallisuus.....	15
4	KODIN IOT-LAITTEIDEN TULEVAISUUS.....	16
	4.1 Kodin IoT-laitteiden käytön trendit.....	16
	4.2 Kodin IoT-laitteiden käyttöön liittyvät uhkat	17
	4.2.1 Tietoturvaohkat.....	18
	4.2.2 IoT-laitteiden merkittävimmät haasteet.....	18
	4.3 Kodin IoT-laitteiden kehitys	19
5	YHTEENVETO JA POHDINTA	21
	LÄHTEET	24

1 JOHDANTO

Internet of Things (IoT) eli esineiden internet on laitteet ja palvelut internetin avulla yhdistävä teknologia, joka määritellään erääksi tärkeimmäksi tulevaisuuden teknologian osa-alueista (Lee & Lee, 2015). IoT muodostaa älylaitteista avoimen ja ymmärtävän verkon, joka kykenee organisointiin, reagointiin ja toimintaan sekä informaation ja datan jakamiseen. Laitteiden kommunikointi toisensa kanssa on tuonut uuden ulottuvuuden käyttäjäkokemuksen helpottamiseksi. Esineiden internettiä hyödynnetään muun muassa yksityiskäytössä, lääketieteessä, tuotantolaitoksissa, kuljetusalalla, opetuksessa sekä hallinnon tehtävissä (Madakam, Ramaswamy & Tripathi, 2015). IoT on yleisessä käytössä yksityishenkilöiden keskuudessa erityisesti kodin laitteissa, mikä mahdollistaa laitteiden käytön optimoinnin, ohjaamisen sekä seuraamisen mistä tahansa. Kodin IoT-laitteita on mahdollista ohjata etänä esimerkiksi puhelimen tai ohjauskeskuksen välityksellä, joka voi lisätä asukkaan mukavuutta ja turvallisuutta sekä vähentää energiankulutusta. Laitteet yleistyvät vuosittain, ja Statistan älykotiraportin mukaan IoT-laitteiden määrä tuplaantuu vuoteen 2025 mennessä, laitteiden määrän kohotessa yli 30 biljoonaan laitteeseen (Statista Research Department, 2020). Laitteiden ja kodin IoT-laitteiden markkinoiden kehittyessä ominaisuudet ja valikoima kasvavat, mutta laitteiden tulevaisuuteen liittyy myös uhkia erityisesti tietoturvan osalta.

Kodin IoT-laitteet parhaimmillaan keventävät asukkaan fyysistä sekä henkistä taakkaa kodin hoidon sekä ylläpidon suhteen. Tässä tutkielmassa tarkastellaan sitä, mihin kodin älylaitteet sekä älykodit ovat menossa tulevaisuuden osalta. Tietokoneälyä sisältävät kodin laitteet koskevat yhä useampia ihmisiä, joten niiden tulevaisuudessa tarjoamat hyödyt sekä haitat ovat merkittävässä roolissa ihmisten hyvinvoinnin kannalta. Esineiden interaktiivisen teknologian avulla sekä automatisoimalla kodin prosesseja, voidaan vähentää asukkaan vastuuta kodin toiminnoista vastaamisesta sekä personoida kodin ominaisuuksia täyttämään asukkaan fysiologisia sekä psyykkisiä tarpeita. Kodin IoT-laitteilla pyritään optimoimaan myös energiankulutusta sekä minimoidaan asumisen

kustannuksia. Suurimpana haasteena niin IoT-laitteiden historiassa kuin myös tulevaisuudessa pidetään tietoturva (Li, Tryfonas & Li, 2016). Tutkielmassa tarkastellaan mahdollisia toimia, joita laitteiden tietoturvan edistämiseksi on tähän mennessä tehty tai suunniteltu, sillä ongelma on ollut tiedossa lähes koko IoT-laitteiden elinkaaren ajan.

IoT-laitteita on käytössä kodeissa erityisesti kodinkoneiden sekä lämmitys- ja valaistusjärjestelmien muodossa. Älykodit eivät vain rakennu yksittäisistä IoT-laitteista, vaan ovat laajempi yhtenäinen IoT-kokonaisuus. Tässä tutkielmassa tarkastellaan erityisesti toisiinsa yhdistettävien kodin IoT-laitteiden tulevaisuutta, mutta esitellään myös joitain älykodin näkökulmia niiden liittyessä kiinteästi kodin IoT-laitteiden maailmaan.

Tämä kandidaatintutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena ja sen tavoitteena on pyrkiä ymmärtämään kodin IoT-laitteiden potentiaalista tulevaisuuden kehityssuuntaa. Tutkielma pyrki vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia ominaisuuksia kodin IoT-laitteilta odotetaan tulevaisuudessa?
2. Millaisia hyötyjä ja haittoja IoT-älykotiin voi liittyä nyt ja tulevaisuudessa?

Tutkielman lopputuloksena syntyi käsitys siitä, miltä kodin IoT-laitteiden tulevaisuus näyttää käyttäjän näkökulmasta sekä IoT-laitteiden tarjoamia mahdollisia hyötyjä ja odotettuja uhkia yksityiskäyttäjille. Tutkielman lähdekirjallisuus on pääosin informaatioteknologian alan artikkeleita. Tutkimuskirjallisuutta hakiessa on käytetty yleisimmin hakusanoja "IoT", "Smart Homes" ja "Future of IoT". Kirjallisuuskatsausta tehdessä ilmeni, että IoT-laitteiden nykytilaa koskevaa kirjallisuutta löytyy erittäin paljon, kun taas sen historiaa ja etenkin tulevaisuutta koskevaa tietoa löytyi vähän. Tämä saattaa selittyä alan epävarmuustekijöillä sekä usein muuttuvien kuluttajien toiveiden ja vaatimusten avulla. Tulevaisuutta koskevan kirjallisuuden vähäinen määrä toi haastetta laajan tulevaisuuskuvan rakentamiselle tutkielmassa. Erona muihin vastaaviin tutkimuksiin, tutkielma keskittyy IoT-laitteiden tulevaisuuden osa-alueisiin käyttäjälähtöisestä näkökulmasta.

ESINEIDEN INTERNET

Tässä luvussa tarkastellaan esineiden internetin käsitettä sekä mahdollisia käyttökohteita kotikäytössä yksityishenkilön näkökulmasta. Aihetta lähestytään käsitteen määrittelyn, esineiden internetin historian sekä kotiympäristön käyttökohteiden osalta.

1.1 Esineiden internet käsitteenä

Maailma, jossa miljoonat laitteet voivat kerätä, kommunikoida ja jakaa informaatiota internetin avulla voi tuntua vielä jokseenkin kaukaiselta ja tutulta lähinnä tulevaisuutta käsittelevistä elokuvista. Sen lisäksi nämä laitteet voisivat lisäksi hyödyntää kerättyä informaatiota sekä dataa tulevien toimintojen ennustamiseen sekä älykkäämmän verkoston luomiseen. Näin laitteet voivat ennustaa käyttäjän tarpeita ja haluja. Tällainen maailma on kuitenkin jo olemassa, nimeltään Internet of Things (The Internet Of Things, 2013.)

IoT eli esineiden internet, on lyhenne englanninkielisestä käsitteestä *Internet Of Things*. IoT kattaa siis erilaisten laitteiden sekä palveluiden sisältämät internetominaisuudet. IoT:n konsepti on esitelty muun muassa älykkäänä verkona, joka liittää laitteet sekä palvelut internettiin muun muassa tehokkaamman tiedonsiirron sekä kommunikoinnin mahdollistamiseksi (Chen, Xu, Liu, Hu & Wang, 2014) sekä autonomisena tiedon siirtona langattomasti yhteen liitettyjen laitteiden välillä (Farooq, Waseem, Mazhar, Khairi & Kamal, 2015). Iot-laitteet voivat itsenäisesti hallita esimerkiksi laitteiden ja käyttäjien tunnistusta, paikannusta, valvontaa, sekä laitteiden hallintaa. IoT on siis mahdollistanut itsenäisen kommunikoinnin myös laitteiden välillä, kun aiemmin kommunikointi tekniikan kanssa on tapahtunut ihmisen ja laitteiden välillä tai käyttäjän aloitteesta (Chen ym., 2014). IoT:sta odotetaan jopa maailmaa mullistava keksintö, kuten internetin kehitys omana aikanaan (Arshad, Zahoor, Ali Shah, Wahid & Yu, 2017). Esineiden internettiä on otettu käyttöön lähes kaikissa ympäristöissä, joissa on käytössä sähkökäyttöisiä laitteita (kuvio 1).



KUVIO 1 The Internet of Things (Business 2 Community, 2016)

Internettiin yhdistetyillä äylaitteilla on kyky oppia tuntemaan niin käyttäjänsä kuin myös käyttöympäristönsä (Ren ym., 2019). Käyttöympäristön analysoinnin sekä sen pohjalta ohjautuvuuden mahdollistavat muassa luodut ohjelmistot, sensorit sekä laitteistot, mutta laitteesta tekee älykkään sen yhdistettävyys internettiin, joka avaa täysin uusia mahdollisuuksia laitteen toiminnan kannalta. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää lämmitysjärjestelmää, joka sensorien avulla pystyy ylläpitämään asetetun lämpötilan, verrattuna internettiin yhdistettyyn äylämmitysratkaisuun, jota käyttäjä voi ohjata ja säätää etänä esimerkiksi älypuhelimien avulla (Pathak & Bhandari, 2018).

Internettiin yhdistettyjen laitteiden määrä kasvaa päivittäin, ja näiden laitteiden yhdistäminen luo lähes loputtomia mahdollisuuksia datan keruun ja sen käytön saralla (Farooq ym., 2015). Vuosittaisen IoT-analyysin mukaan Covid-19 viruksen aiheuttamista vaikutuksista huolimatta IoT laitteiden markkina on pysynyt kasvussa. Esineiden internetin asiantuntijat arvioivat yhdistettyjen IoT-laitteiden määrän kasvun määräksi 9 % vuosien 2020 ja 2021 välillä, yltäen yli 12 biljoonaan laitteeseen. Vuoteen 2025 mennessä arvioidaan yhdistettyjen IoT-laitteiden määräksi enemmän kuin 27 biljoonaa laitetta. (Sinha, 2021). Statistan vastaava odote vuodelle 2025 on lähes 31 biljoonaa laitetta (Statista Research Department, 2020), joka olisi myös huomattava kasvu IoT-laitteiden osalta. Tutkimusten välillä on kuitenkin eroja laitteiden määräodotteen osalta. Siihen vaikuttaa varmasti muun muassa tulevaisuuden epävarmuus, sekä se onko tutkimuksissa otettu huomioon maailmanlaajuisesti alaan vaikuttavia tekijöitä tarjolla oleviin komponentteihin sekä maailman taloustilanteeseen kuten esimerkiksi Covid-19 virus. Eri kirjallisuuslähteitä tarkasteltaessa, markkinoiden kasvuun on kuitenkin selvästi ylöspäin. On selvää, että erilaiset internettiin yhdistettävät IoT-laitteet yleistyvät vuosi vuodelta.

1.2 Esineiden internetin synty

IoT konseptin historia ylettyy aina 80-luvulle asti, jolloin juoma-automaatti liitettiin internettiin mahdollistaen juomien määrän sekä kylmyyden tarkkailun etänä (Farooq, Waseem, Mazhar, Khairi & Kamal, 2015). Laitteiden välisen kommunikoinnin kehittyminen eli varsinaisen IoT:n määritelmä syntyi kuitenkin vasta aivan 1990-luvun lopussa. RFID teknologiaa tutkinut Kevin Ashton kehitti termin IoT, kuvaillakseen internetin avulla toisiinsa liitettyjä laitteita sekä sitä että jokaisella esineellä olisi virtuaalinen vastakappale (Norman, 2013).

1.3 Laitteiden käyttökohteet

Kuluttajille Iot-laitteet voivat tarkoittaa muun muassa älykelloa, joka seuraa käyttäjän nukkumista ja otettuja askelia, tai hammasharjaa, jonka käyttöä ja historiaa voi seurata älypuhelimesta. Kuitenkin suurin osa kuluttajille suunnasta IoT-laitteista liittyy yleensä kotiin ja sen sisältämiin älylaitteisiin (Kumar, Shen, Case, Garg, Alperovich, Kuznetsov, Gupta & Durumeric, 2019). Nykypäivänä IoT-laitteita löytyy monesta suomalaisesta kodista, jolloin muun muassa valaistusta voi säätää puhelimen avulla tai robotti-imuri hoitaa siivouksen työpäivän aikana. Kodin IoT-laitteita on tutkimusten mukaan erityisesti käytössä nuorten aikuisten keskuudessa. Yleisimpiä käyttökohteita kodeissa ovat muun muassa ilmastointi, valaistus, kodinkoneet sekä lämmitysjärjestelmät. Kodin laitteita ohjataan yleisimmin puhelimella tai virtuaalisen avustajan kuten Google Assis-tantin avulla (Google, 2022). Tilastokeskuksen mukaan suomalaisista nuorista ja opiskelijoista joka kolmannes käytti vuonna 2020 virtuaaliavusteista äly-kaiutinta. 16–89-vuotiaiden keskuudessa kokonaisuudessaan osuus oli 16 %. (Tilastokeskus, 2020).

2 ÄLYKOTI

Tässä kappaleessa käydään läpi älykodin määritelmän, sekä sen historiaa ja nykytilaa yksityishenkilöiden näkökulmasta. Älykoti hyödyntää IoT-teknologiaa toimiakseen, älykodin ollessa kuitenkin vain yksi IoT-teknologian käyttökohte. Tämän tutkielman osalta älykodit ovat kuitenkin olennainen osa-alue IoT-laitteiden käyttökohteista.

2.1 Älykoti käsitteenä

Mikä erottaa nykyajan kodin älykodista? Yksittäiset tekniset laitteet eivät vielä luo älykotiä. Ricquenbourg ym. (2006) määrittelevät tutkimuksessaan, että älykoti sisältää laitteita ja palveluita, joilla hallitaan kodin eri ominaisuuksia (Ricquenbourg ym., 2006), kun taas älykotitekniologia yrittäjä Demetrios Barnes kertoo todellisen älykodin olevan kykenevä laitteiden väliseen kommunikaatioon sekä laitteiden etäohjattavuuteen myös kodin ulkopuolelta (Barnes, 2020). Barnesin älykodin määritelmää tukevat muun muassa Furszyfer Del Rio ja Sovacool (2019) tutkielmassaan, jossa he viittaavat älykodin laitteisiin digitaalisesti yhdistettävänä sekä automatisoitavina. Älykodissa kodin erinäisiä sähkölaitteita on mahdollisuus ohjata etänä, niiden toimintaa pystyy automatisoimaan, sekä älykodin laitteet ovat kykeneviä kommunikoimaan keskenään eli sisältävät asioiden internettiin. Nykypäivän älykodin asukas voi siis sanoessaan 'Hyvää yötä', sammuttaa kodin valot, laskea makuuhuoneen lämpötilaa sekä lukita kaikki kodin ovet (Barnes, 2020). Tämä laitteiden ja palveluiden välinen kommunikaatio sekä automatisointi tekevät kodista älykkään. Yksittäiset tekniset laitteet eivät siis vielä luo älykotiä, vaan tavanomaisen nykypäivän kodin täynnä erinäistä teknologiaa.

2.2 Älykotien historiaa

Ajatus älykodeista on ollut olemassa kirjallisuudessa sekä tieteisfiktio viiheessä huomattavasti oikeita älykotiratkaisuja kauemmin. Ajatus älykodeista on ollut erinäisissä sarjoissa, elokuvissa ja kirjallisuudessa hyvin interaktiivinen sekä itseohjautuva. Älykotiteknologiaa, jonka tänä päivänäkin tunnemme, on ollut olemassa vain noin 20 vuotta. Nykyään yleisyytensä vuoksi, älykotitekniikan käyttö on mahdollista myös taloudellisesti tavalliselle kuluttajalle.

Drew Hendricks (2014) käsittelee artikkelissaan tekniikan kehittymistä, joka on mahdollistanut nykyiset älykotiratkaisut ja älykotikonaisuudet. Hänen mukaansa 1900-luvun alussa ensimmäinen askel kohti älykoteja otettiin, kun ensimmäiset sähkökäyttöiset kodinkoneet kehitettiin ja otettiin kodeissa arki käyttöön. Kodinkoneet kuten imuri, jääkaappi, leivänpaahdin ja silitysrauta olivat mullistavia keksintöjä, vaikkakaan eivät vielä 100 vuotta sitten olleen niin sanotusti 'älykkäitä'. Ensimmäinen älylaite ECHO IV kehitettiin vuonna 1966, tämä kyseinen laite kykeni luomaan ostoslistoja, säätämään kodin lämpötilaa sekä ohjaamaan kodinkoneiden virtaa. ECHO IV ei koskaan päässyt myyntiin kuluttajille, mutta oli merkittävä tekijä älylaitteiden aikajanalla. 1990-luvulla kehitettiin paljon uutta tutkimusta sekä teknologioita geronteknologian alalla. Geronteknologia eli englanniksi *gerontechnology*, tarkoittaa ikäihmisiin liittyvää teknologiaa. Geronteknologian saralla kehitettiin muun muassa älylaite, joka hälytyi yksin olevasta kaatuneesta vanhuksesta. Älykodit sekä automatisoitavat älylaitteet alkoivat yleistymään 2000-luvun alussa, jolloin myös älykotilaitteiden hinnat alkoivat laskemaan, joka mahdollisti laitteiden käytön myös tavallisten kuluttajien näkökulmasta. Nykypäivän älykodin laitteet ovat yhä älykkäämpiä sekä tähtäävät niin asukkaan arkielämän askareiden helpottamiseen kuin ympäristöä suojeleviin ratkaisuihin. Tähän pisteeseen kodin älylaitteiden maailmassa on päästy sähkölaitteiden kehityksellä itseohjautuvampaan suuntaan, 1900-luvun ensimmäisistä sähkökäyttöisistä imureista aina nykypäivän robotti-imureihin. (Hendricks, 2014).

2.3 Älykodit nykypäivänä

Nykypäivänä esineiden internet on merkittävä osa älykodin konseptia sekä määritelmää. Tämä tarkoittaa älykodin laitteiden sisältämiä internetominaisuuksia, jotka mahdollistavat älykkäämmän sekä itseohjautuvamman ympäristön. IoT on välttämätön osa älykodin laitteita, sillä älykodin määrittelee laitteiden yhdistettävyyden sekä automatisointi (Furszyfer Del Rio & Sovacool, 2019).

Aiemmin älykotitekniikalla kontrolloitiin pääosin valaistusta sekä lämmitystä, mutta älykotien laitteisto on kehittynyt käytettäväksi lähes kaikkiin kodin sähkökäyttöisiin laitteisiin. Älykkäät kodin laitteet kattavat muun muassa nykypäivänä niin asuinmukavuutta säätelviä laitteita, kodinkoneita sekä lukkoja ja muita turvallisuuspalveluita.

Motivaationa älykodin rakentamiseen nykypäivänä voi olla muun muassa arkielämän helpottaminen, kodin turvallisuus tai ekologiset tekijät. Älykodin konsepti on ekologinen sekä helposti laajennettavissa sillä useiden laitteiden hallinnointi saman aikaisesti on mahdollista kaikkialta maailmasta (Dey, Roy & Das, 2016). Kokonaisvaltaisia yksityiskäyttöön rakennettuja älykoteja on Suomessa vielä kohtalaisen vähän, mutta kodin älykäs tekniikka sekä palvelut ovat yleistyneet Suomessa laitteiden hintojen laskiessa.

3 KODIN IOT-LAITTEIDEN NYKYTILA

Tässä kappaleessa tarkastellaan kodin IoT-laitteistoa ja sen nykytilaa yksityiskäytössä kodeissa. Ensin käsitellään nykypäivänä yleisiä käyttökohteita, ja sen jälkeen IoT-laitteiden turvallisuutta.

3.1 Kodin IoT yleisesti

Statistan vuoden 2020 älykotiraportti jaottelee älykotien ominaisuudet kuuteen eri segmenttiin, jotka ovat hallinta ja yhdistettävyyys, älylaitteet, turvallisuus, viihde, valaistus ja muut mukavuustekijät sekä energian hallinta. Hallinnan ja yhdistettävyyden kategoriaan kuuluu muun muassa erilaiset hallintakeskukset, jotka luovat pohjan kodin IoT-laitteiden käytölle. (Statista 2020). Vaikka laitteet omaavat yksinkertaisia käyttäjärjestelmiä, voi eri valmistajien laitteiden yhteensopimattomuus hankaloittaa käyttäjäkokemusta (Pătru, Bărbulescu & Gheorghe, 2016). Koska kodin IoT-laitteet hyödyntävät internetiä, mahdollistaa hallintakeskukset kuten esimerkiksi Amazonin kehittämä Echo järjestelmä kaikkien kodin laitteiden ohjattavuuden yhdestä paikasta.

3.2 Kodin IoT-laitteiden käyttökohteet

Asioiden internetin avulla älyjääkaapit osaavat luoda ostoslistoja sen sisällön perusteella, kahvinkeitin menee päälle automaattisesti samaan aikaan kun puhelimen herätyskello soi sekä turvajärjestelmät ilmoittavat liikkeistä talossa asukkaiden ollessa muualla.

Nykyhetken trendejä kodin IoT-laitteissa sekä palveluissa ovat etäohjaus puhelimella, automatisoidut valot, automatisoidut lämmitysjärjestelmät, kodinkoneiden ajastus sekä etävideovalvonta (Hendricks, 2014).

3.3 Kodin IoT-laitteiden turvallisuus

Nykypäivänä lähes jokaisella kuluttajalla on ainakin yksi verkkoon liitetty älylaite, jonka tietoturvallisen käytön varmistaminen on tärkeää. Verkkoon yhdistetyt laitteet ovat haavoittuvaisia haittaohjelmille sekä tietomurroille, joilla voidaan säädellä muun muassa laitteiden toimintoja asettaen käyttäjän vaaraan (Hintsala, 2018). Älylaitteiden teknologiaan ja valmistukseen liittyy niin toiminnallisia, taloudellisia kuin eettisiäkin riskejä ja uhkia.

Tällä hetkellä sellaista IoT-laitteiden toimintaan liittyvää lainsäädäntöä ei ole olemassa, joka helpottaisi laitteiden tietoturvaan liittyviä huolenaiheita. Askelia säädellympään suuntaan on kuitenkin lähivuosina otettu Suomessa. Traficom loi vuonna 2019 ensimmäisenä viranomaisena maailmassa vapaaehtoisen tietoturvamerkkin, joka kertoo älylaitteiden tietoturvasta. Tietoturvamerkkin tavoitteena on tehdä kuluttajalle helposti tunnistettava merkki, joka viestii siitä, että tuotteen tai palvelun suunnittelussa on otettu huomioon tietoturva. Tietoturvamerkkiin päädyttiin, kun Traficomien Kyberturvallisuuskeskus havaitsi puutteita verkkoon liitettyjen älylaitteiden tietoturvassa. (Traficom, 2021). Muun muassa jo useasta suomalaisesta kodista löytyvä älyvalaisinratkaisu Philips Hue sekä muutamat Polar älykellot ovat saaneet Traficomien tietoturvamerkkin (Traficom, 2022). Vastuu laitteiden tietoturvasta on ollut aiemmin täysin käyttäjän harteilla, vaikka se on yhä totta useimpien laitteiden kohdalla.



KUVIO 2 Tietoturvamerkki (Traficom, 2022)

4 KODIN IOT-LAITTEIDEN TULEVAISUUS

Tässä luvussa tarkastellaan kodin IoT-laitteiden sekä älykotien tulevaisuutta.

IoT-laitteiden kehitys ja kasvu on ollut huimaa viimeisen 10 vuoden aikana, mikä on vienyt laitteiden sekä prosessien optimointia eteenpäin useimilla aloilla. Esineiden internet on tuonut laitteet fiktiosta faktaksi, kun kodin laitteet ovat etäohjattavia, seurattavia sekä optimoitavia. Tämä on mahdollistanut kodin IoT-laitteiden yksilöinnin kunkin asukkaan tarpeisiin, joka onkin käyttäjän näkökulmasta eräs päätekijä laitteiden tulevaisuudessa. IoT-laitteiden käyttäjät haluavat ja odottavat laitteiden kehittyvän yhä itseohjautuvimmiksi sekä helppokäyttöisemmiksi (Nicolescu, Huth, Radanliev & De Roure, 2018). Tämä edesauttaa kodin IoT-laitteiden käyttöä myös ihmisryhmillä, joille teknologia ei ole niin tuttua, kuten esimerkiksi vanhusten kotihoidossa. Muun muassa erilaiset sensorit, kamerat ja toiminnoista muistuttavat elementit vanhusten kotihoidossa lisäävät jo itseohjautuvasti asukkaan turvallisuutta (Miller, 2017).

Maailmanlaajuinen älykotimarkkinoiden tuotto oli lähes 80 biljoonaa dollaria vuonna 2020, ja sen odotetaan vähintään tuplaantuvan yli 180 biljoonaan dollariin vuoteen 2025 mennessä (Statista Smart Home Report 2021). Tämä viestii lupaavasta kasvusta ottaen huomioon, että vuonna 2013 älykotimarkkinoiden oletettiin kasvavan vain 26.3 % vuoteen 2020 mennessä (Statista, 2015).

Mahdollistavan tekniikan kuten sensorien, älypuhelimien, sekä datan hallinnan kehitys on olennaista laitteiden mukautuvuuden sekä yhdistettävyyden kannalta tulevaisuudessa (Patel & Patel, 2016).

4.1 Kodin IoT-laitteiden käytön trendit

Statistan älykotiraportin mukaan älykotien tulevaisuus perustuu ennen kaikkea käyttäjäystävällisyyteen, ja asukkaan arjen helpottamiseen laitteiden automatisoinnin sekä koneoppimisen avulla. Tämä koskee kaikkia kodin IoT-laitteistoja

kuten kodinkoneita, turvallisuutta, kodin viihdekeskuksia, energiankulutusta, valaistusta sekä muita mukavuustekijöitä (Statista Smart Home Report 2021).

Teknologian tutkimuskeskus VTT:n tutkimuksessa määriteltiin jo 90-luvulla tulevaisuuden asuntorakentamisen keskeisiksi tavoitteiksi ottaa mahdollisimman hyvin huomioon asukkaan yksilölliset tarpeet, jotta voidaan edistää niin fysiologista kuin myös psyykkistä terveyttä (Lehto, Talonpoika & Huovila, 1993). Lähes 30 vuotta myöhemmin puhuttaessa tulevaisuuden kodeista, tavoitteet eivät ole muuttuneet mihinkään. Kodin IoT-laitteita hyödyntämällä koteja pystytään nimenomaan muokkaamaan asukkaan tarpeisiin ja toiveisiin sopiviksi, jotta asuminen olisi mahdollisimman vaivatonta.

Kestävä kehitys ja ekologiset kysymykset otetaan yhä enemmän huomioon älykotien sekä kodin IoT-laitteiden suunnittelussa ja toteutuksessa (Ahmed, Asim, Khan & Singh, 2019). Älykoti ja sen sisältämä tekniikka onkin nimetty yhdeksi kymmenestä Euroopan Unionin määrittelemästä tulevaisuuden kannalta strategisen energiasijoittamisen aihealueesta (Sovacool & Furszyfer Del Rio, 2019). IoT-laitteiden korvataessa monia vähemmän ympäristöystävällisiä laitteita kuten lämmitys- ja ilmastointijärjestelmiä, on tärkeää muistaa, että myös IoT-laitteiden käyttö ja toiminnot vaativat energiaa. Arshad ym. (2017) esittävät tutkimuksessaan vaihtoehtoisia toimintatapoja, joilla tehdä IoT-laitteista ympäristöystävällisempiä. Tutkielman olennaisempina löydöksinä vihreämmän IoT:n mahdollistamiseksi tulevaisuudessa kerrotaan muun muassa laitteiston sekä komponenttien kierrätys, ohjelmiston optimointi sekä käyttäjätottumusten muuttaminen. (Arshad ym. 2017.)

4.2 Kodin IoT-laitteiden käyttöön liittyvät uhkat

Kodin IoT-laitteiden muovautuessa yhä itseohjautuvampaan ja automatisoidumpaan suuntaan on ymmärrettävää, että mahdollisesti asukkaan kannalta jopa kriittiset toiminnot teknologian hallinnassa kuten lämpötilan tai turvallisuusjärjestelmän säätely, ei ole täysin riskitön ratkaisu. Hyvönen, Järvinen ja Soukka (2002) muistuttavat tutkimuksessaan älykotien sekä kodin IoT-laitteiden käyttöön sekä valmistukseen liittyvistä toiminnallisista, eettisistä sekä taloudellisista riskeistä. He määrittelevät IoT-laitteiden uhkiksi muun muassa laitteiden rikkoutuvuuden, käyttöiän sekä tietoturvakysymykset. (Hyvönen, Järvinen & Soukka, 2002). Ottaen huomioon, että tehty tutkimus on lähes 20 vuotta vanha, siinä esitettyihin uhkiin osataan nykyään varautua paremmin. Sovacool ja Furszyfer Del Rio kuitenkin määrittivät vuonna 2018 toteutetussa tutkimuksessaan kodin älylaitteita koskevat pääuhat lähes vastaaviksi. Kahdeksi suurimmaksi uhkaksi tutkimuksessa määriteltiin alalla tapahtuneesta kehityksestä huolimatta tietoturva ja yksityisyys sekä laitteiden tekninen kestävyys. (Furszyfer Del Rio & Sovacool, 2019). On mielenkiintoista, kuinka samat asiat huolestuttavat IoT:n saralla yhä, vaikka mahdolliset ongelmat on tiedostettu jo pitkään.

Myös laitteiden yhteensopivuus on ongelma, joka tulisi tulevaisuudessa tavoiteltavan käyttömukavuuden kannalta korjata. Useat eri laitevalmistajat tarjoavat kodin IoT-laiteratkaisuja, mutta ne eivät välttämättä ole yhteensopivia tai ole yhdistettävissä samaan virtuaaliavustajaan tai ohjauskeskukseen. Tämä ei edistä älykotien tavoitetta helpottaa asukkaan arkea sekä parantaa laitteiden helppokäyttöisyyttä, jotta ne sopivat yhä laajemmalle kohderyhmälle.

Tietoturvaongelmat ovat olleet valmistajien käyttäjien tiedossa jo pitkään, mutta se on yhä suuri uhka IoT-laitteista puhuttaessa. Mikäli tietoturvaan paneudutaan, hidastaa sen optimointi IoT:n käyttöönottoa monien yritysten ja laitteiden kohdalla. IoT:n ollessa alati kasvava trendi, yritysten kiirehtiessä mukaan markkinoille, jäävät tietoturva-asiat monesti käsittelemättä käyttäjälle suotuisalla tarkkuudella (Munro, 2018). Tietoturva voidaan nähdä nykypäivänä jopa lisäpalveluna, johon käyttäjät voivat halutessaan panostaa (Nicolescu ym., 2018). Tulevaisuuden kannalta olisi siis eritasoisten käyttäjien etu, jos vastuu tietoturvasta siirtyisi pois heidän käsistään.

4.2.1 Tietoturvaohkat

Kuten käsitellyistä artikkeleista ja tutkimuksista on käynyt ilmi, suurin osa vastuusta kodin IoT-laitteiden tietoturvasta jää tänä päivänä itse käyttäjälle. Kaikki IoT-laitteiden käyttäjät eivät kuitenkaan osaa välttää tietoturvallisuuden uhkia, jonka vuoksi Kyberturvallisuuskeskuksen erityisasiantuntija Saana Seppänen esittää, että laitteiden tietoturva-asetukset eivät saisi olla lähtökohtaisesti liian sallivat. Hänen mukaansa tarpeettomat, mahdollisia tunkeilumahdollisuuksia lisäävät ominaisuudet pitäisi tulevaisuudessa olla jo valmiiksi poissuljettuina (Hintsala, 2018). Lainsäädännön avulla laitevalmistajia voitaisiin tulevaisuudessa velvoittaa huolehtimaan tuottamiensa laitteiden tietoturvasta sekä kuluttajan tiedottamisesta mahdollisten uhkien osalta. Nykypäivänä vapaaehtoinen, Traficomin luoma tietoturvamerkki voisi myös olla tulevaisuudessa vaadittu markkinoille asetettavilta laitteilta kuluttajien turvallisuuden lisäämiseksi, jotta painavampi vastuu tietoturvasta siirtyisi myös laitevalmistajille. Traficom onkin tänä vuonna mahdollistanut tietoturvamerkkin sertifiointiprosessin myös kaupallisille yrityksille, laajentaakseen merkittyjen tuotteiden saamista kauppojen hyllyille (Traficom, 2021).

4.2.2 IoT-laitteiden merkittävimmät haasteet

Patel ja Patel (2016) jaottelevat tulevaisuuden merkittävimmät IoT:n haasteet 5 eri kategoriaan.

Ensimmäinen osa-alue on yksityisyys ja turvallisuus. Esineiden internetin käytön laajentuessa turvallisuustoimien lisääminen tulevaisuudessa on ehdotonta. Tulevaisuuden turvallisuusuhkien ehkäisemiseksi listattiin prioriteeteiksi muun muassa datan siirtämisen turvallisuus laitteiden välillä sekä hyökkäyksille alttiiden laitteiden ja toimintojen turvaaminen.

Toiseksi haasteeksi IoT:n tulevaisuudessa määritellään laitteiden hinnoittelu kasvun mahdollistamiseksi. Tutkijoiden mukaan muun muassa laitteissa

käytettävien mittauslaitteiden tulee lähivuosina laskea kohtalaisen edullisen hintaisiksi, jotta IoT voi levitä useampiin kotitalouksiin.

Kolmas haaste tutkimuksen mukaan on IoT-laitteiden yhteensopivuus. On tärkeää käyttömukavuuden kannalta, että eri yritysten laitteet ovat yhdistettävissä ja käytettävissä helposti muun muassa saman digitaalisen avustajan kautta.

Neljännän tulevaisuuden haasteen kerrotaan olevan datan hallinta, sen ollessa olennainen osa IoT-alaa. Kun ajatellaan maailmaa missä useat laitteet ovat yhteydessä toisiinsa vaihtaen suuria määriä dataa, voi datan hallinta sekä sen vaihtamiseen liittyvät prosessit muodostua ongelmaksi tulevaisuudessa.

Viidenneksi IoT:n uhkaksi Patel ja Patel arvioivat laitteiden energiankulutuksen. Laitteiden välisen kommunikoinnin ja yhteyden ylläpitämisen ollessa suurin osa energiankulutuksesta, voi energiankulutuksen huomioonottaminen muodostua ongelmaksi (Patel & Patel, 2016).

4.3 Kodin IoT-laitteiden kehitys

Kodin IoT-laitteiden saralla on tehty jo huimia keksintöjä hyödyntäen muun muassa kameroita, sensoreita ja virtuaalista todellisuutta. Laitteiden suosion kasvaessa myös käyttäjäryhmä ja näin ollen asukkaiden toiveet laitteiden toiminnallisuuden osalta kasvavat. Käyttäjät hankkivat kodin IoT-laitteita ennen kaikkea mukavuussyistä, sekä energiansäästön edistämiseksi, joten käyttäjäsytävällisyys sekä itseohjautuvuus ovat suuressa roolissa. On arvioitu, että laitteiden itseohjautuvuuden edistämiseksi muun muassa asukkaan skannaus- ja mielialantunnistustoiminnot ilmestyisivät tulevaisuudessa suuremmin markkinoille (Perwej, Omer, Sheta, Harb & Adrees, 2019). Kumar, Tiwari ja Zymbler esittävät tutkimuksessaan erilaisia yhteiskunnallisesti merkittäviä vaatimuksia tulevaisuuden IoT-laitteille. Toinen suurista kehityskohteista on laitteiden ympäristöystävällisyys. Sekä laitteissa käytettävien materiaalien ja komponenttien, että hyödynnetyn energian tulisi kehittyä ympäristöystävällisempään suuntaan IoT-laitteiden tulevaisuuden kasvun mahdollistamiseksi. Maailmanlaajuinen energiankulutus on nousussa internetiin yhdistettyjen palvelujen ja uusien laitteiden myötä, joten kodin IoT-laitteiden määrän kasvaessa ympäristöystävällisyys on merkittävä tarkkailukohta. Toisena yhteiskunnallisesti merkittävänä tulevaisuuden kehityskohtana tutkimuksessa määritellään ihmisten terveydentilan seurantalaitteet. Nämä kosin ja asukkaan terveyttä edistävät laitteet voisivat vaikuttaa yhteiskunnallisesti positiivisesti terveydenhuollon kuormaan ja ihmisten yleiseen hyvinvointiin. (Kumar, Tiwari & Zymbler, 2019). Taloudellisesta näkökulmasta IoT-laitteiden valmistaminen sekä kehittäminen ovat yritysten kannalta pääosin kannattavia sijoituksia (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari & Ayyash, 2015), joten kuluttajien nykyisiin sekä tuleviin toiveisiin varmasti halutaan vastata sekä panostaa. Tutkimukset osoittavat, että IoT-laitteiden tulevaisuuden päämäärä on aistia, ajatella sekä toimia vastaanotetun ja

käsitellyn tiedon perusteella (Sharma, Shamkuwar & Singh, 2018). Laitteet siis kehittyvät datan vastaanottamisen osalta yhä monipuolisempaan suuntaan sekä laitteiden itseohjautuvuus kasvaa entisestään vähentäen käyttäjän kuormaa laitteen ohjaamisen osalta.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena oli selvittää kodin IoT-laitteiden tulevaisuuden näkymiä. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Käytettyjen lähteiden pohjalta perehdyttiin kodin IoT-laitteiden tulevaisuuteen peilaen niitä laitteiden ja älykotien nykytilaan. Ensimmäisessä ja toisessa sisältöluvussa määriteltiin tutkielman kannalta olennaisimmat käsitteet, eli IoT sekä älykoti. Kolmannessa sisältöluvussa tarkasteltiin kodin IoT-laitteiden nykytilaa, joka mahdollistaa kehityksen ja tekniikan vertailun tulevaisuuden kanssa. Neljännessä sisältöluvussa tarkasteltiin kodin IoT-laitteiden tulevaisuuden yleisyyttä, uhkia, mahdollisuuksia sekä esimerkkejä mahdollisista laitteista. Tutkimuskysymyksiin *”Millaisia ominaisuuksia kodin IoT-laitteilta odotetaan tulevaisuudessa?”* ja *”Millaisia hyötyjä ja haittoja IoT-älykotiin voi liittyä nyt ja tulevaisuudessa?”* pyrittiin lähdekirjallisuuden pohjalta vastaamaan useasta eri näkökulmasta. Tutkielma keskittyi tarkastelemaan tutkimuskysymyksiä ennen kaikkea käyttäjän näkökulmasta. Tulevaisuuden näkymiä analysoitiin yleistyvien trendien, mahdollisten uhkien sekä esimerkkien kautta. Tutkimuksen tuloksena muodostui käsitys kodin IoT-laitteiden tulevaisuuden kysynnästä, uhkista sekä mahdollisuuksista muodossa, jonka pitäisi olla myös aiheeseen aiemmin perehtymättömien ymmärrettävissä.

IoT-laitteiden yleistyessä vuosi vuodelta, kodin älytekniikka monipuolistuu ja kehittyy kasvavaa vauhtia. Odotukset kodin IoT-laitteiden yleistymiselle sekä kehitykselle lähivuosina ovat suuret. Vuoteen 2025 mennessä älykotimarkkinoiden tuoton odotetaan tuplaantuvan vuoteen 2020 verrattaessa (Statista Smart Home Report 2021). Käsitellyn kirjallisuuden mukaan kodin IoT-laitteiden käyttö on tällä hetkellä yleisintä nuorten aikuisten sekä opiskelijoiden käytössä, tulevaisuudessa tekniikan kehittyessä kodin älylaitteet todennäköisesti yleistyvät laajemmin väestön eri ikäryhmien kesken itseohjautuvuuden sekä hallintajärjestelmien kehittyessä.

Suurimmasta osasta aiheesta tehdyistä artikkeleista sekä julkaisuista, tarkasteltaessa IoT-laitteiden tulevaisuuden uhkia sekä mahdollisuuksia, pääkohdiksi nousee esiin itseohjautuvuus ja helppokäyttöisyys sekä tietoturvallisuus. Suurin kasvu ja kysyntä älykotien sekä kodin älylaitteiden saralla vaikuttaa

suuntautuvan käyttäjälle vaivattomampaan suuntaan. Tämä myös laajentaisi IoT-laitteiden käyttäjäryhmiä entisestään muun muassa lapsiin sekä vanhuksiin. Älykodin rakentamisessa sekä kodin IoT-laitteissa päätavoitteena on ennen kaikkea asukkaan yksilöllisten tarpeiden huomioiminen fyysisen sekä psyykkisen terveyden edistämiseksi. Itseohjautuvat kodinkoneet, järjestelmät ja muut laitteet vievät osan kodin ylläpidon vastuusta ja huolesta pois asukkaalta. Esimerkiksi odottamattomista liikkeistä hälyttävä turvajärjestelmä tai mahdollisuus tarkastaa älypuhelimella kotona mahdollisesti päälle jääneet kodinkoneet, edistää asukkaan turvallisuutta ja hyvinvointia.

Ekologiset kysymykset ovat myös monissa tapauksissa motivaation lähteenä älykotien ja älylaitteiden tuottamiselle ja hankinnalle. Käsiteltyjen kirjallisuuslähteiden mukaan, älykodit sekä kodin älyteknologia ovat askel ekologisempaan suuntaan korvatesaan joitain aiemmin käytössä olleita toimintatapoja ja laitteita. Myös automatisoitavat älylaitteet kuten lämmitysjärjestelmät ja kodinkoneet ovat ekologisempia valintoja perinteisten laitteiden tilalle minimoimalla energiankulutustaan. Tutkielmassa ilmeni, että on myös tärkeää muistaa IoT-laitteiden energiankulutus, ja laitteiden lisääntyessä myös älylaitteiden energiankulutus kasvaa. Ekologisuuden merkittäväksi parantamiseksi on siis olennaista ottaa huomioon ekologisuus myös IoT-laitteiden valmistusvaiheessa sekä kuluttajien ostopäätöksissä.

Suurin uhka kodin IoT-laitteiden tulevaisuudessa on tietoturva, sen ollessa vielä kehitysvaiheessa. Tietoturvan uhka on ollut tiedossa jo pitkään, mutta laitevalmistajille ei ole ollut mitään pakollisia tietoturva vaatimuksia. Myös alan nopea kasvu on motivoinut valmistajia tuomaan tuotteita nopeasti markkinoille perehtymättä toivotulla tavalla tietoturvaan. Vaikuttaisi siltä, että tarpeettoman suuri vastuu laitteiden tietoturvasta on tällä hetkellä kuluttajilla, etenkin kun käyttäjien tietotekniset tiedot ja taidot vaihtelevat suuresti. Tietoturvan vastuuta laitevalmistajille voitaisiin lisätä säätelemällä ennakkoon määriteltäviä tietoturva-asetuksia, sekä luomalla kaikkia alan tuottajia koskevia tietoturvalakeja sekä säädöksiä.

Tutkielmassa todettiin kodin IoT-laitteiden tulevaisuudessa olevan myös muita haasteita. Tietoturvan ja energiankulutuksen lisäksi tulevaisuuden ongelmiksi voi muodostua laitteiden hinnoittelu, laitteiden yhteensopivuus sekä datan hallinta.

Vaikka uhkia kodin IoT-laitteiden tulevaisuudessa on monia, niiden yleistyessä myös hintataso sekä tuotteet kehittyvät ostaja- ja käyttäjäystävällisempään suuntaan, joka voi potentiaalisesti vaikuttaa laitteiden vahvaan yleistymiseen. Tällä hetkellä hintaero IoT-laitteiden sekä tavallisten laitteiden välillä on joissain kategorioissa vielä suuri, mutta kysynnän kasvaessa myös hinnoittelu voidaan pitää kohtuullisempänä. Lisäksi kilpailijoiden määrän lisääntyminen alalla kannustaa nopeaan tuotekehitykseen sekä vaikuttaa laitteiden hinnoitteluun.

Parhaimmillaan kodin IoT-laitteet vapauttavat asukkaan monista arjen askareista, sekä optimoivat asumisen kustannuksia. Kodin IoT-laitteiden tulevaisuudessa laitteet ovat yhä merkittävämmiin muokattavissa vastaamaan yksilön

tarpeita sekä elämäntilannetta. Laitteiden perimmäinen tarkoitus on vähentää sekä henkistä että fyysistä taakkaa, jota kotiin ja asumiseen liittyy, ja laitteiden kehittyessä tämä mahdollisuus aukeaa yhä laajemmalle ihmisjoukolle. Suurimmilla laitevalmistajilla on yhdistävä tavoite tulevaisuuden IoT-laitteiden osalta, tehdä laitteista yhä itseohjautuvampia ja helpompia itse käyttäjälle. Yleisenä tavoitteena tulevaisuuden osalta vaikuttaa olevan vaatia käyttäjältä vähemmän kotona tapahtuvaa asentamista, säätöä, ja ohjaamista. Tulevaisuuden trendinä ennustetaan olevan laitteet, jotka oppivat asukkaan käyttäytymismalleja ja yhä älykkäämmin toimivat itsenäisesti. Jonain päivänä voisikin olla mahdollista herätä yön aikana siivotusta kodista, valmiin aamupalan tuoksuun, joka sisältää omalle keholle optimaalisia raaka-aineita älyrannekkeen keräämän datan perusteella. Jatkotutkimuksessa voitaisiin keskittyä esimerkiksi kodin IoT-laitteiden taloudelliseen kannattavuuteen ja tulevaisuuden potentiaaliin tai IoT-laitteiden kehityksen vaikutuksiin eri ikä- ja ihmisryhmissä. Mahdollisia tutkimusaiheita voisivat olla esimerkiksi:

1. Kodin IoT-laitteiden kehitys vanhusten kotihoidon kannalta
2. IoT-laitteiden kehitys yrityskäytössä
3. Älykodin kustannustehokkuus
4. Kodin IoT-laitteiden vaikutus asukkaan jaksamiseen

LÄHTEET

- Ahmed, R., Asim, M., Khan, S., Singh, B. (2019). Green IoT – Issues and Challenges. *Proceedings of 2nd International Conference on Advanced Computing and Software Engineering (ICACSE)*
- 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.
- Arshad R., Zahoor S. Ali Shah M., Wahid A. & Yu H. (2017). Green IoT: An Investigation on Energy Saving Practices for 2020 and Beyond. *IEEE Access*, vol. 5, pp. 15667-1568
- Barnes, D. (2020). Redefining That Makes A Smart Home ‘Smart’. <https://www.forbes.com/sites/forbesrealestatecouncil/2020/03/20/redefining-what-makes-a-smart-home-smart/?sh=11fffc491832> .(Viitattu 18.11.2021).
- Business 2 Community (2016) The Internet of Things. <https://cdn.business2community.com/wp-content/uploads/2016/06/internet-of-things.jpg> . (Viitattu 24.11.2021).
- Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu B. and Wang, H. (2014). A Vision of IoT: Applications, Challenges, and Opportunities With China Perspective, *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 4, pp. 349-359
- Dey, S., Roy, A., and Das, S. (2016) "Home automation using Internet of Thing," *2016 IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, 2016, pp. 1-6
- Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A., & Kamal, T. (2015). A review on internet of things (IoT). *International Journal of Computer Applications*, Volume 113(1).
- Google. Discover what Google Assistant is. <https://assistant.google.com/> . (Viitattu 2.2.2022).
- Hendricks, D. (2014). The History of Smart Homes. <https://www.iotevolutionworld.com/m2m/articles/376816-history-smart-homes.htm> . (Viitattu 17.11.2021)
- Hintsala J. (2018). Kodin älylaitteet yleistyvät vauhdilla, mutta tietoturva ja lainsäädäntö laahaavat perässä – "Kameralla varustettua laitetta voidaan seurata". <https://yle.fi/uutiset/3-10529042> . (Viitattu 23.11.2021)
- Hyvönen P., Järvinen K. & Soukka A. (2002). Älykoti mahdollisuutena. http://users.jyu.fi/~atsoukka/pub/alykoti/alykoti.html#alykotiteknologiaan_liittyvia_ongelmia . (Viitattu 25.11.2021).
- Jeremy Norman’s HistoryofInformation.com (2021) Kevin Ashton Invents the Term "The Internet of Things".

<https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=3411> . (Viitattu 17.11.2021)

- Kumar, D., Shen, K., Case, B., Garg, D., Alperovich G., Kuznetsov, D., Gupta, R. & Durumeric, Z. (2019). All Things Considered: An Analysis of IoT Devices on Home Networks. *Usenix*, The Advanced Computing Systems Association.
- Kumar, S., Tiwari, P. & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data* 6 (111).
- Lee, I., & Lee, K. (2015). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440.
- Lehto, M., Talonpoika, R., & Huovila, P. (1993). Älykäs asunto - tietoyhteiskunnan koti. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes No. 1457
- Li, S., Tryfonas, T. & Li, H (2016). The Internet of Things: a security point of view. *Internet Research*, 26(2), 337-359. (Viitattu 22.4.2022)
- Madakam, S., Lake, V., Lake, V., & Lake, V. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164.
- Munro, K. [TEDx Talks]. (20.9.2018). Internet of Things Security | Ken Munro | TEDxDornbirn. YouTube. <https://youtu.be/pGtnC1jKpMg> .
- Nicolescu R., Huth M., Radanliev P. & De Roure D. (2018). Mapping the values of IoT. *Journal of Information Technology* 33, 345-360.
- Patel, K.K., & Patel, S.M. (2016). Internet of Things-IOT : Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges.
- Pathak N., Bhandari A. (2018). IoT, AI, and Blockchain for .NET. Building a Next-Generation Application from the Ground Up. *Apress*, USA, s. 13.
- Pătru, M. Carabaş, M. Bărbulescu and L. Gheorghe, (2016) "Smart home IoT system," 2016 15th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research, pp. 1-6
- Perwej, Y., Majzooop, K., Sheta, O., Harb, H., Adrees, M. (2019). The Future of Interet of Things (IoT) and Its Empowering Technology. *International Journal of Engineering Science and Computing*, ISSN : 2321- 3361, Volume 9, Issue No.3, Pages 20192- 20203.
- Ren J., Dubois D., Choffnes D., Mandalari A., Kolcun R., Haddadi H. (2018). Information Exposure From Consumer IoT Devices: A Multidimensional, Network-Informed Measurement Approach.
- Sharma, N., Shamkuwar, M., & Singh, I. (2019). The history, present and future with IoT. In *Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation* (pp. 27-51).

- Sihna S. (2021). State of IoT 2021: Number of connected IoT devices growing 9% to 12.3 billion globally, cellular IoT now surpassing 2 billion. <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> . (Viitattu 25.11.2021).
- Sovacool, Benjamin K. & D. Furszyfer Del Rio, Dylan, Smart Home Technologies in Europe: A Critical Review of Concepts, Benefits, Risks and Policies (2019).
- Statista (2020). Internet of Things (IoT) and non-IoT active device connections worldwide from 2010 to 2025. <https://www.statista.com/statistics/1101442/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> . (Viitattu 1.2.2022).
- Statista (2015). Global home automation market size projection 2020. <https://www.statista.com/statistics/487793/home-automation-market-worldwide/> . (Viitattu 31.5.2022)
- Statista Smart Home Report 2021. (2021). <https://www.statista.com/study/42112/smart-home-report/> . (Viitattu 18.11.2021).
- Tilastokeskus (2020). Väestön tieto- ja viestintätekniikan käyttö. <http://www.stat.fi/til/sutivi/index.html>. (Viitattu: 28.11.2021).
- Traficom (2022) Tietoturvamerkki, Vaatimukset. <https://tietoturvamerkki.fi/fi/vaatimukset> (Viitattu 29.7.2022).
- Traficom (2021). Kuluttajat aiempaa tietoisempia älylaitteiden riskeistä - Traficomin Kyberturvallisuuskeskus hakee lisää voimaa Tietoturvamerkkin yleistymiselle. <https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/kuluttajat-aiempaa-tietoisempia-alylaitteiden-riskeista-traficomin> . (Viitattu 28.11.2021).
- Traficom (2021). Ovatko suomalaiset yritykset valmiita älylaitteiden tietoturvavaatimuksiin? <https://www.kyberturvallisuuskeskus.fi/fi/ajankohtaista/ovatko-suomalaiset-yritykset-valmiita-alylaitteiden-tietoturvavaatimuksiin> . (Viitattu 23.11.2021)
- V. Riquebourg, D. Menga, D. Durand, B. Marhic, L. Delahoche and C. Loge, "The Smart Home Concept : our immediate future," (2006) ,,The Internet of Things (2013). <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/industry-development/infrastructure/technology/internetofthings.pdf%3Fla%3De n> . (Viitattu 18.11.2021).