

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Engineering Science
Tietotekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

Teemu Tynkkynen

**ANDROID-EKOSYSTEEMIN HISTORIA, NYKYISYYS JA
TULEVAISUUDENSKENAARIOT**

Työn tarkastaja(t): Tekniikan Tohtori Ari Happonen

Työn ohjaaja(t): Tekniikan Tohtori Ari Happonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Engineering Science
Tietotekniikan koulutusohjelma

Teemu Tynkkynen

Android-Ekosysteemin Historia, Nykyisyys ja Tulevaisuudenskenaariot

Kandidaatintyö

2018

33 sivua, 1 kuva, 2 kaaviota, 1 liite

Työn tarkastaja(t): Tekniikan Tohtori Ari Happonen

Hakusanat: Android, historia, nykyisyys, tulevaisuus, skenaariot

Keywords: Android, history, present, future, scenario

Android-ekosysteemi on erilaisille älylaitteille kehitetty avoimeen lähdekoodiin pohjautuva ekosysteemi, joka on rakennettu Linux -järjestelmäytimen ympärille. Se julkaistiin vuonna 2007, jonka jälkeen sitä on päivitetty säännöllisesti, ja se on laajentunut älypuhelimista muun muassa älykelloihin ja Internet of Things -laitteisiin. Vuonna 2017 se oli myydyin käyttöliittymä sekä älypuhelimien että taulutietokoneiden käyttöjärjestelmänä. Tässä työssä sille luotiin neljä erilaista tulevaisuudenskenaariota käyttäen yhdistettyä skenaariomenetelmää. Ensimmäisessä skenaariossa Android jatkaa nykyisellään markkinajohtajana. Toisessa skenaariossa Google korvaa Android-ekosysteemin toisella ekosysteemillä. Kolmannessa skenaariossa Google lopettaa Android-ekosysteemin tukemisen. Neljännessä skenaariossa Android-ekosysteemi kasvaa yleiskäyttöjärjestelmäksi.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Engineering Science
Degree Program in Computer Science

Teemu Tynkkynen

History, Nowadays and Future Scenarios of Android-Ecosystem

Bachelor's Thesis

33 pages, 1 figures, 2 charts, 1 appendices

Examiners: D.Sc. (Tech.) Ari Happonen

Keywords: Android, history, present, future, scenario

The Android ecosystem is an open-source ecosystem developed for various smart devices built around the Linux-kernel. It was released in 2007, after which it has been updated regularly, and has expanded from smartphones to smartwatches and Internet of Things devices, for example. In 2017, it was best-selling operating system, both smartphones and tablet PCs. In this work, four different future scenarios were created using the combined scenario method. In the first scenario, Android continues to be the market leader. In the second scenario, Google replaces the Android ecosystem with another ecosystem. In the third scenario, Google stops supporting the Android ecosystem. In the fourth scenario, the Android ecosystem is growing into a universal operating system.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	MIKÄ ANDROID-EKOSYSTEEMI ON?.....	5
3	HISTORIA PERUSTAMISESTA NYKYPÄIVÄÄN SAAKKA.....	8
4	ANDROID-EKOSYSTEEMI NYKYPÄIVÄNÄ	14
5	ANDROID-EKOSYSTEEMIN TULEVAISUUDENSKENAARIOT.....	18
6	YHTEENVETO.....	23
	LÄHTEET.....	25

LIITTEET

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

AOSP	Android Open Source Project
API	Application Programming Interface
ART	Android Runtime
CDMA	Code Division Multiple Access
iOS	iPhone Operation System
IoT	Internet of Things
JIT	Just-in-Time
MMS	Multimedia Messaging Service
NFC	Near Field Communication
OS	Operating System
PPI	Pixel per Inch
RTL	Right-to-Left
SDK	Software Development Kit
SMS	Short Message Service
USB	Universal Serial Bus
V-Sync	Vertical Synchronization
Wi-Fi	Wireless Fidelity

1 JOHDANTO

Älypuhelimet ja -laitteet ovat tulleet osaksi ihmisten arkipäivästä elämää viimeisten vuosikymmenten aikana. Älypuhelimien myynti on kasvanut vuonna 2007 myydystä 122 miljoonasta laitteesta 1495 miljoonaan myytyyn laitteeseen vuonna 2016 (Statista). Koska älylaitteiden markkinat kasvavat jatkuvasti, laitteiden käyttöjärjestelmien markkinaosuuksista käydään kovaa kilpailua. Älylaitteiden käyttöjärjestelmien tämänhetkiset markkinajohtajat ovat Google Android-ekosysteemillään sekä Apple iOS-ekosysteemillään. Näistä Googlen Android on tämän hetken selvä markkinajohtaja 81,7 % osuudella myydyistä älypuhelimista. Applen iOS-ekosysteemi on listalla toisena 17,9 % osuudella. (Gartner, 2017). Tässä opinnäytetyössä näistä käsitellään nykyisen markkinajohtajan eli Googlen Android-ekosysteemiä.

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on

- antaa selkeä kuva Android-ekosysteemin historiasta aina sen luomisprosessista nykypäivään asti
- kertoa millainen ekosysteemi Android on nykypäivänä ja millainen se on verrattuna sen suurimpaan kilpailijaan
- kuvata Android-ekosysteemin mahdollisia tulevaisuudenskenaarioita tulevaisuuden tutkinnan menetelmillä.

Edellä mainittujen tavoitteiden ulkopuolelle jätetään muut Googlen luomat ekosysteemit, kuten tietokoneille tarkoitettu Chrome OS. Lisäksi tämän opinnäytetyön ulkopuolelle jätetään puhelinvalmistajien omat graafiset käyttöliittymät Android-ekosysteemistä, kuten esimerkiksi Samsungin oma versio Samsung Experience (entinen TouchWiz) sekä HTC:n oma HTC Sense. Nämä rajaukset tehdään, ettei työstä tulisi liian laaja-alainen.

Tavoitteisiin aiotaan päästä keräämällä tietoa kirjoista, sekä internetistä artikkeleista, tiedejulkaisuista ja virallisista lähteistä. Käytettävät tiedot valitaan ensisijaisesti virallisista lähteistä. Mikäli virallisista lähteistä tarvittavaa tietoa ei löydy, koitetaan tieto löytää ja varmistaa sen oikeellisuus useista eri lähteistä.

Tämä opinnäytetyö alkaa johdantoluvulla, jota seuraa luku, jossa kerrotaan yleisesti, mikä Android-ekosysteemi on. Seuraavaksi tässä opinnäytetyössä kerrotaan Android-ekosysteemin historiasta aina sen luomisesta nykyhetkeen asti. Opinnäytetyön neljännessä luvussa kerrotaan Android-ekosysteemin tämänhetkisestä tilanteesta ja siitä, millainen se on verrattuna sen suurimpiin kilpailijoihin. Opinnäytetyön viidennessä luvussa käydään läpi Android-ekosysteemin mahdollisia tulevaisuuden skenaarioita hyödyntämällä tulevaisuuden tutkinnan menetelmiä.

2 MIKÄ ANDROID-EKOSYSTEEMI ON?

Android on Google Inc. -yrityksen omistama avoimeen lähdekoodiin perustuva ekosysteemi erilaisille laitteille, kuten esimerkiksi älypuhelimille ja taulutietokoneille. Android-ekosysteemi on rakennettu Linus Torvaldsin vuonna 1991 kehittämän Linux-käyttöjärjestelmätimen eli kernelin muokatun version ympärille. Linux-käyttöjärjestelmä on GNU General Public License -lisenssin alainen tuote eli se on vapaa ohjelmisto. Vapaalla ohjelmistolla tarkoitetaan ohjelmistoa, joka antaa käyttäjälle neljä olennaista oikeutta: oikeuden käyttää ohjelmistoa haluamaansa käyttötarkoitukseen, oikeuden opiskella ohjelman toimintaa ja muokata sitä haluamallaan tavalla, oikeuden levittää kopioita ohjelmistosta sekä oikeuden jakaa muokkaamaasi versiota ohjelmistosta (GNU). Käytännössä toinen ja neljäs oikeus tarkoittavat sitä, että vapaan ohjelmiston tulee olla avoimen lähdekoodin ohjelmisto.



Kuva 1. Android Robot (Android)

Linux on Unixin kaltainen käyttöjärjestelmä, eli se perustuu jo vuonna 1969 kehitettyyn Unix-käyttöjärjestelmään. Unix yleiskäyttöinen, monikäyttäjällinen ja interaktiivinen käyttöjärjestelmä. Sen ominaisuuksiin lukeutuu hierarkkinen tiedostojärjestelmä, yhteensopiva tiedostojen, laitteiden ja prosessivälinen syöttö- ja tulostus, kyky aloittaa asynkroniset prosessit, käyttäjäkohtaisesti valittava järjestelmä komentokieli, yli 100 osajärjestelmää, sekä korkea siirrettävyyden aste. (Ritchie, 1974).

Googlen Android-ekosysteemi ei kuitenkaan kokonaan pohjautu avoimen lähdekoodiin, vaan useimmissa Android-ekosysteemin laitteissa se on yhdistelmä avointa sekä suljettua lähdekoodia. Esimerkiksi Android-ekosysteemin laitteissa esiasennettuna olevat Googlen palvelut sekä ohjelmistot ovat suljettua lähdekoodia, kun taas ekosysteemin perusosat ovat avointa lähdekoodia.

Android-ekosysteemistä on vuonna 2017 kuusi erilaista versiota erilaisille alustoille. Ensimmäinen versio on alkuperäinen Android, joka toimii älypuhelimissa sekä taulutietokoneissa. Toinen versio on Android Wear, joka toimii puettavissa tietokoneissa, kuten esimerkiksi älykelloissa. Kolmas versio on Android TV, interaktiivinen televisio, joka toimii televisioissa sekä mediasoittimissa. Neljäs versio on Android Auto, joka yhdistää käyttäjän puhelimen toimimaan auton keskustietokoneessa. Viides versio Android-ekosysteemissä on Android Things IoT-laitteille (Internet of Things -laitteet). International Telecommunication Unionin määritelmä IoT:lle on tietoyhteiskunnan maailmanlaajuinen infrastruktuuri, joka mahdollistaa kehittyneet palvelut yhdistäen fyysiset ja virtuaaliset asiat, jotka perustuvat jo olemassa oleviin ja kehittyviin yhteen toimiviin tieto- ja viestintätekniikoihin (International Telecommunication Union, 2012). IoT-laitteet ovat yleensä pienitehoisia, laitteita, jotka jakavat keskenään tietoa niiden sisäänrakennettujen järjestelmien avulla. IoT-laitteita voivat olla esimerkiksi erilaiset kodinkoneet tai työkalut. Kuudes, ja viimeisin, erilainen versio on pienitehoisille älypuhelimille suunnattu Android GO, jossa on painotettu muistin säästämistä sekä sen tehokasta käyttöä.

Näiden Android-ekosysteemin versioiden lisäksi Android-ekosysteemin älypuhelin ja taulutietokone versiosta on olemassa useita erilaisia versioita, jotka eroavat toisistaan eri tavoin. Kaikki versiot pohjautuvat kuitenkin AOSP-nimiseen projektiin (Android Open Source Project). Googlella on oma versio, näin sanottu ”stock” Android, joka löytyy Googlen omista laitesarjoista, kuten Nexus- ja Pixel-sarjoista. Tämä Android-versio sisältää Googlen omatekemät ohjelmistot ja palvelut, ja sitä pidetään niin sanottuna puhtaana Android-versiona. Tämä kandidaatintyö keskittyy pääsääntöisesti juuri tämän version ominaisuuksiin puhuttaessa älypuhelinien ja taulutietokoneiden Android-versiosta.

Useat valmistajat käyttävät itse muokkaamiaan graafisia käyttöliittymäversioitaan Googlen Android-ekosysteemin versiosta. Esimerkkejä tämänkaltaisista versioista ovat esimerkiksi Samsung-yhtiön Touchwiz sekä HTC-yhtiön HTC Sense. Tämänkaltaisissa valmistajien versioissa on yleensä lisättyjä ominaisuuksia Google versioon nähden, sekä monet perusohjelmat ovat valmistajien omatekemiä versioita.

Koska Android-ekosysteemi on avoimen lähdekoodin ekosysteemi, myös normaalien käyttäjien on mahdollista tehdä omia versioitaan siitä. Android-ekosysteemin muokkaus onkin suosittua Android-käyttäjien keskuudessa, josta esimerkkinä XDA Developers Android -sivuston (<https://www.xda-developers.com>) suosio. Suosituimpia ilmaisia, käyttäjien julkaisemia versioita Android-ekosysteemistä ovat esimerkiksi LineageOS (tunnettiin ennen vuotta 2017 CyanogenMod nimisenä) ja Paranoid Android. Näissä versioissa on yleensä paremmat käyttöliittymän muokkausominaisuudet, sekä sellaisia ominaisuuksia, joita muista Android-ekosysteemin versioista ei löydy. Osa tämänkaltaisista Android-ekosysteemin versioista toimivat monissa erilaisissa Android-puhelimissa, esimerkiksi LineageOS toimii vuoden 2017 heinäkuussa 191 erilaisessa Android-laitteessa (LineageOS), ja se on asennettuna yli 1.7 miljoonassa laitteessa LineageOS omien tilastojen mukaan (LineageOS).

Yksi Android-ekosysteemin tärkeimmistä ominaisuuksista on se, että se on ohjelmajohdainen ekosysteemi. Ekosysteemin käyttäjät voivat ladata ekosysteemiin uusia ohjelmia Googlen virallisesta kauppapaikasta, Google Playsta, tai ladata niitä muualta. Ohjelmajohdainen ekosysteemi tarkoittaa sitä, että ohjelman toiminnallisuudet tulevat erilaisista ohjelmista, ja käyttäjät voivat laajentaa puhelimen toiminnallisuuksia uusilla ohjelmilla. Tämä myös tuo ekosysteemin käyttäjille enemmän muokattavuutta ja vapautta valita mitä ja kenen tekemiä ohjelmia käyttää.

3 HISTORIA PERUSTAMISESTA NYKYPÄIVÄÄN SAAKKA

Android-ekosysteemin historia alkaa virallisesti siitä hetkestä, kun yhdysvaltalaiset Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears ja Chris White perustivat yhdessä Android Inc. nimisen yrityksen vuoden 2003 lokakuussa, mutta yrityksen perusta oli luotu jo kuitenkin aikaisemmin (Elgin, 2005). Vuonna 1991 Be Inc. niminen yritys alkoi kehittämään tietokoneiden käyttöjärjestelmää nimeltään BeOS. Yritys kuitenkin myytiin Palm, Inc. nimiselle yritykselle, ja osa sen alkuperäisistä työntekijöistä perusti yhdessä Andy Rubinin kanssa yrityksen, joka nimettiin Danger Inc. -nimiseksi. Kyseinen yritys suunnitteli älypuhelimia 2000-luvun alussa. Heidän merkittävin tuote oli T-Mobile Sidekick (tunnetaan myös nimellä Danger Hiptop). Tämä laite oli uranuurtaja esimerkiksi markkinapaikassa (paikka, josta voidaan ladata sovellutuksia laitteeseen) ja pilvipalveluissa. Vuonna 2003 Danger Inc:in perustaja Andy Rubin jätti yrityksen monien BeOS:n työntekijöiden kanssa, ja he perustivat Android Inc. nimisen yrityksen lokakuussa 2003 (Komonen, 2017).

Android Inc. perustettiin tarkoituksenaan kehittää älykkäämpiä mobiililaitteita, jotka olisivat tietoisia niiden omistajien mieltymyksistä sekä sijainnista (Elgin, 2005). Yrityksen muillakin perustajilla on vankka tietotekniikan alan tausta. Rich Miner on yksi Wildfire Communications -yrityksen perustajista. Wildfire Communications on yksi puheentunnistuksen sekä virtuaalisten avustajien edelläkävijöistä. Nick Sears on toiminut yhdysvaltalaisen T-Mobile US, Inc. -yrityksen varapresidenttinä (LinkedIn), ja Chris White johti WebTV-nimisen televisioon internetiin yhdistävän laitteen suunnittelu- ja käyttöliittymäkehitystä (Elgin, 2005).

Android Inc. -yrityksen perustamisen jälkeen yrityksen toiminnasta ei kerrottu mitään yleiseen tietoisuuteen yli kahteen vuoteen, kunnes vuonna 2005 mainosyhtiö Google Inc. osti sen omistuksiinsa noin 50 miljoonalla Yhdysvaltain dollarilla. Googlen puhemiehen mukaan Google osti Android Inc. -yrityksen, koska se sisälsi lahjakkaita insinöörejä ja mahtavaa teknologiaa. (Elgin, 2005). Noin kahden vuoden kuluttua Android Inc. myynnistä Googlelle, Android-ekosysteemi julkaistiin yleisön tietoisuuteen 5. marraskuuta vuonna 2007 (Rubin, 2007). Tuona päivänä julkaistiin Android-ekosysteemin ensimmäinen beta-versio, ja tätä päivää juhliutaankin Android-ekosysteemin syntymäpäivänä. Muutamaa

päivää myöhemmin kehittäjille julkaistiin ensimmäinen Androidin SDK (Software Development Kit) eli ohjelmistokehityspakkaus, 12. marraskuuta vuonna 2007 (Android Developers Blog, 2007). Androidin julkaisun yhteydessä myös perustettiin Open Handset Alliance, 34 mobiilialan yrityksen yhteenliittymän (muun muassa Google, T-Mobile, HTC, Qualcomm ja Motorola), jonka tarkoituksena on kehittää mobiilialan avoimia standardeja sekä koordinoita Android-ekosysteemin kehitystä (Open Handset Alliance, 2007).

22. päivä syyskuuta vuonna 2008 julkaistiin Android-ekosysteemin ensimmäinen käyttäjäversio, sekä lisäksi julkaistiin Android-ekosysteemin avoin lähdekoodi kuluttajien saataville. Samalla julkaistiin myös ensimmäinen Android-ekosysteemiä käyttävä älypuhelin, T-Mobile G1, joka tunnetaan myös nimellä HTC Dream. Android 1.0 sisältää Android Market -sovelluskaupan, Gmail-integraation, kotinäyttö-pienoisohjelmat (englanniksi widget) ja vedettävät ilmoitukset. (Verge Staff, 2011). Helmikuussa 2009 Android-ekosysteemi sai ensimmäisen päivityksensä versioon 1.1, jonka pääsisältö oli pääasiassa erilaisia virheenkorjauksia Android-ekosysteemin edelliseen versioon (Android Developers, 2009).

Android-ekosysteemin ensimmäinen suuri, ominaisuuksia lisäävä päivitys tapahtui huhtikuussa 2009, jolloin se siirtyi versioon 1.5. Tämän päivityksen yhteydessä otettiin käyttöön tapa nimetä Android-ekosysteemien versiot erilaisten makeisten mukaan. Android 1.5 sai nimekseen Cupcake eli suomeksi kuppikakku. Tässä päivityksessä Android sai tuen näytöllä sijaitsevalle näppäimistölle, tuen pienoisohjelmille sekä automaattisesti kääntyvälle näytölle. (Android Developers, 2009). Saman vuoden syyskuussa julkaistiin seuraava suuri päivitys, Android 1.6 Donut, jonka pääominaisuudet olivat uusi nopea hakulaatikko useista eri lähteistä etsimiseen, tuki koodijakokanavalle (CDMA eli Code Division Multiple Access) sekä teksti-puheeksi-moottori (Android Developers, 2009).

Android 1.6 Donut päivityksen elinkaari jäi kuitenkin lyhytaikaiseksi, sillä jo saman vuoden lokakuussa julkaistiin Android 2.0 Eclair, suomeksi Tuulihattu. Tämän version myötä Android-ekosysteemi sai tuen Microsoft Exchange -sähköpostipalvelulle, tuen Bluetooth 2.1 standardille, Internet-selain sai tuen HTML5-standardille sekä joukon kameraudistuksia, kuten esimerkiksi tuen salamalle sekä digitaaliselle zoomille. (Android Developers)

Vuoden 2010 tammikuussa julkaistiin Googlen ja HTC:n yhteinen älypuhelin, Nexus One, joka aloitti Googlen Nexus-laitesarjan, joka sisältää useita erilaisia älypuhelin- ja taulutietokoneille (Nexus One, 2010). Nexus-sarjan älypuhelimien suunnittelijoina ja valmistajina ovat toimineet HTC, Samsung, LG, Motorola ja Huawei.

Vuoden 2010 toukokuussa Android-ekosysteemi siirtyi versioon 2.2 Froyo, jonka nimi tulee englannin kielen sanoista frozen yogurt eli suomeksi jäädytetty jogurtti. Se toi mukanaan nopeus-, muisti- ja suorituskykyparannuksia Android-ekosysteemiin. Froyo:ssa siirryttiin myös JIT-kääntäjään (Just-In-Time), Android sai Adobe Flash -tuen, mahdollisuuden muuttaa laite kannettavaksi Wi-Fi jakopisteeksi, sekä tuen aina 320 PPI (pixel per inch) pikselitiheyksisille näytöille. (Android Developers). Saman vuoden joulukuussa julkaistiin Android 2.3 Gingerbread, eli suomeksi piparkakku. Tämän version myötä Android-ekosysteemi sai päivitetyn käyttöliittymän, tuen internetpuheluille, Android-ekosysteemin energiatehokkuutta parannettiin, kopio-liitä toimintoa parannettiin, Android sai tuen NFC-kommunikointiprotokollalle (Near Field Communication) sekä nopeamman ja intuitiivisemmän tekstinsyötön, sekä tuen uusille sensoreille, kuten esimerkiksi gyroskoopille. (Android Developers)

Helmikuussa 2011 Android-ekosysteemi teki uuden aluevaltauksen Android 3.0 Honeycomb:illa, suomeksi hunajakkeno, joka oli ensimmäinen sekä tähän asti ainoa Android-ekosysteemin versio, joka oli tarkoitettu ainoastaan taulutietokoneille. Samalla Android-ekosysteemiin tuotiin uusi holograafinen käyttöliittymäsuunnittelu sekä tuki moniytimisille prosessoreille. (Android Developers)

Samana vuonna lokakuussa esiteltiin Android 4.0 Ice Cream Sandwich, eli suomeksi jäätelövoileipä. Tässä versiossa Android-ekosysteemi sai yhtenäistetyn holograafisen käyttöliittymän älypuhelimille, taulutietokoneille sekä muille laitteille. Lisäksi Android-ekosysteemi sai tärkeimpinä ominaisuuksina tuen virtuaalisille navigointinäppäimille, kasvojen tunnistuksen sekä tuen Wi-Fi Direct standardille. (Android Developers)

Vuoden 2012 kesäkuussa julkaistiin Android 4.1 Jelly Bean, eli suomeksi hyytelöpapu. Tässä versiossa Android-ekosysteemin käyttöliittymää muokattiin toimivaan sulavammin, esimerkiksi pystytahdistuksen (V-Sync eli vertical synchronization) ja kolmoispuskuroinnin (triple buffering) avulla. Lisäksi esteettömyysominaisuuksia, kuten esimerkiksi Google Talkback:ia, paranneltiin ja ilmoituspalkin ilmoituksia parannettiin muokkaamalla ne laajennettaviksi. (Android Developers). Saman vuoden marraskuussa julkaistiin Android 4.2, joka säilytti edelleen edellisen version nimen Jelly Bean. Tässä versiossa Android-ekosysteemin lukitusruutu sai tuen pienoishjelmile (widget), interaktiivinen näytönsäästäjä ”Daydream” lisättiin, Android-ekosysteemi sai tuen ulkoisille näytöille, sekä tuen natiiville RTL (right-to-left) sijoittelulle. (Android Developers). Android-ekosysteemi sai pienen päivityksen heinäkuussa 2013, jolloin se siirtyi versioon 4.3, ja samalla edelleenkin säilytti edellisen Android-ekosysteemin version nimen Jelly Bean. Tässä versiossa Android-ekosysteemi sai tuen OpenGL ES 3.0 ohjelmointirajapinnalle interaktiivisen tietokonegrafiikan tuottamiseen, sekä tuen Bluetooth Low Energy (toiselta nimeltä Bluetooth SMART) protokollalle. (Android Developers). Vuoden 2013 lokakuussa julkaistiin Android 4.4 Kitkat. Tässä päivityksessä Android-ekosysteemin käyttöliittymän toimivuutta optimoitiin. Tämä on toteutettu vähentämällä suurten komponenttien muistinkäyttöä ja esittelemällä uusi ohjelmointirajapintoja. Lisäksi Android-ekosysteemi sai tuen uudentlaisille vähävirtaisille sensoreille sekä näytön tallentamiselle. (Android Developers)

Vuoden 2014 kesäkuussa julkaistiin Android 5.0 Lollipop, eli suomennettuna tikkukaramelli. Suurimmat uudistukset Android-ekosysteemiin tässä versiossa ovat ”Material Design” -käyttöliittymämuotoilu (suomeksi materiaalikäyttöliittymämuotoilu), ART-virtuaalikone (Android runtime) korvasi Dalvik-virtuaalikoneen, ja Android-ekosysteemi sai tuen 64-bittisille prosessoreille. (Android Developers). Samaan aikaan Android 5.0 julkaisun yhteydessä julkaistiin Android 4.4W Kitkat Wear, joka on ensimmäinen Android-ekosysteemin versio, joka on suunniteltu puettaviin laitteisiin, kuten esimerkiksi älykelloihin. Tämä on siis ensimmäinen versio Androidista, joka on tarkoitettu muunlaisille laitteille kuin älypuhelimille tai taulutietokoneille. Lisäksi samaan aikaan edellisten kanssa julkaistiin Android 5.0 versioon pohjautuva Android TV, eli käyttöjärjestelmä älytelevisioihin. Se voi olla sisäänrakennettuna televisioon tai itsenäinen

mediasoitin. Laitteen avulla sen käyttäjät voivat ladata Google Play -sovelluskaupasta laitteelle soveltuvia ohjelmia ja käyttää näitä. Laitteelle soveltuvia ohjelmia ovat esimerkiksi Netflix, Youtube ja HBO Now. (Android). Saman vuoden joulukuussa vielä julkaistiin Android Wear 1.0, ensimmäinen virallinen versio Android Wear:ista (Google Official Blog, 2014).

Vuoden 2015 maaliskuussa Google teki Android-ekosysteemille toisen uuden aluevaltauksen julkaisemalla Android Auto nimisen version Android-ekosysteemistä. Tämä on Android 5.0 Lollipop versioon pohjautuva käyttöjärjestelmä autojen keskusyksikköön, joka toimii käyttäjän Android-puhelimen kautta auton keskusyksikössä. Käyttäjä voi Android Auton avulla käyttää puhelimensa ominaisuuksia autonsa ohjaimilla koskematta itse omaan laitteeseensa.

Vuoden 2015 toukokuussa julkaistiin Android 6.0 Marshmallow, eli suomennettuna vaahtokarkki. Tässä versiossa Android-ekosysteemi sai kontekstillisen etsinnän, Dozen-energiansäästätilan, ohjelmien valmiustilan, tuen sormenjälkitunnistukselle, USB-C standardille tuen sekä ohjelmien käyttöluupien paremman hallittavuuden. (Android Developers). Samaan aikaan Google esitteli Android Things -nimisen Android-pohjaisen sulautetun käyttöjärjestelmän IoT eli Internet of Things -laitteille. Näillä laitteilla tarkoitetaan laitteita, jotka jakavat omien sulautettujen järjestelmien avulla tietoa muille laitteille verkossa. Tämänkaltaisia laitteita voivat olla esimerkiksi kodinkoneita ja työkaluja.

Maaliskuussa 2016 julkaistiin Android 7.0 Nougat. Tämä versio toi mukanaan tuen Vulkan 3D -ohjelmointirajapinnalle, uuden JIT-kääntäjän (Just-In-Time), jaetun ruudun tilan, tiedostopohjaisen salauksen sekä Googlen oman puheella toimivan virtuaaliavustajan, Google Assistantin (Android) (Android Developers). Saman vuoden syyskuussa julkaistiin Android Wear 2.0, joka ilmestyi helmikuussa 2017. Tässä versiossa Android Wear-laitteet saivat Material Designin, itsenäiset ohjelmat sekä iOS-tuen. (Hoi, 2017)

Vuoden 2017 maaliskuussa julkaistiin Android 8.0 Oreo, joka on Googlen mukaan älykkäämpi, tehokkaampi ja makeampi kuin koskaan aikaisemmin. Sen tuomista uudistuksista tärkeimpiä ovat uudet taustaohjelmien rajoitukset, lomakkeiden automaattinen

täyttö, kuva kuvassa -toiminto (englanniksi Picture-in-Picture), Android Instant-sovellutukset, ilmoituspisteet, Google Play Protect -sovellussuoja, ja ehkäpä tärkeimpänä ominaisuutena Project Tremble (Android). Project Tremble muuttaa Android-ekosysteemin ohjelmointikoodin runkoa siten, että se erottaa Android-ekosysteemin rungosta laitevalmistajien oman toteutuksen. Tällä saavutetaan se, että aina kun Android-ekosysteemin rungon koodia muokataan, laitevalmistajien ei tarvitse tehdä uudestaan omaan toteutustaan. Tämän ansiosta päivitysten pitäisi saapua laitteiden käyttäjille nopeammin kuin aikaisemmin. (Malchev, 2017). Maaliskuussa 2017 julkistettiin myös Android GO -niminen käyttöjärjestelmä pienimuistisille mobiililaitteille. Se on muokattu versio älymatkapuhelinten Android-käyttöjärjestelmästä, jossa on panostettu etenkin keskusmuistin käytön optimointiin, jotta se toimisi lähtötason halvoilla matkapuhelimilla, joissa on 1 gigatavu tai vähemmän keskusmuistia. (Burke, 2017). Joulukuussa 2017 julkaistiin Android 8.1 Oreo, joka Googlen mukaan tuo Android-ekosysteemiä lähemmäksi heidän näkemystään tekoäly ensiksi -alustasta jokaiselle ja joka paikassa. Tämä saavutetaan tuomalla Android-ekosysteemiin Neutral Networks -niminen ohjelmointirajapinta, joka mahdollistaa laitteistokiihdytetyn koneoppimisen tukemaan koneoppimista ohjelmistoissa. Lisäksi päivitys sisältää ehostatun automaattisen tekstin täytön. (Burke, 2017).

Toukokuussa 2018 Google paljasti Android 9.0 P version Android-ekosysteemistä, ja sen on tarkoitus ilmestyä vuoden 2018 syksyllä. Googlen mukaan Android P laittaa tekoälyn Android-ekosysteemiin ytimeen, sekä keskittyy älykkäisiin ja yksinkertaisiin käyttäjäkokemuksiin. Android P versiossa Android-ekosysteemi saa Adaptive Battery -optimoinnin optimoimaan laitteen akun käyttöä, App Actions -suositustoiminnon, älykkään viestinvastaajan, tekstinluokittelijan, uudenlaisen elepohjaisen käyttöliittymänavigoinnin, tekstisuurennus-pienoisohjelman, ohjelmien taustarajoitukset, parannellun äänen sekä biometrisen tunnistuksen komentokehotteen. (Burke, 2018).

4 ANDROID-EKOSYSTEEMI NYKYPÄIVÄNÄ

Tänä päivänä Android on aivan toisenlainen kuin se oli sen tullessa ensimmäistä kertaa kuluttajien saataville. Teknologia ja maailma ovat muuttuneet. Android-ekosysteemi on levinnyt älypuhelimista taulutietokoneisiin, kelloihin, autoihin, sekä Internet of Things -laitteisiin. Se on ylivoimaisesti maailman myydyin älypuhelin käyttöjärjestelmä (Gartner, 2017). Android-ekosysteemi ei kuitenkaan ole täydellinen, vaan sillä on omat ongelmansa.

Nykyisin Android-ekosysteemin ehkäpä suurin ongelma on sen versioiden hajautuneisuus. Googlen julkistaessa joka vuosi uuden version Android-ekosysteemistä, hajautuneisuus vain kasvaa, sillä tavalliset kuluttajat eivät uusi puhelimiaan vuosittain, eivätkä laitevalmistajat päivitä vanhoja laitteitaan uusiin Android-ekosysteemin versioihin. Tästä seuraa, että Android-ekosysteemin versiokanta hajautuu koko ajan entistä enemmän ja enemmän. Joulukuussa 2017 syksyllä 2016 ilmestynyttä Android 7 Nougat -versiota on versiokannasta vain 20.6% ja maaliskuussa 2017 ilmestynyttä Android 8 Oreo -versiota vain 0.3% (Android Developers, 2017).

Versioiden hajautuneisuus aiheuttaa monenlaisia ongelmia Googlelle, valmistajille, sekä loppukäyttäjille. Näistä suurin ongelma on tietoturva. Uudet versiot ja päivitykset Android-ekosysteemiin korjaavat tietoturva-aukkoja ohjelmistosta, mutta se ei auta vanhoja, päivittämättömiä laitteita, joten nämä laitteet ovat vielä haavoittuvaisia jo uudemmissa laitteissa paikatuille haavoittuvuuksille. Esimerkiksi heinäkuussa 2015 Zimperium zLabs löysi Android-ekosysteemistä Stagefright-nimisen haavoittuvuuden, jolla voidaan multimediamviestin avulla päästä käsiksi muihin puhelimen osiin käyttäjän tietämättä asiasta (Avraham, 2015). Toinen esimerkki Android-ekosysteemin haavoittuvuudesta on Blueborne-nimellä kulkeva haavoittuvuus, jonka Armis Labs löysi vuonna 2017. Sitä hyödyntäen älypuhelin voidaan kaapata Bluetoothin välityksellä. (Seri & Vishnepolsky, 2017)

Tietoturvallisuus on muutenkin suuri ongelma Android-ekosysteemissä, samalla tavalla kuin kaikissa muissakin ekosysteemeissä. Android-ekosysteemissä se on vielä pahempi kuin sen kilpailijoissa, koska se on huomattavasti avoimempi kuin esimerkiksi Applen

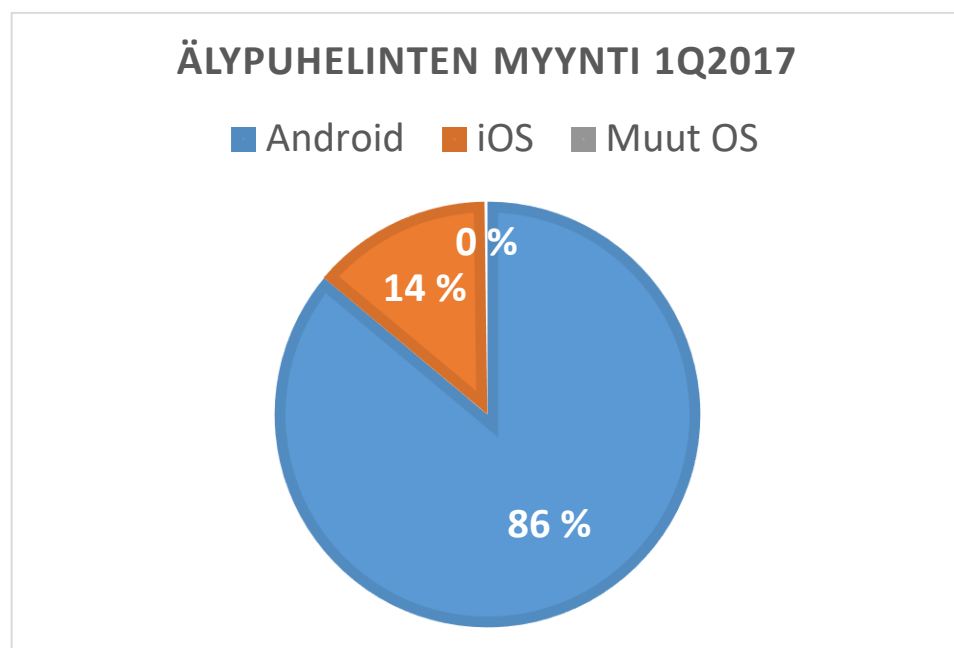
iOS, sallien suuremmat käyttöoikeudet ja mahdollisuudet laitteiden käyttäjille sekä rikollisille. Android-ekosysteemin käyttäjän tulee olla varovainen ladatessaan ohjelmia ja antaessaan käyttö lupia niille, sillä saadessaan haluamansa luvat, ne voivat toimia esimerkiksi näppäimistön kaapparin (keylogger) tai kuvata salaa käyttäjäänsä tämän tietämättä kuvaamisesta. Google Play -sovelluskaupan sovellusseulonta on heikko, ja näin Google Play -sovelluskaupaan voi mahdollisesti päästä myös haitallisia ohjelmia. Lisäksi käyttäjät voivat halutessaan ladata sovelluksia Google Play -sovelluskaupan ulkopuolelta, jolloin niitä ei ole välttämättä tarkastettu ollenkaan ja ne voivat sisältää erilaisia haittaohjelmia.

Android-ekosysteemin hajautuneisuus johtuu monista erilaisista versioista, joita niiden kehittäjät kehittävät omaa tahtiaan. Googlen julkaistaessa uuden version Android-ekosysteemistä, muiden Android-ekosysteemin versioiden kehittäjät alkavat kehittää omia versioitaan tämän pohjalta omille tuetuille laitteilleen. Toinen hajautumista edistävät asia on, että laitevalmistajat lopettavat omien puhelimiensa Android-versioiden kehittämisen yleensä viimeistään noin kaksi vuotta laitteiden ilmestymisestä, eli laitteet saavat yleensä vain noin kaksi suurta Android-ekosysteemin päivitystä. Esimerkiksi Samsung päivittää laitteitaan uusiin Android-ekosysteemin versioihin kaksi kertaa niiden ilmestymisen jälkeen, kun taas Apple päivittää omiin iOS-laitteisiinsa uuden version iOS-käyttöjärjestelmästä kolmesta viiteen kertaan (Ritcher, 2017).

Näiden lisäksi Android-ekosysteemin Linux-käyttöjärjestelmäydin ei ole suunniteltu alun perin käytettäväksi mobiililaitteilla, vaan se on suunniteltu käytettäväksi tietokoneilla. Android-ekosysteemin käyttöjärjestelmä on Linux-käyttöjärjestelmäytimestä muokattu versio, ja sitä voidaan muokata vain tiettyyn pisteeseen asti ennen kuin sen rajoitteet tulevat vastaan mobiililaitteissa.

Ongelmistaan huolimatta Android-ekosysteemi myy hyvin. Vuonna 2017 Android-ekosysteemin kilpailijoita älypuhelinmarkkinoilla ovat muun muassa suomalaisen Apple Inc. iOS, Jolla Oy:n SailfishOS, Samsung Groupin ja Intel Corporationin Tizen, ja Blackberry 10. Näistä Android-ekosysteemin pahin kilpailija on Applen iOS ominaisuuksiltaan sekä myyntimääriltään. Microsoftin Windows 10 Mobile -käyttöjärjestelmän tukeminen lopetettiin vuoden 2017 lokakuussa (Reilly, 2007).

Vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä (1Q2017) myytiin 379 977 300 älypuhelinta, joista jopa 327 163 600 kappaleessa oli käyttöjärjestelmänä Android-ekosysteemi. Vastaavasti samana aikana Applen iOS-käyttöjärjestelmän sisältäviä älypuhelimia myytiin 51 992 500 kappaletta, ja muita käyttöjärjestelmiä sisältäviä älypuhelimia vain 821 200 kappaletta. Nämä luvut tarkoittavat, että kaikista myydyistä älypuhelimista vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä Android-käyttöjärjestelmä löytyi jopa noin 86 prosentista laitteista Applen iOS-käyttöjärjestelmän jäädessä noin 14 prosenttiin. (Statista, 2017)

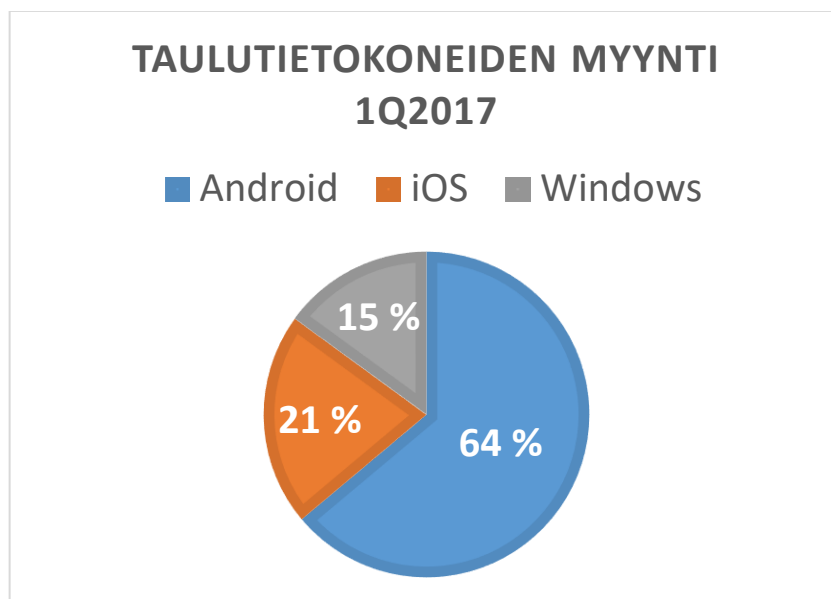


Kaavio 2. Älypuhelimien käyttöjärjestelmien myyntimäärien prosenttiosuudet vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä. (Statista, 2017)

Näihin myyntilukuihin on muutamia erilaisia syitä. Ensimmäinen syy on Android-puhelimien laaja valikoima verrattuna muihin ekosysteemeihin. Tämä johtaa toiseen syyhyn, eli siihen, että Android-käyttöjärjestelmällä varustettuja älypuhelimia löytyy useista eri hintaluokista, toisin kuin Applen iOS-käyttöjärjestelmän sisältämiä älypuhelimet, jotka kaikki ovat kalliimman hintaluokan puhelimia. Näin ollen se on useampien henkilöiden hankittavissa eri puolilla maailmaa, eli myyntikohteita on enemmän ja markkinapotentiaali on suurempi. Kolmas syy on se, että Android-ekosysteemi tukee monia erilaisia laitteistoja eli se ei ole sidottu tiettyihin laitteistoihin. Neljäs syy on se, että Android-ekosysteemi on

avoimen lähdekoodin ohjelmisto, joten kaikki sitä haluavat laitevalmistajat voivat käyttää sitä halutessaan. Käyttäessään Android-ekosysteemiä laitevalmistajat säästävät uuden käyttöjärjestelmän kehityskustannuksissa ja pääsevät mukaan jo valmiiseen ekosysteemiin.

Taulutietokonemarkkinoilla Android-ekosysteemillä ei ole kuin kaksi varteenotettavaa kilpailijaa tällä hetkellä, Applen iOS sekä Microsoftin Windows. Vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä myytiin 26,9 miljoonaa Android-ekosysteemillä varustettua taulutietokonetta. Samaan aikaan Applen iOS-käyttöjärjestelmällä varustettuja taulutietokoneita myytiin 8,9 miljoonaa kappaletta ja Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmällä varustettuja taulutietokoneita 6,3 miljoonaa kappaletta. Nämä luvut tarkoittavat, että kaikista myydyistä taulutietokoneista vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä Android-käyttöjärjestelmä löytyi noin 64 prosentista laitteista, kun taas iOS löytyi noin 21 prosentista laitteista ja Windows noin 15 prosentista laitteista. (Statista, 2018)



Kaavio 3. Taulutietokoneiden käyttöjärjestelmien myyntimäärien prosenttiosuudet vuoden 2017 ensimmäisellä neljänneksellä. (Statista, 2018)

Taulutietokoneiden markkinaosuuksiin vaikuttavat samat asiat kuin älypuhelinmarkkinoilla. Android-ekosysteemillä varustettuja taulutietokoneita löytyy useammalta valmistajalta kuin Windowsilla ja iOS:lla varustettuja taulutietokoneita, ja usein Android taulutietokoneet ovat hinnoiltaan halvempia kuin Windows- ja iOS-taulutietokoneet.

5 ANDROID-EKOSYSTEEMIN TULEVAISUUDENSKENAARIOT

Tulevaisuutta on vaikea ennustaa, mutta sen ennustamiseen kuitenkin löytyy erilaisia menetelmiä. Tulevaisuudentutkimuksen ala on erikoistunut näihin, ja se on kehitellyt monia erilaisia menetelmiä tähän. Tässä työssä tulevaisuuden skenaariota luodaan käyttäen yhdistettyä skenaariomenetelmää. Yhdistetty skenaariomenetelmän perusajatus on luoda uskottavia vaihtoehtoisia kehityspolkuja nykytilanteesta tulevaisuuteen. Ensimmäiseksi tässä menetelmässä saadaan ongelma, joka tulee ratkaista eli tämän työn tapauksessa Android-ekosysteemin mahdolliset tulevaisuudenskenaariot. Menetelmän toisessa vaiheessa kerätään taustatietoa aiheesta, jonka jälkeen luodaan nykytilanteesta poikkeavia tulevaisuudenskenaariota. Menetelmän kolmannessa vaiheessa käydään läpi tuotetut tulevaisuudenskenaariot ja arvioidaan niitä. Neljäs vaihe tässä menetelmässä on raportointi. (Talvela & Stenman, 2012)

Ensimmäinen tällä menetelmällä luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Android-ekosysteemi jatkaa samalla tavalla kuin tänä päivänä pitkälle tulevaisuuteen. Tämä skenaario on tässä opinnäytetyössä luoduista skenaariota ehkä todennäköisin.

Tämänkaltaisen skenaarion syntymiseen on monia mahdollisia syitä. Ensimmäinen mahdollinen syy on Googlen jatkuva Android-ekosysteemin tukeminen ja päivittäminen, joilla se korjaa Android-ekosysteemin ongelmia sekä tuo uusia ominaisuuksia. Toinen mahdollinen syy on uusien kilpailijoiden vaikeus päästä markkinoille. Viimeisten vuosien aikana on esimerkiksi älypuhelimille kehitetty muutamia uusia käyttöjärjestelmiä, mutta suurin osa näistä käyttöjärjestelmistä on jo lopetettu. Esimerkiksi Microsoft lopetti oman älypuhelimien käyttöjärjestelmänsä, Windows Phonen, tukemisen lokakuussa 2017 (Reilly, 2017). Lisäksi esimerkiksi suomalaisen Jolla -yrityksen SailfishOS-käyttöjärjestelmä ei ole ottanut tuulta alleen.

Seuraukset tämänkaltaisesta skenaariosta eivät eroa suuresti tämän hetkisestä tilanteesta. Suurin seuraus on Android-ekosysteemin jatkaminen markkinoiden suurimpana toimijana, eli tilanne pysyy samana kuin nykyisin. Uudet kilpailijat jäävät marginaaliseen markkina-asemaan.

Tämä tulevaisuuden skenaario on todennäköinen, etenkin lyhyellä aikavälillä. Todennäköisesti Google ei lopeta Android-ekosysteemin tukemista, vaan jatkaa sen nykyistä lähestymistapaa, eli jatkuvaa ekosysteemin päivittämistä. Google on korjannut viimeisinä vuosina Android-ekosysteemiä jo vuosia vaivanneita ongelmia, suurimpina korjauksina Project Tremble, jolla yritetään korjata Android-ekosysteemin älypuhelinversioiden hajautuneisuutta, sekä kuukausittaiset tietoturvapäivityksen, joilla yritetään parantavat Android-ekosysteemin tietoturvallisuutta ja vakautta.

Toinen luotu tulevaisuudenskenaario Android-ekosysteemille on skenaario, jossa Google korvaa Android-ekosysteemin kokonaan uudella, sen kehittämällä ekosysteemillä. Tästä on jo olemassa merkkejä, sillä Google kehittää parhaillaan uutta reaaliaikaista käyttöjärjestelmää, joka kulkee nimellä Google Fuchsia. Tämän on arveltu jopa korvaavan Android-ekosysteemin. Fuchsian lähdekoodi on jo kaikkien saatavilla Googlen itsensä jakamana osoitteessa <https://fuchsia.googlesource.com> ja se on ilmainen avoimen lähdekoodin ohjelmisto. Fuchsia ei enää perustu Linux-ytimeen vaan se perustuu Zircon-mikroytimeen. Se on universaali käyttöjärjestelmä, eli se toimii kaikenlaisilla laitteilla, esimerkiksi sulautetuissa järjestelmissä, älypuhelimissa ja taulutietokoneissa.

Android-ekosysteemin korvaamiseen toisella ekosysteemillä voisi olla muutamia mahdollisia syitä. Yksi mahdollisista syistä on radikaali muutos joko teknologiassa tai ohjelmistoissa jonkin uudenlaisen innovaation takia. Uudenlainen innovaatio voi tehdä nopeasti Android-ekosysteemin kaltaisesta ekosysteemistä vanhentuneen, mikäli sitä ei muuteta uuden innovaation suuntaisesti. Toinen mahdollinen syy voisi olla se, että uudenlaisella, täysin uusiksi tehdyllä ekosysteemillä voitaisiin päästä eroon monista Androidin ongelmista, joista on vaikea päästä eroon. Yksi tämänkaltainen ongelma voi olla Android-ekosysteemin ydin, eli Linux-ydin, jota ei ole suunniteltu mobiililaitteille vaan sitä on muokattu toimivaksi erilaisille mobiililaitteille. Google voi myös haluta eroon ulkopuolista toimijoista Android-ekosysteemissä. Google on rakentanut Android-ekosysteemin Oracle Corporation kehittämällä Java-ohjelmointikielellä ja käyttää sen erilaisia ohjelmointirajapintoja. Oracle on haastanut Googlen oikeuteen, koska Oraclen

mielestä Google on rikkonut monia Javaan liittyviä patenteja käyttäessään sitä Android-ekosysteemissä (Krazit, 2010).

Android-ekosysteemin korvaamisessa uudella ekosysteemillä voi kuitenkin ilmetä uusia ongelmia. Suurin ongelma todennäköisesti olisi kuinka kuluttajat saadaan siirrettyä uuden ekosysteemin käyttäjiksi. Käyttäjille tulisi saada myytyä uusi ekosysteemi, jotta he alkaisivat käyttämään tätä. Lisäksi Android-ekosysteemin ajaminen alas olisi hidas prosessi, ja ekosysteemin tukemista pitäisi jatkaa jonkin aikaa suuren laitekannan takia. Mikäli Android-ekosysteemin tukeminen lopetettaisiin liian nopeasti, tämä voisi johtaa negatiiviseen reaktioon Android-ekosysteemin käyttäjissä, mikä taas saattaisi johtaa siihen, että nämä käyttäjät eivät siirrykään Googlen uuteen ekosysteemiin, vaan he siirtyvät johonkin Googlen kilpailijan ekosysteemiin petyttyään Googlen toimintaan eivätkä enää luota Googleen.

Tämän tulevaisuudenskenaarion seurauksena olisi, että Google ensiksi julkaisee kokonaan uuden ekosysteemin. Todennäköisesti Google jatkaisi Android-ekosysteemin tukemista kohtuullisen ajan verran, joka toimisi siirtymäaikana uuteen ekosysteemiin. Tämän ajan loputtua Google todennäköisesti lopettaisi kokonaan Android-ekosysteemin päivittämisen ja tukemisen, joka johtaa Android-ekosysteemin nopeaan vanhentumiseen. Tästä taas seuraa, että kuluttajat hylkäävät Android-ekosysteemin, ja lopulta sen laitekanta laskee mitättömän suuruiseksi. Tämänkaltainen tulevaisuudenskenaario on myöskin erittäin todennäköinen, etenkin pitkällä aikavälillä. Tämänkaltaisesta tulevaisuudenskenaariosta on jo merkkejä ilmassa: Google on jo kehittämässä jo edellä mainittua Fuchsia-ekosysteemiä, joka mahdollisesti voi korvata Android-ekosysteemin. Se voi hyvinkin mahdollisesti korvata Android-ekosysteemin jo lähitulevaisuudessa.

Kolmas luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Android-ekosysteemin tukeminen lopetetaan sen menetettyä markkinaosuutensa. Tämänkaltainen skenaario voi syntyä muutamalla erilaisella tavalla: Google lopettaa innovoimisen olettaessaan olevansa turvassa suuren markkinaosuutensa takia, tai laitemarkkinat muuttuvat radikaalisti, eikä Google reagoi tähän tarpeeksi nopeasti taikka voimakkaasti. Esimerkiksi yksi syy Nokian markkinaosuuden romahtamiseen 2010-luvulla johtui siitä, että Nokia turvautui liikaa markkinaosuuteensa eikä panostanut tarpeeksi uusiin nouseviin trendeihin:

kosketusnäyttöihin ja sovelluskauppaan, joita sen kilpailijat Apple ja Google jo kehittivät. Nokia jatkoi oman Symbian-käyttöliittymänsä kehittämistä, joka ei ollut ohjelmajohdainen käyttöjärjestelmä eikä se ollut suunniteltu käytettäväksi kosketusnäytöllisillä laitteilla. Tämän seurauksen Nokia menetti varsin nopeasti oman markkinaosuutensa näille edellä mainituille kilpailijoille jäädessään teknologian kehityksessä jälkeen näistä. Toinen mahdollinen syy tämänkaltaisen tulevaisuudenskenaarion toteutumiseen voi olla se, että Google alkaa liian ahneeksi Android-ekosysteemillä. Tämä tarkoittaa sitä, että Google alkaa etsimään uusia keinoja suurentamaan tuottojaan Android-ekosysteemin avulla muuttamalla joitakin ominaisuuksia maksullisiksi tai lisäämällä mainoksia ekosysteemin sisälle. Kuluttajat voivat suhtautua tämänkaltaiseen toimintaan negatiivisesti, joka voi johtaa boikotointeihin ja Android-ekosysteemisten laitteiden vaihtamista muihin mahdollisiin laitteisiin, jotka sisältävät jonkin muun ekosysteemin. Kolmas mahdollinen syy tämän tulevaisuudenskenaarion toteutumiseen voi olla se, että markkinoille saapuu uusi markkinoita mullistava innovaatio, johon Google ei reagoi tarkoituksellisesti tai tarkoituksetta. Tällöin Google voi mahdollisesti jäädä kilpailijoistaan jälkeen teknologiankehityksessä, josta voi seurata kyseinen tulevaisuudenskenaario. Tämänkaltaisen mullistus voi esimerkiksi olla jonkinlainen uusi innovaatio, joka muuttaisi täydellisesti tapaa, jolla nykyisin älylaitteita käytetään joko laitteistossa tai ohjelmistossa.

Seurauksena tämänkaltaisesta tulevaisuudenskenaariosta Android-ekosysteemi alkaa hiljalleen menettää markkinaosuuttaan muille markkinatoimijoille, kunnes sen markkinaosuus on lopulta vain marginaalinen. Marginaalisen markkinaosuuden takia Google todennäköisesti joutuisi lopettamaan Android-ekosysteemin päivittämisen ja lopulta tukemisen sen ollessa kannattamatonta liiketoiminnallisesti.

Tulevaisuutta on todella vaikea ennustaa, etenkin pitkällä aikavälillä, mutta tämänkaltaisen tulevaisuudenskenaario vaikuttaa epätodennäköiseltä, sillä Google todennäköisesti ei lopeta innovoimista edes radikaalien teknologiauudistusten tapahtuessa. Esimerkiksi Google kehitti älykelloille suunnatun Android Wear -käyttöjärjestelmän sekä IoT-laitteille tarkoitettun Android Things -käyttöjärjestelmän uusien innovaatioiden seurauksena. Lisäksi mahdollinen markkinaosuuden menettäminen todennäköisesti tapahtuisi hitaasti, mikä

tarkoittaa sitä, että Googlessa olisi aikaa muuttaa Android-ekosysteemin kehityksen suuntaa niin halutessaan.

Neljäs luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Android laajenee yleiskäyttöjärjestelmäksi. Tämä tarkoittaa sitä, että Android-ekosysteemi laajenisi aivan kaikkialle, esimerkiksi jääkaappeihin, WC-pönttöihin, sairaalalaitteisiin, huonekaluihin, työkaluihin ja niin edelleen. Eli siis teknologia yleisestikin leviäsi jokaiseen mahdolliseen paikkaan mihin vain sitä halutaan laittaa.

Mahdollinen syy tämänkaltaisen skenaarion syntymiseen on se, että Internet of Things on tällä hetkellä nosteessa oleva trendi, ja sen laitekannan oletetaan nousevan huomattavasti tulevina vuosina. Tämä tarkoittaa sitä, että potentiaaliset markkinat IoT-laitteille ovat suuret. Käyttökohteiden määrän rajana on vain kehittäjien mielikuviutus. Seurauksena tämänkaltaisesta tulevaisuudenskenaariosta on se, että tietotekniikka leviää kaikkialle IoT-laitteiden ansiosta. Tämä tarkoittaa myös sitä, että kaikki nämä laitteet ovat yhteydessä verkkoon jollakin tavalla. Tämä taas voi lisätä tietoturvariskien yleisyyttä suuresti, mikäli IoT-laitteiden tietoturvaan ei aleta panostamaan enemmän resursseja. Myös bottiverkot voivat lisääntyä, sillä IoT-laitteet ovat otollisia bottiverkkojen luontiin.

Tämänkaltaisen tulevaisuudenskenaario on hyvinkin mahdollinen etenkin pitkällä aikavälillä mutta myös lyhyemmälläkin aikavälillä. Internet of Thing on tällä hetkellä suuresti nouseva trendi, ja se leviää koko ajan uusiin laitteisiin, esimerkiksi pesukoneisiin sekä jääkaappeihin. Tutkimus- ja konsultointiyritys Gartner arvioi, että vuonna 2017 on yli 8,4 miljardia IoT-laitetta maailmassa ja niiden lukumäärä tulee heidän arvion mukaan nousemaan 20,4 miljardiin laitteeseen vuoteen 2020 mennessä (Gartner, 2017). Google todennäköisesti ei kuitenkaan ole ainoa markkinatoimija Internet of Things -laitteiden ekosysteeminä Android-ekosysteemillään, vaan todennäköisesti Google saa kilpailijoita markkina-aseista. IoT on nouseva trendi suurilla potentiaalisilla markkinoilla, joten yritykset ovat halukkaita hakeutumaan tämänkaltaisille markkinoille.

6 YHTEENVETO

Android on Googlen avoimeen lähdekoodiin perustuva ekosysteemi, joka perustuu suomalaisen Linus Torvaldsin Linux-käyttöjärjestelmätimeen. Sen historia alkaa virallisesti vuodesta 2003, kun Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears ja Chris White perustivat Android Inc. nimisen yrityksen tarkoituksenaan kehittää älykkäämpiä mobiililaitteita, jotka olisivat tietoisia niiden omistajien mieltymyksistä sekä sijainnista. Vuonna 2005 Google osti Android Inc. yrityksen 50 miljoonalla Yhdysvaltain dollarilla. Vuonna 2007 Android Inc. julkaisi ensimmäisen Android-käyttöjärjestelmän beta-version, ja tämän jälkeen Android-ekosysteemiä on päivitetty tasaista tahtia, sekä sitä on julkaistu monille erilaisille alustoille: mobiililaitteille, taulutietokoneille, puettaville laitteille, televisioihin, autoihin ja Internet of Things -laitteisiin.

Vuonna 2017 Android on selvästi myydyin käyttöjärjestelmä älypuhelimissa, ja tällä hetkellä sillä on vain yksi varteenotettava kilpailija, Applen iOS. Taulutietokoneiden käyttöjärjestelmissä Android on myös markkinajohtaja, mutta Applen iOS sekä Microsoftin Windows ovat lähempänä sen markkinalukemia. Suurimpina syinä tämänkaltaiseen tilanteeseen ovat muun muassa, että Android-ekosysteemin laitteita löytyy jokaisesta hintaluokasta sekä useampi valmistaja valmistaa Android-ekosysteemin laitteita. Vaikka Android on selvä markkinajohtaja, sillä on myös ongelmia. Suurimpia Android-ekosysteemin ongelmia ovat versioiden hajautuneisuus sekä tietoturva. Versioiden hajautuneisuus entisestään vaan huonontaa Android-ekosysteemin tietoturvaongelmaa.

Tässä opinnäytetyössä Android-ekosysteemille luotiin neljä erilaista tulevaisuudenskenaariota käyttäen hyväksi yhdistettyä skenaariomenetelmää. Ensimmäinen luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Android-ekosysteemi jatkaa samalla tavalla kuin ennenkin, eli Android-ekosysteemi jatkaa markkinajohtajana. Tämä on todennäköisin luoduista skenaariosta, etenkin lyhyellä aikavälillä. Toinen luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Google korvaa Android-ekosysteemin jollakin toisella sen omakehittämällä ekosysteemillä. Tämänkaltaisen tulevaisuudenskenaario on sitä todennäköisempi mitä pidemmälle aika kuluu, sillä teknologia kehittyy nopeaa tahtia. Kolmas luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Google lopettaa Android-

ekosysteemin tukemisen sen menetetty markkinaosuutensa. Tämänkaltainen tulevaisuudenskenaario ei ole kovin todennäköinen, sillä tämänkaltainen skenaario vaatii aikaa toteutuakseen, ja todennäköisesti Google ei anna tämänkaltaisen skenaarion toteutua. Neljäs ja viimeinen luotu tulevaisuudenskenaario on skenaario, jossa Android-ekosysteemi leviää yleiskäyttöjärjestelmäksi, tarkoittaen että se leviää kaikkialle aina jääkaapeista vessanpönttöihin. Skenaario voi olla hyvinkin todennäköinen etenkin pitkällä aikavälillä, sillä Internet of Things on kirjoitushetkellä nouseva trendi.

Android-ekosysteemillä on siis jo takanaan kymmenen vuotta historiaa täynnä uudistuksia sekä uusia aluevaltauksia. Android-ekosysteemin tulevaisuuskin näyttää valoisalta, sillä tässä työssä luoduista tulevaisuudenskenaarioista todennäköisimpiä ovat juuri Android-ekosysteemille suotuisat skenaariot.

LÄHTEET

1. Android. (tuntematon). Android 7.0 Nougat – Made for You. [online] Saatavilla: <https://www.android.com/versions/nougat-7-0/>
2. Android. (tuntematon). Android Robot. [kuva] Saatavilla: https://developer.android.com/images/brand/Android_Robot_200.png
3. Android. (tuntematon). Android TV. [online] Saatavilla: <https://www.android.com/tv/>
4. Android. (tuntematon). Open Wonder – Introducing Android 8.0 Oreo. [online] Saatavilla: <https://www.android.com/versions/oreo-8-0/>
5. Android Developers. (2009). Android 1.1 Version Notes. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-1.1.html>
6. Android Developers. (2009). Android 1.5 Platform Highlights. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-1.5-highlights.html>
7. Android Developers. (2009). Android 1.6 Platform Highlights. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-1.6-highlights.html>
8. Android Developers. (tuntematon). Android 2.0 Platform Highlights. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-2.0-highlights.html>
9. Android Developers. (tuntematon). Android 2.2 Platform Highlights. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-2.2-highlights.html>
10. Android Developers. (tuntematon). Android 6.0 Changes. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/marshmallow/android-6.0-changes.html>
11. Android Developers. (tuntematon). Android 7.0 for Developers. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/nougat/android-7.0.html>
12. Android Developers. (tuntematon). Android Kitkat. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/kitkat.html>
13. Android Developers. (tuntematon). Android Lollipop. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/lollipop.html>

14. Android Developers. (2017). Dashboards. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
15. Android Developers. (tuntematon). Gingerbread. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-2.3-highlights.html>
16. Android Developers. (tuntematon). Honeycomb. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-3.0-highlights.html>
17. Android Developers. (tuntematon). Ice Cream Sandwich. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/android-4.0-highlights.html>
18. Android Developers. (tuntematon). Jelly Bean. [online] Saatavilla: <https://developer.android.com/about/versions/jelly-bean.html>
19. Android Developers Blog. (2008). Announcing the Android 1.0 SDK, release 1. [online] Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2008/09/announcing-android-10-sdk-release-1.html>
20. Android Developers Blog. (2007). This is the Droid You're Looking for. [online] Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2007/11/posted-by-jason-chen-android-advocate.html>
21. Avraham, Z. (2015). Experts Found a Unicorn in the Head of Android. [online] Zimperium. Saatavilla: <https://blog.zimperium.com/experts-found-a-unicorn-in-the-heart-of-android/>
22. Burke, D. (2017). Welcoming Android 8.1 Oreo and Android Oreo (Go edition). [online] Android Developers Blog. Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2017/12/welcoming-android-81-oreo-and-android.html>
23. Burke, D. (2017). What's New in Android: O Developer Preview 2 & More. [online] Android Developers Blog. Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2017/05/whats-new-in-android-o-developer.html>
24. Burke, D. (2018). What's new in Android P Beta. [online] Android Developers Blog. Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2018/05/whats-new-in-android-p-beta.html>
25. Elgin, B. (2005). Google Buys Android for Its Mobile Arsenal. [online] Bloomberg Businessweek. Saatavilla: https://web.archive.org/web/20110205190729/http://www.businessweek.com/technology/content/aug2005/tc20050817_0949_tc024.htm

26. Gartner. (2017). Gartner Says 8.4 Billion Connected “Things” Will Be in Use in 2017, Up to 31 Percent from 2016. [online] Saatavilla: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>
27. Gartner. (2017). Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017. [online] Saatavilla: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3725117>
28. Google Git. (tuntematon). Git repositories on fuchsia. [online] Saatavilla: <https://fuchsia.googlesource.com/>
29. Google Official Blog. (2014). Android dress code: wear what you want. [online] Saatavilla: <https://googleblog.blogspot.fi/2014/12/android-dress-code-wear-what-you-want.html>
30. GNU. (tuntematon). What is free software? [online] Saatavilla: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>
31. Hoi, L. (2017). Android 2.0 is here with new hardware features! [online] Android Developers Blog. Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2017/02/AndroidWear2.html>
32. International Telecommunication Union. (2012). Overview of the Internet of Things. Saatavilla: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-Y.2060-201206-I!!PDF-E&type=items
33. Komonen, O. P. (2017 (tarkista)). Unohtunut käyttöjärjestelmä oli muuttaa maailmaa – ja lopulta tekikin sen. [online] Tivi. Saatavilla: <http://www.tivi.fi/Vinkit/unohtunut-kayttojarjestelma-oli-muuttaa-maailmaa-ja-lopulta-tekikin-sen-6625053>
34. Krazit, T. (2010). Oracle sues Google over Android and Java. [online] CNET. Saatavilla: <https://www.cnet.com/news/oracle-sues-google-over-android-and-java/>
35. LineageOS. (tuntematon). Devices. [online] Saatavilla: <https://wiki.lineageos.org/devices> (28.7.2017)
36. LineageOS. (tuntematon). Stats. [online] Saatavilla: <https://stats.lineageos.org/> (4.12.2017)
37. LinkedIn. (tuntematon). Nick Sears. [online] Saatavilla: <https://www.linkedin.com/in/seriousbiz>

38. Malchev, I. (2017). Here comes Tremble: A modular base for Android. [online] Android Developers Blog. Saatavilla: <https://android-developers.googleblog.com/2017/05/here-comes-treble-modular-base-for.html>
39. Nexus One. (2010). Google Offers New Model for Customers to Buy a Mobile Phone. [online] Saatavilla: <https://sites.google.com/a/pressatgoogle.com/nexusone/press-release>
40. Open Handset Alliance. (2007). Industry Leaders Announce Open Platform for Mobile Devices. [online] Saatavilla: http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html
41. Reilly, C. (2017). Windows 10 Mobile gets its final death sentence. [online] CNET. Saatavilla: <https://www.cnet.com/news/windows-10-mobile-features-hardware-death-sentence-microsoft/>
42. Richter, F. (2017). How Long Does Apple Support Older iPhone Models? [online] Statista. Saatavilla: <https://www.statista.com/chart/5824/ios-iphone-compatibility/>
43. Ritchie, D. M. and Thompson K. (1974). The UNIX Time-Sharing System. Saatavilla: <https://www.bell-labs.com/usr/dmr/www/cacm.pdf>
44. Rubin, A. (2007). Where's my Gphone? [online] Google Official Blog. Saatavilla: <https://googleblog.blogspot.fi/2007/11/wheres-my-gphone.html>
45. Seri, B. ja Vishnepolsky, G. (2017). The dangers of Bluetooth implementations: Unveiling zero day vulnerabilities and security flaws in modern Bluetooth stacks. Saatavilla: <http://go.armis.com/hubfs/BlueBorne%20Technical%20White%20Paper-1.pdf?t=1512676162611>
46. Statista. (2018). Global tablet shipments from 2010 to 2017, by operating system (in million units). [online] Saatavilla: <https://www.statista.com/statistics/273268/worldwide-tablet-sales-by-operating-system-since-2nd-quarter-2010/>
47. Statista. (2017). Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2016 (in million units). [online] Saatavilla: <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>
48. Talvela, J. ja Stenman, K. (2012). Tulevaisuudentutkimuksen menetelmiä. s 25-27

49. Verge Staff. (2011). Android: A visual history. [online] Verge. Saatavilla: <https://www.theverge.com/2011/12/7/2585779/android-history>

LIITE 1. Android-ekosysteemin aikajana

