

**Erkko Mäkinen**

# **Äänipalautetyökalun suunnittelu, toteutus ja evaluointi**

Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

7. marraskuuta 2019

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

**Tekijä:** Erkki Mäkinen

**Yhteystiedot:** erkko.e.makinen@student.jyu.fi

**Ohjaaja:** Anneli Heimbürger ja Ville Isomöttönen

**Työn nimi:** Äänipalautetyökalun suunnittelu, toteutus ja evaluointi

**Title in English:** Design, implementation and evaluation of recorded audio feedback -tool

**Työ:** Pro gradu -tutkielma

**Opintosuunta:** Ohjelmistotekniikka

**Sivumäärä:** 57+1

**Tiivistelmä:** Palaute on yksi merkittävimmistä yksittäisistä tekijöistä oppimisen kannalta, ja sen tulisi olla ajankohtaista, ymmärrettävää ja oppilaan hyödynnettävissä. Äänipalaute on todettu tehokkaaksi palautemuodoksi tekstimuotoisen palautteen ohella, ja sen suosio on kasvanut opetuskäytössä vuosien varrella. Se on muun muassa yksityiskohtaisempaa, ymmärrettävämpää ja henkilökohtaisempaa, kuin tekstimuotoinen palaute, sekä suhtautuminen sen antamiseen ja vastaanottamiseen on yleisesti positiivista. Äänipalautteen antaminen koostuu palautteen nauhoittamisesta ja sen jakamisesta, jotka voidaan suorittaa usein eri tavoin. Tässä suunnittelututkimuksessa suunniteltiin ja toteutettiin äänipalautteen antamiseen suunnattu web-pohjainen työkalu, jota evaluoimalla selvitettiin, voidaanko äänipalautteen antamista helpottaa entisestään tai voidaanko suhtautumista sen antamiseen muuttaa. Työkalun suunnittelussa ja toteutuksessa hyödynnettiin Nielsenin heuristiikkoja sekä Gestaltin hahmoleikeja, ja osa ratkaisuista päätettiin yhteistyössä äänipalautetta opetuksessaan hyödyntäneiden pro gradu -ohjaajien kanssa. Työkalun evaluointi suoritettiin kahdessa iteraatiossa, joista ensimmäiseen osallistui kaksi koehenkilöä. Ensimmäisen evaluoinnin pohjalta työkaluun tehtiin parannuksia ja lisäominaisuuksia, jonka jälkeen suoritettiin toinen evaluointi neljän koehenkilön toimesta. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että...

**Avainsanat:** suunnittelututkimus, äänipalaute, työkalu, audio-ohjelmisto, palautemuoto, heuristiikat, oppimisympäristö

**Abstract:** ...

**Keywords:** design science, recorded audio feedback, tool, audio-software, feedback form, heuristics, virtual learning environment

## **Kuviot**

Kuvio 1. ....	13
Kuvio 2. ....	22
Kuvio 3. ....	32
Kuvio 4. ....	33
Kuvio 5. ....	34

## **Taulukot**

Taulukko 1. Yhteenveto evaluoinnista.....	21
Taulukko 2. Ei meinaa sisältö mahtua. pitäisikö kukin heuristiikoista olla ala-otsikkoina? .....	28
Taulukko 3. Yhteenveto evaluoinnin huomioista ja jatkotoimenpiteistä .....	41

# Sisältö

1	JOHDANTO .....	1
2	ÄÄNIPALAUTE .....	3
2.1	Yleistä palautteenannosta ja äänipalautteesta .....	3
2.2	Äänipalautteen hyviä ja huonoja puolia .....	5
2.3	Äänipalautteen antaminen .....	8
3	TUTKIMUSMENETELMÄ .....	11
3.1	Suunnittelututkimuksen syklit .....	12
3.1.1	Relevanssisykli.....	13
3.1.2	täsmällisyys sykli.....	14
3.1.3	Suunnittelusykli.....	16
3.2	Artefaktin evaluointi .....	17
3.2.1	evaluoinnin kriteerit .....	17
3.2.2	Artefaktin evaluointimenetelmät .....	19
4	TYÖKALUN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....	23
4.1	Tekniset toteutusratkaisut .....	23
4.2	Hyödynnetyt käytettävyyssperiaatteet .....	24
4.2.1	Gestaltin hahmolait .....	25
4.2.2	Nielsenin heuristiikat .....	26
4.3	Käyttöliittymä .....	27
4.4	Perustoiminnot .....	33
4.4.1	Record .....	33
4.4.2	Insert Record .....	34
4.4.3	Play .....	34
4.4.4	Preview .....	35
4.4.5	Split.....	35
4.4.6	Delete.....	35
4.5	Erikoistoiminnot.....	35
4.5.1	Start New .....	36
4.5.2	Import .....	36
4.5.3	Save.....	36
5	EVALUOINNIN TULOKSET .....	37
5.1	Ensimmäinen iteraatio .....	37
5.1.1	tulokset .....	37
5.1.2	jatkotoimenpiteet .....	39
5.2	Toinen iteraatio .....	41
5.2.1	Tulokset .....	41
5.2.2	Jatkotoimenpiteet .....	44
6	POHDINTA .....	45

LÄHTEET .....	48
LIITTEET.....	52
A    Ensimmäisen iteraation kyselylomake .....	52

# 1 Johdanto

Palautteenanto on erittäin tärkeä osa opetusta, jotta opiskelijat tietäisivät missä asioissa he ovat suoriutuneet hyvin ja missä heillä olisi vielä kehittämisen varaa. Se voidaan suorittaa usein eri tavoin, ja siinä voidaan hyödyntää erilaisia palautemuotoja, joista kullakin on omat hyvät ja huonot puolensa. Äänipalautteen (engl. Recorded Audio Feedback, RAF) hyödyntäminen opetuskäytössä on yleistynyt lähivuosina, erityisesti verkko-oppimisen parissa, jossa suoraa kontaktia opettajaan tai muihin opiskelijoihin ei välttämättä ole lainkaan. Se on validi palautemuoto tekstimuotoisen palautteen ohella, etenkin kun opiskelu muuttuu vuosi vuodelta yhä teknologia-avusteisemmaksi, on tilanteeseen mukauduttava myös palautteenannon kannalta, jotta palaute olisi mahdollisimman tehokasta.

Tämän hetkisten tutkimusten perusteella voidaan sanoa, että äänipalaute koetaan yleisesti positiivisena sekä opettajien että oppilaiden keskuudessa. Äänipalautetta pystytään antamaan nopeasti, se on tekstimuotoista yksityiskohtaisempaa ja selkeämpää, sekä asiat voidaan käsitellä keskustelunomaisesti vaikeasti ymmärrettävän akateemisen kielen sijaan (Hennessy ja Forrester 2014). Lisäksi äänensävyllä voidaan korostaa ja helpottaa palautteen tulkitsemista ja palautteen kuuleminen lukemisen sijaan tuntuu henkilökohtaisemmalta, mikä vaikuttaa positiivisesti oppimiseen (Merry ja Orsmond 2008). Äänipalaute toimii parhaiten täydentävänä tai vaihtoehtoisena palautemuotona tekstimuotoisen palautteen ohella, ja se soveltuu erityisesti kirjoitustehtäviin. Tarkkuutta vaativiin tehtäviin kuitenkin soveltuu paremmin tekstimuotoinen palaute (Heimbürger ym. 2018). Opiskelijoiden mukaan äänipalaute tukee oppimista parhaiten siten, että palautteen pääkohdat ovat kirjattu tekstimuotoisena sähköpostiin ja yksityiskohtaisemmat perustelut niitä koskien äänipalautteeseen (Heimbürger 2018).

Vaikka äänipalautteella on tutkittu olevan selkeitä etuja tekstimuotoiseen palautteeseen nähden, se asettaa tiettyjä teknisiä vaatimuksia sekä opettajille että oppilaille, jotka voivat johtaa jopa palautemuodon poissulkemiseen (Hennessy ja Forrester 2014). Äänipalautteen nauhoittaminen ja jakaminen voidaan suorittaa useilla eri työkaluilla ja alustoilla, mutta audio-ohjelmistot sisältävät yleensä paljon epäolennaisia toiminnallisuuksia, jotka voivat vaikeuttaa niiden oppimista ja käyttämistä. Toisaalta osa työkaluista taas mahdollistaa ainoastaan palautteen nauhoittamisen, jolloin virheen sattuessa nauhoitusprosessi on aloitettava alusta.

Erilaiset alkukömpelyydestä johtuvat seikat voivat turhauttaa opettajaa, jonka seurauksena kokemus äänipalautteen antamisesta voi kärsiä (Cavanaugh ja Song 2014).

Tämän suunnittelututkimuksen tavoitteena on suunnitella, kehittää ja evaluoida äänipalautteen antamiseen tarkoitettu prototyyppi-työkalu, joka mahdollistaa äänileikkeiden nauhoittamisen ja editoimisen mahdollisimman helposti. Tutkimus suoritetaan kahdessa iteraatiossa, jotka molemmat koostuvat työkalun suunnittelusta, kehittämisestä ja evaluoinnista. Evaluointi suoritetaan ensimmäisessä iteraatiossa kahden koehenkilön toimesta, ja toisessa iteraatiossa neljän koehenkilön toimesta. Koehenkilöillä on aiempaa kokemusta äänipalautteen antamista, joten he voivat verrata työkalun käyttöä aiempiin kokemuksiinsa. Tutkimuksen pääpaino on työkalun evaluoinnissa, jossa koehenkilöiden tulee käyttää äänipalautetyökalua autenttisessa tilanteessa, ja vastata lomakkeella esitettyihin kysymyksiin työkalua koskien. Tulosten perusteella pyritään vastaamaan kahteen tutkimuskysymykseen:

- Helpottaako äänipalautetyökalu äänipalautteen antamista entuudestaan?
- Muuttaako äänipalautetyökalun käyttö suhtautumista äänipalautteen antamiseen?

Luvussa 1 käydään läpi tarkemmin suunnittelututkimuksen eri vaiheita, ja kuinka tutkimus kokonaisuudessaan toteutetaan. Luku 2 käsittelee palautteenantoa ja äänipalautetta yleisesti, äänipalautteen hyviä ja huonoja puolia sekä äänipalautteen antamista opettajan näkökulmasta. Luvussa 3 editetään äänipalautetyökalun tekniset toteutusratkaisut, suunnitteluun vaikuttaneet käytettävyyshauristiikat, käyttöliittymä sekä työkalun eri toiminnot. 4 Luku koostuu kahden iteraation tuloksista, ja niiden pohjalta määritetyistä jatkotoimenpiteistä. Luvussa 5 esitetään yhteenveto tutkimuksen tuloksista, ja pohditaan onko työkalun toteuttaminen kokoversiona kannattavaa ja/tai mahdollista.



## 2 Äänipalaute

### 2.1 Yleistä palautteenannosta ja äänipalautteesta

Palautteenanto on tärkeä osa arviointiprosessia, jonka vaikutusta voidaan pitää yksittäisistä tekijöistä merkittävimpänä oppimisen edistäjänä (Gibbs ja Simpson 2005). Palaute voi olla joko formatiivista tai summatiivista riippuen arvioinnin funktiosta. Formatiiivinen arviointi suoritetaan oppimisen aikana, ja sen tarkoituksena on arvioida, kuinka hyvin oppimista on tapahtunut ja missä asioissa on vielä parantamisen varaa. Summatiivinen arviointi taas suoritetaan oppimisen jälkeen, ja oppilaan osaamisen tasoa verrataan siihen, mitä hänen tulisi osata tietyn standardin mukaan (Biggs 2011). Palautteenannossa erityisen tärkeää on palautteen tehokkuus, jotta oppimista tapahtuisi mahdollisimman paljon. Gibbsein ja Simpsonin (Gibbs ja Simpson 2005) mukaan tehokkaan palautteen tulisi olla ymmärrettävää, ajankohtaista ja sen tulisi olla hyödynnettävissä oppilaan tulevissa opinnoissa. Palautteenantoon liittyy kuitenkin tiettyjä haasteita, jotka on Biggsein ym. (Biggs 2011) mukaan havaittavissa oppilaiden tyytymättömyytenä palautteeseen globaalilla tasolla useiden tutkimusten pohjalta. Lisäksi, koska palautteenannossa on kaksi osapuolta, oppilas ei välttämättä tulkitse palautetta opettajan tarkoittamalla tavalla (Sadler 2010). Edellä mainituista syistä onkin tärkeää tutkia palautteenantoa yleisesti sekä erilaisia palautemuotoja ja niiden välisiä suhteita.

Äänipalaute (engl. Recorded Audio Feedback) voidaan määritellä tätä nykyä digitaaliseksi äänitiedostoksi, joka sisältää formatiivisen tai summatiivisen verbaalisen palautteen ohjaajalta oppilaalle (Hennessy ja Forrester 2014). Äänipalaute ei kuitenkaan ole uusi palautemuoto, sillä sitä on hyödynnetty jo kasettinauhureiden aikakautena etäopetuksessa pienimuotoisesti (Hennessy ja Forrester 2014). Teknologiaa hyödynnetään opetuskäytössä yhä enemmän ja enemmän, ja useiden tutkimusten mukaan sen avulla voidaan tehostaa palautteenantoa usein eri tavoin. Se esimerkiksi tarjoaa oppilaille joustavuutta, sillä digitaaliseen palautteeseen voi perehtyä haluamanaan ajankohtana omassa rauhassa, ja sen hyödyntäminen myös myöhempinä ajankohtina onnistuu helposti, kun taas esimerkiksi paperi voi vahingoittua tai kadota (Hepplestone ym. 2011). Oppilasmäärien kasvaminen sekä verkko-opetuksen laajempi hyödyntäminen tuo toisaalta uusia haasteita opetukseen, sillä opettajien ja oppilaiden

välinen suora kontakti vähenee entisestään (Cann 2014). Äänipalaute koetaan henkilökohtaisempana kuin tekstimuotoinen palaute (McCarthy ym. 2015), joten se voi olla yksi ratkaisu oppilaan ja opettajan välisen kuilun kaventajana. Teknologian kehittymisen ansiosta myös koulutus on kansainvälisempää kuin ennen, joten kulttuurilliset erot on otettava opetuksessa huomioon. Heimbürgerin ja Isomöttösen (Heimbürger ja Isomöttönen 2017) mukaan äänipalautteen avulla saatetaan myös pystyä hillitsemään kulttuurillisten ulottuvuuksien vaikutuksia, mutta aihe vaatii vielä jatkotutkimusta.

Teknologisesta kehityksestä huolimatta, äänipalaute ei ole niin laajamittaisessa käytössä kun se voisi olla, vaikka se on useiden tutkimusten mukaan on validi palautemuoto (Cann 2014). Vuonna 2008, palautteenantoa koskevan tutkimuksen mukaan, 85% tutkimukseen osallistuvista opettajista antoi palautteensa tekstimuotoisena (Chang ym. 2012). Prosenttiosuus voi olla hieman eri tämän tutkimuksen tekohetkellä, mutta voidaan silti olettaa, että suurin osa palautteesta toimitetaan oppilaille edelleen tekstimuotoisena. Palautteenantoa kasvotusten pidetään tehokkaimpana keinona oppimisen kannalta, mutta se on erittäin työlästä ja oppilas ei välttämättä muista kaikkia keskustelussa käytyjä asioita (Ryan, Henderson ja Phillips 2019). Äänipalaute on palautemuoto, joka sijoittuu tekstimuotoisen ja kasvotusten tapahtuvan palautteenannon välille, yhdistellen näiden molempien palautemuotojen ominaisuuksia. Seuraava luku käsittelee tarkemmin äänipalautteen hyviä ja huonoja puolia sekä opettajan että oppilaan kannalta.

Useiden tutkimusten mukaan äänipalaute soveltuu parhaiten kirjoitustehtäviin (Heimbürger ym. 2018; Cann 2014; Heimbürger 2018), kun taas tarkkuutta vaativaan palautteeseen, kuten esimerkiksi matemaattiikkaan ja ohjelmointiin liittyviin tehtäviin, soveltuu paremmin tekstimuotoinen palaute, sillä informaatio voidaan ilmaista kirjoitettuna täsmällisemmin (Heimbürger ym. 2018). Äänipalautteen soveltuvuuteen vaikuttaa tehtävätyypin lisäksi myös opiskelijan koulutustaso ja edistyminen opinnoissa. Heimbürgerin (Heimbürger 2018) mukaan äänipalaute soveltuu parhaiten maisteri- ja tohtoriopiskelijoille, joilla on jo hallussa akateemisen opiskelun perusteet. Hennessyn ja Forresterin (Hennessy ja Forrester 2014) mukaan äänipalaute taas soveltuu sekä alottaneille että valmistuneille korkeakouluopiskelijoille, mutta palautteenannossa on otettava huomioon opintojen taso, sillä eri vaiheissa olevat opiskelijat suhtautuvat äänipalautteeseen eri tavoin.

Äänipalautetta voidaan käyttää useisiin eri tarkoituksiin, ja Heimbürger (Heimbürger 2018) jaottelee äänipalautteen Sternin ja Salmonin (Stern ja Solomon 2006) kategorisointia hyödyntäen globaalin-, keski-, mikro- ja meta-tason äänipalautteeseen. Äänipalautteen on havaittu keskittyvän usein tehtävän globaaleihin seikkoihin, kun taas kirjoitettu palaute sisältää usein mikro-tasoista, eli kielioppia ja oikeinkirjoitusta koskevaa palautetta (Cavanaugh ja Song 2014). Tekstimuotoista palautetta pidetäänkin äänipalautetta tehokkaampana mikro-tason palautteenannossa (Ice ym. 2010). Eri palaute-tasojen lisäksi on oleellista mihin asioihin opettaja palautteessa keskittyy. Merry ja Osmond (Merry ja Orsmond 2008) havaitsivat, että äänipalaute sisältää enemmän oppimista tukevia kommentteja, kun taas tekstimuotoinen palaute sisältää enemmän kehukommentteja, jotka eivät ole oppimisen kannalta merkittäviä.

Tutkimustulokset osoittavat, että äänipalaute toimii parhaiten täydentävänä tai vaihtoehtoisena palautemuotona esimerkiksi tekstimuotoisen palautteen ohella (Heimbürger ym. 2018; Ryan, Henderson ja Phillips 2019; Ice ym. 2010). Useiden palautemuotojen hyödyntäminen on kannattavaa myös siitä syystä, että näin voidaan välttää yksittäisen palautemuodon puutteellisuudet, ja tehdä palautteenannosta mahdollisimman tehokasta ja mielekästä (Ryan, Henderson ja Phillips 2019). Lisäksi koska oppilailla on laaja skaala erilaisia oppimistyyylejä ja preferenssejä, erilaisten palautemuotojen hyödyntäminen opetuksessa voi olla kannattavaa (Johnson ja Cooke 2014). Palautemuotoa valitessaan opettajan tulisi myös huomioida erilaiset rajoitteet, kuten kuulo- tai näkövammat (McCarthy ym. 2015).

## **2.2 Äänipalautteen hyviä ja huonoja puolia**

Äänipalautteella on useita hyötyjä tekstimuotoiseen palautteeseen nähden, sekä yleinen suhtautuminen sitä kohtaan on positiivista sekä opettajien että oppilaiden keskuudessa. Yksi äänipalautteen merkittävimmistä eduista on se, että palaute on puhuttuna yksityiskohtaisempaa, kuin kirjoitettuna, sillä se sisältää usein enemmän informaatiota (Merry ja Orsmond 2008). Äänipalaute on myös selkeää ja helposti ymmärrettävää, sillä asiat voidaan ilmaista keskustelunomaisesti, jolloin akateemisen kielen ja monimutkaisen sanaston käyttäminen on vähäisempää. Tekstimuotoisen palautteen ymmärrettävyyteen vaikuttavat negatiivisesti usein myös käsikirjoituksesta johtuvat epäselvyydet tai huono käsiala, jotka voivat hidastaa palautteen tulkitsemista huomattavasti (Hennessy ja Forrester 2014).

Äänenkäytöllä on palautteen yksityiskohtaisuuden ja ymmärrettävyyden lisäksi monia muita positiivisia vaikutuksia. Oppilaat kokevat äänipalautteen henkilökohtaisemmaksi, kuin tekstimuotoisen palautteen, mikä on ainutlaatuinen etu erityisesti etäopetuksessa, jossa oppilailla ei ole mahdollisuutta vuorovaikuttaa kasvotusten opettajan kanssa (Heimbürger 2018; Ryder ja Davis 2016). Lisäksi oppilaat kokevat, että opettaja on nähnyt vaivaa äänipalautteen eteen, ja osaavat arvostaa sitä eri tavalla kuin tekstimuotoista palautetta (Chew 2014). Äänensävyllä on myös selvä vaikutus äänipalautteen tulkitsemiseen, sillä se esimerkiksi helpottaa palautteen ymmärtämistä ja poimimaan palautteesta kaikista tärkeimmän asiat (Merry ja Orsmond 2008). Heimbürgerin ja Isomöttösen (Heimbürger ja Isomöttönen 2017) laatiman tutkimuksen mukaan enemmistö äänipalautetta vastaanottavista opiskelijoista tahtoi palautteessa käytettävän henkilökohtaista äänensävyä, joka sisältää runsaasti erilaisia nyansseja, muodollisen tai neutraalin äänensävyn sijaan. Äänenkäyttöön liittyy kuitenkin myös tiettyjä ristiriitoja sekä opettajien että oppilaiden osalta. Cavanaughin ja Songin (Cavanaugh ja Song 2014) toteuttamassa tutkimuksessa eräs opettaja koki kritiikin antamisen helpommaksi, sillä kritiikin pystyi perustelemaan paremmin, mutta toisaalta Heimbürgerin ym. (Heimbürger ym. 2018) toteuttamassa tutkimuksessa eräs opettajista koki kritiikin antamisen rajuksi, ja halusi nähdä oppilaan kasvotusten ennen äänipalautteen antamista. Myös osa oppilaista kokee kritiikin kuuntelemisen rajuna, mutta kyse on selkeästi vähemmistöstä (Eckhouse ja Carroll 2013).

Palautteen vastaanottaminen äänitteen kautta koetaan mielenkiintoisemmaksi ja miellyttävämmäksi, kuin palautteen lukeminen tekstimuotoisena (Chew 2014). Merryn ja Osmordin (Merry ja Orsmond 2008) äänipalautetta koskevan tutkimuksen mukaan, enemmistö opiskelijoista kuunteli äänipalautteen useammin, kuin kerran, tehden alkuperäiseen tehtävään muutoksia palautetta kuunnellessaan, mikä merkitsee formatiivisen oppimisprosessin toteutumisesta. Myös Hennesyn ja Forresterin (Merry ja Orsmond 2008) mukaan oppilaat kuuntelivat äänipalautteen todennäköisemmin useaan kertaan, mutta edellä mainitusta tutkimuksesta poiketen, osa oppilaista ei ollut mielissään formatiivisesta palautteesta aiheutuvasta lisätyöstä. Äänipalautteella on havaittu myös muita positiivisia vaikutuksia oppilaiden käytökseen, kuten se, että oppilaat palaavat todennäköisemmin äänipalautteen pariin suoriutuakseen myöhemmässä tehtävässä paremmin (Eckhouse ja Carroll 2013).

Yksi äänipalautteen merkittävä eduista opettajan näkökulmasta on se, että palautteen ilmai-

seminen puhuttuna on nopeampaa, kuin kirjoitettuna. Luntin ja Curranin (Lunt ja Curran 2010) mukaan minuutti puhetta vastaa noin kuutta minuuttia kirjoittamista, mikä on merkittävä ero ajansäästön kannalta. Suurin osa kirjallisuudesta tukee äänipalautteen olevan nopeampi tapa antaa palautetta, kuin kirjoitettuna, mutta mukaan mahtuu myös poikkeuksia. Esimerkiksi Cannin (Cann 2014), Cavanaughin ja Songin (Cavanaugh ja Song 2014) mukaan äänipalautteen antaminen säästää aikaa ainoastaan kun sitä käytetään tekstimuotoisten kommenttien korvaajana. On otettava kuitenkin huomioon, että äänipalautteen antaminen on aluksi hitaampaa, jos opettajalla ei ole aiempaa kokemusta sen hyödyntämisessä opetuksessaan. Heimbürgerin, isomöttösen, Niemisen ja Kedon (Heimbürger ym. 2018) toteuttamassa tutkimuksessa opettajilta kului aluksi äänipalautteen antamiseen enemmän aikaa, kuin tekstimuotoiseen palautteenantoon, mutta lopulta prosessin opittuaan aikaa säästyi jopa 50%, ja opettajat kokivat, että kognitiivinen ja fyysinen kuorma väheni entuudestaan. Alun teknologiset haasteet voivatkin olla yksi syy sille, ettei äänipalaute ole laajamittaisessa käytössä. Äänipalautteen antamisessa on myös otettava huomioon se, että vaikka palautteen nauhoittaminen on nopeaa, palautteen jakaminen oppilaille voi olla aikaa vievää riippuen käytettävästä menetelmästä (Cann 2014).

Äänipalautteen yksi rajoitteista on visuaalisuuden puute, josta aiheutuu tiettyjä haasteita. Palautteesta voi olla vaikea hahmottaa mihin tehtävän ongelmaan palautteenantaja milläkin hetkellä viittaa (Cavanaugh ja Song 2014), ja palautteen tiettyihin seikkoihin palaaminen myöhempinä ajankohtina vaatii palautteen kuuntelemisen uudestaan, ellei siitä ole kirjattu erillisiä muistiinpanoja (McCarthy ym. 2015). Äänileikkeiden upottaminen tekstidokumentteihin tai ongelmakohdan selkeä osoittaminen suullisesti helpottavat palautteessa käsiteltävän osion paikantamista. Heimbürgerin ja Isomöttösen (Heimbürger ja Isomöttönen 2017) toteuttaman tutkimuksen mukaan oppilaat olivat sitä mieltä, että äänipalautteen pääkohdat tulisi lähettää tekstimuotoisena sähköpostitse äänitteen ohella. Tämä on yksi ratkaisu palautteen sisällön ja kokonaisuuden hahmottamiseen ja helpottaa siihen palaamista myöhempinä ajankohtina. Äänipalautetta vastaanottaessa on myös oleellista, että oppilaalla on mahdollisuus läpikäydä omaa työtään äänitettä kuunneltaessa, jotta palaute olisi mahdollisimman merkityksellistä (Trimingham ja Simmons 2009).

Äänipalautteen antaminen asettaa tiettyjä teknologisia vaatimuksia ja rajoitteita sekä opet-

tajalle että oppilaalle, mikä voi joissain tapauksissa johtaa jopa palautemuodon poissulke-  
miseen (Hennessy ja Forrester 2014). Opettajalla ja oppilailla täytyy olla laitteisto äänipa-  
lautteen antamiseen, sekä palautteen nauhoittaminen ja jakaminen jonkin kanavan kautta  
oppilaille vaatii tietynlaista teknistä osaamista mentelmistä riippuen. Äänipalautteen nau-  
hoittaminen vaatii myös hiljaisen huoneen, jotta äänipalaute olisi mahdollisimman selkeä,  
eikä taustamelu kuuluisi äänitteessä. Työhuone kuitenkin ei välttämättä ole aina mieluinen  
paikka äänipalautteen nauhoittamiselle, sillä Heimbürgerin ym. (Heimbürger ym. 2018) mu-  
kaan osalla opettajista äänenkäyttöön nostatti negatiivisia tunteita heidän istuessaan ja  
puhuessaan yksin työhuoneessaan.

## **2.3 Äänipalautteen antaminen**

Äänipalautetta voidaan antaa usein eri tavoin, ja opettajan on aluksi päätettävä mitä menetel-  
miä hän hyödyntää sen nauhoittamiseen ja jakamiseen. Palaute voidaan nauhoittaa yksittäi-  
seksi äänitiedostoksi erillisellä ohjelmistolla, tai oppilaan palauttamaan elektroniseen doku-  
mentiin voidaan upottaa useita pieniä äänileikkeitä haluttuihin kohtiin. Lisäksi useat oppi-  
misympäristöt mahdollistavat äänipalautteen antamisen, ja niiden kautta äänipalaute voidaan  
jakaa suoraan oppilaille (Heimbürger 2018).

Upotettujen äänileikkeiden nauhoituksessa suosituimmat sovellukset lienee Microsoft Word  
sekä Acrobat Reader ja yksittäisten äänitiedostojen nauhoituksessa ilmainen, avoimeen läh-  
dekoodiin pohjautuva Audacity. Edellä mainitut ohjelmistot esiintyvät lukuisissa äänipa-  
lautteen antamista koskevissa tutkimuksissa (Heimbürger 2018; Ice ym. 2010; Middleton  
ja Nortcliffe 2010; McCarthy ym. 2015; Lunt ja Curran 2010; Cann 2014; Heimbürger  
ym. 2018; Merry ja Orsmond 2008; Cavanaugh ja Song 2014), johtuen luultavasti siitä, et-  
tä ne ovat ilmaisia ja/tai ne ovat asennettuna useimpiin tieokoneisiin. McCarthy (McCart-  
hy ym. 2015) on tutkimuksessaan Audacityn lisäksi arvioinut äänipalautteen antamisessa  
RecordPad ja Adobe Audition ohjelmistoja, mutta Audacity osottautui näistä selkeästi par-  
haaksi vaihtoehdoksi, sillä se on muista vaihtoehdoista poiketen ilmainen, tarjoten kuitenkin  
yhtä kattavat tekniset ominaisuudet. On huomioitava, että useimmat audio-ohjelmistot sisäl-  
tävät runsaasti erilaisia toiminnallisuuksia, jotka ovat epäolennaisia äänipalautteen antami-  
sen kannalta. Tämä taas vaikuttaa käyttöliittymän monimutkaisuuteen, sekä vaikeuttaa sen

oppimista, käyttämistä ja muistamista.

Äänipalautteen nauhoittamisen ja tiedoston luomisen lisäksi valmis äänipalaute on jaettava oppilaalle tiettyä menetelmää hyödyntäen. Vaikka äänipalaute on tekstimuotoista palautetta nopeampi tuottaa, on jakaminen siihen verrattuna usein hitaampaa (McCarthy ym. 2015). Äänipalautteessa tiedostokoko on yksi jakamiseen liittyvistä haasteista, johon kuitenkin löytyy erilaisia ratkaisuja. Tehokkain tapa jakaa nauhoitettu äänipalaute on oppimisympäristön kautta, joissa tiedostokoko ei ole sähköpostin tapaan ongelma, ja josta oppilaat keräävät palautteensa mielellään (Lunt ja Curran 2010). Lisäksi koska osa oppimisympäristöistä tukee äänipalautteen nauhoittamista (Heimbürger 2018), palautteenanto voidaan suorittaa kokonaisuudessaan samaa alustaa hyödyntäen.

Oppimisympäristöjä hyödynnetään ainoastaan osalla kursseista, joten usein äänipalaute joudutaan jakamaan oppilaille muin keinoin. Yksi useissa tutkimuksissa hyödynnetty menetelmä on äänipalautteen jakaminen sähköpostin liitetiedostona, mutta tällöin ongelmaksi voi koitua suuri tiedostokoko, joka täyttää oppilaiden sähköpostin tallennustilan nopeasti (Hennesy ja Forrester 2014), tai ylittää sähköpostin liitetiedoston suurimman sallitun tiedostokoon (Cavanaugh ja Song 2014). Nauhoittaessa erillisillä audio-ohjelmilla tiedostokoko tulisi minimoida erilaisin tavoin, kuten nauhoittamalla palaute monona stereon sijaan, säätämällä näytteenottotaajuutta sopivaksi (Eckhouse ja Carroll 2013) sekä valitsemalla tiedostomuotoon pakkaavan vaihtoehdon, esimerkiksi mp3:n. Kaikki edellä mainitut säädöt eivät toki ole välttämättömiä, mutta ne tekevät tiedostokoosta mahdollisimman pienen, mikä helpottaa ja nopeuttaa äänipalautteen jakamista.

Äänipalaute voidaan jakaa oppilaille myös pilvitallennuspalveluiden, kuten SoundCloudin tai DropBoxin kautta. Osa palveluista, kuten SoundCloud mahdollistavat nauhoittamisen suoraan palvelussa, mutta muussa tapauksessa erillisellä työkalulla nauhoitettu äänitiedosto ladataan pilvipalvelun palvelimelle, johon päästään käsiksi verkosta tietyn linkin kautta. Linkki voidaan sitten jakaa oppilaille esimerkiksi sähköpostin kautta, jolloin tiedostokokoa koskevat rajoitteet eivät ole esteenä. Pilvitallennuspalveluilla on tiettyjä etuja ja haasteita, jotka vaihtelevat palvelusta toiseen, ja osa niistä tarjoaa palveluitaan ilmaiseksi, kun taas osa suhteellisen pientä korvausta vastaan. Tiedostojen jakamisessa voidaan hyödyntää linkin lyhennys -palveluita, joka mahdollistaa lataustilastojen seurannan, jolloin opettaja pystyy

seuraamaan milloin kukakin oppilaista on ladannut äänipalautteensa (Cann 2014).

Äänipalautteen antamiseen liittyvässä kirjallisuudessa palautteenanto on suoritettu pääasias-  
sa perinteisillä tietokoneilla tai ääninauhureilla, vaikka älypuhelimet yhdistelevät niiden omi-  
naisuuksia tehokkaasti. Northcliffen ja Middletonin (Northcliffe ja Middleton 2011) toteutta-  
man tutkimuksen mukaan älypuhelimien käyttö tuo tiettyjä etuja äänipalautteen antamiseen,  
sillä se on usein henkilökohtainen laite, joka kulkee omistajansa mukana eri paikoista ja tilan-  
teista toisiin, ja jonka käyttöön liittyy todennäköisemmin vähemmän teknologia-ahdistusta.  
Opettajalla on tällöin mahdollisuus nauhoittaa palaute esimerkiksi kotonaan, jos hän ei on-  
nistu löytämään sopivaa ympäristöä työpaikaltaan tai kokee äänenkäytön epämiellyttäväksi  
yksin työhuoneessaan. Lisäksi äänipalautteen nauhoittaminen ja jakaminen oppilaille tietyn  
mobiilisovelluksen avulla on usein helpompaa, kuin palautteen nauhoittaminen ja tiedoston  
luonti tietokoneella erillistä ohjelmaa hyödyntäen, sekä sen jakaminen oppilaille erillisellä  
alustalla. Haittapuolina äänipalautteen antamisessa älylaitteilla on se, että sovellukset ovat  
usein maksullisia tai sisältävät mainoksia, sekä kosketusnäyttö asettaa tiettyjä käytettävyy-  
teen liittyviä rajoitteita hiireen ja näppäimistöön verrattuna.

Vaikka äänipalautteen nauhoittaminen ja jakaminen pystytään suorittamaan tietyillä oppi-  
misympäristöillä, pilvitalennuspalveluilla ja mobiilisovelluksilla samalta istumalta, ne eivät  
mahdollista palautteen editoimista, vaan äänitys on saatava kerrasta onnistumaan. Middle-  
tonin ja Northcliffen (Middleton ja Northcliffe 2010) toteuttamassa tutkimuksessa suurin osa  
opettajista jättivät äänipalautteen editoimatta, perustellen sitä esimerkiksi sillä, että heillä ei  
ollut aikaa äänitteen editointiin tai että virheen sattuessa palautteenanto oli helpompi aloittaa  
uudelleen alusta. Tämä on ymmärrettävää, sillä audio-ohjelmistoilla editointi vaatii sellaista  
teknistä osaamista, jota useilla opettajista ei ole. Tässä tutkimuksessa toteutettavaan ääni-  
palautetyökaluun on sisällytetty ainoast, jonka oletetaan alentavan kynnystä äänipalautteen  
editointiin, mikä olisi ajansäästön kannalta merkittävä asia varsinkin pidemmällä aikavälillä.



### 3 Tutkimusmenetelmä

Tämä Pro Gradu -tutkielman tutkimusmenetelmä pohjautuu suunnittelututkimukseen (engl. *design science*), joka on käytännönläheinen tutkimusparadigma, joka perustuu reaalimaailman ongelmia ratkaisevien artefaktien luomiseen (Von Alan ym. 2004). Artefaktit voidaan määritelmältään jakaa neljään eri kategoriaan: konstruktioihin, malleihin, menetelmiin ja instansseihin (Von Alan ym. 2004). Tässä tutkimuksessa toteutettava artefakti, eli äänipalautetyökalu, luokitellaan instanssiksi, sillä tutkimuksessa on suunnitellaan ja kehitetään prototyypisovellus, jonka avulla pyritään selvittämään, voidaanko äänipalautteen antamista helpottaa opettajan näkökulmasta. Äänipalautteen antaminen on siis tutkittava ongelma, johon äänipalautetyökalun suunnittelulla ja toteutuksella pyritään löytämään ratkaisuja. Näistä ongelmista ja tavoitteista johdetut tutkimuskysymykset ovat:

- Helpottaako äänipalautetyökalu äänipalautteen antamista?
- Muuttaako äänipalautetyökalun käyttö suhtautumista äänipalautteen antamiseen?

Suunnitteluun liittyvää tutkimusta on tehty jo pitkään useilla eri tieteenaloilla (Cross 2001), mutta tietotekniikan aikakausi on tuonut uusia suunnitteluun liittyviä haasteita, jotka vaativat uusia luovia ratkaisutapoja (Hevner ja Chatterjee 2010). Aikoinaan suunnittelututkimuksen katsottiin kuuluvan enemmän teknisten tieteenalojen piiriin, mutta 1990-luvun alussa sen merkitys reaalimaailman liiketoimintaongelmien ratkaisemisessa artefaktien avulla havaittiin tärkeäksi (Hevner ja Chatterjee 2010), sillä tietojärjestelmien ensisijainen tavoite on nimenaan kasvattaa yrityksen tehokkuutta (Von Alan ym. 2004). Tämän tutkielman tavoitteena poikkeuksellisesti ei kuitenkaan ole liiketoiminnallisten etujen tavoitteleminen, vaan äänipalautteen antamista helpottavien innovaatioiden löytäminen ja tutkiminen.

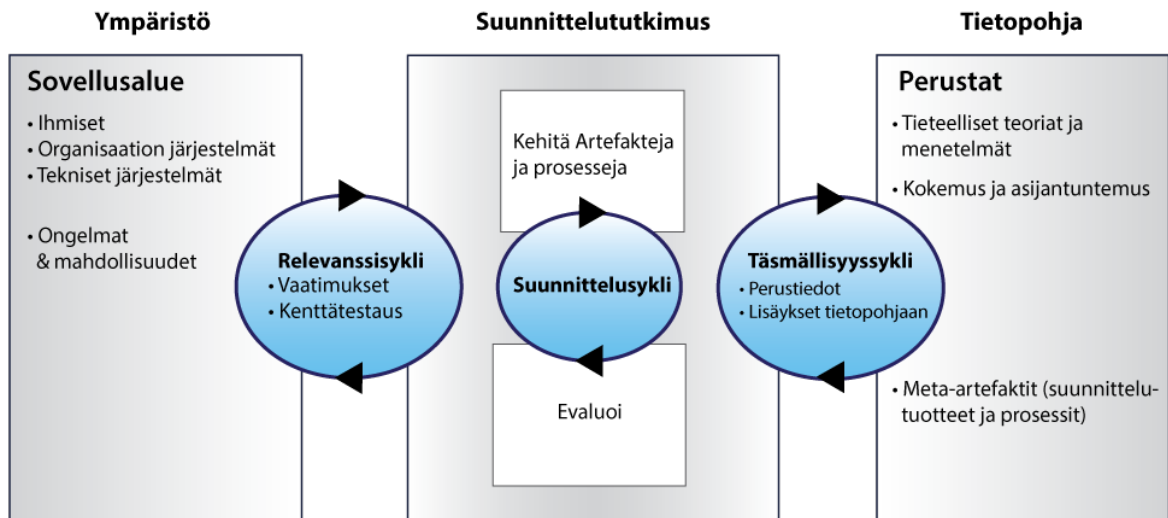
Suunnittelututkimuksen avulla pyritään luomaan innovaatioita, jotka määrittävät ideat, käytännöt, tekniset mahdollisuudet ja tuotteet, joita hyödyntämällä tietojärjestelmien analyysi, suunnittelu, toteutus ja käyttö voidaan suorittaa tehokkaasti (Von Alan ym. 2004). Suunnittelututkimuksella pyritään löytämään ratkaisuja viheliäisiin ongelmiin (engl. *wicked problem*), joita Rittel ja Webber (Rittel ja Webber 1973) luonnehtivat seuraavanlaisesti:

- Epävakaat vaatimukset ja rajoitteet
- Monimutkaiset vuorovaikutukset ongelman alikomponenttien kanssa
- Luontainen joustavuus suunnitteluprosessien ja artefaktien suhteen
- Riippuvuus ihmisen kognitiivisista kyvyistä tehokkaan ratkaisun saavuttamiseksi
- Riippuvuus ihmisen sosiaalisista kyvyistä tehokkaan ratkaisun saavuttamiseksi

Äänipalautetyökalun suunnittelu ja toteutus voidaan luokitella viheliääksi ongelmaksi, sillä siinä on samoja piirteitä kuin edellä mainitussa listauksessa. Työkalun vaatimukset ja rajoitteet ovat projektin alussa epäselviä, sillä tarkoitus oli nimenomaan lähteä selvittämään erilaisia ratkaisuja äänipalautteen antamisen helpottamiseksi, siihen suunnatun työkalun avulla. Tämä epätietoisuus myös vaikuttaa siihen, että artefaktin suunnittelu ja toteutus muovaantuu prosessin edetessä ja ongelmanratkaisu vaatii luovaa ajattelua. Lisäksi tutkielman ohjaajien ja muiden työkalun evaluointiin osallistuvien henkilöiden kokemuksella, näkemyksillä ja palautteilla on suuri merkitys artefaktin suunnittelu- ja toteutus -ratkaisuihin, sillä heillä on kokemusta äänipalautteen antamisesta, toisin kuin työkalun toteuttajalla.

### **3.1 Suunnittelututkimuksen syklit**

Suunnittelututkimuksen toteuttamiseen sisältyy on kolme sykliä: relevanssisykli, suunnittelusykli ja täsmällisyys sykli (Hevner 2007). Näitä syklejä toistetaan iteratiivisesti tutkimuksen lävitse, kunnes artefaktin osalta päädytään haluttuun lopputulokseen. Kuviossa 1 on esitetty suunnittelututkimuksen toteutukseen kuuluvat komponentit, joista syklit ovat korostettu sinisellä värillä. Kuvio pohjautuu Hevnerin vuonna 2004 (Von Alan ym. 2004) laatimaan viitekehykseen, mutta kyseinen Hevnerin vuonna 2007 (Hevner 2007) laatima kuvio keskittyy suunnittelututkimukseen liittyviin sykleihin. Seuraavissa alaluvuissa käsitellään kunkin kolmen syklin toteuttamista, merkityksiä ja ominaisuuksia, jotta voidaan ymmärtää miten suunnittelututkimus käytännössä toteutetaan. Lisäksi kutakin sykliä käsitellään tämän tutkimuksen näkökulmasta.



Kuvio 1. Suunnittelututkimuksen syklit

### 3.1.1 Relevanssisykli

Relevanssisykli on suunnittelututkimuksen aloittava sykli, joka määrittää sovellusalueen kontekstin tutkimukselle. Sovellusalue koostuu ihmisistä, organisaatiojärjestelmistä ja teknisistä järjestelmistä, jotka toimivat yhdessä tietyn tavoitteen saavuttamiseksi. Suunnittelututkimuksessa on oleellista löytää sovellusalueelta ongelmia tai mahdollisuuksia, joiden pohjalta lähdetään kehittämään niihin erilaisia ratkaisuja artefaktien avulla. Relevanssisykli määrittää ympäristön kautta suunnittelututkimukselle vaatimukset sekä hyväksymiskriteerit tutkimustulosten evaluoinnille. Oleelliset kysymykset ovat: helpottaako artefakti ympäristöään jollain tavalla, ja kuinka tämä parannus voidaan mitata (Hevner 2007)?

Relevanssin toinen merkittävä osa on artefaktin kenttätestaus, joka voidaan suorittaa monin eri tavoin. Sen tarkoituksena on selvittää, täyttääkö artefakti sille määrätty vaatimukset, ja tuoko se sitä kautta jonkin asteisia parannuksia ympäristöönsä. On myös mahdollista, että vaatimukset ovat alusta alkaen olleet väärät, jolloin ne täytyy uudelleenmäärittää. Suunnittelututkimuksen edetessä tulokset määrittävät sen, vaatiiko tutkimus ylimääräisiä relevanssisyklejä (Hevner 2007).

Tämän tutkimuksen sovellusalue koostuu yliopistosta organisaationa, opettajista sekä järjestelmistä, joita hyödynnetään äänipalautteen antamisessa. Ensimmäisen relevanssisyklin

tärkein tavoite on selvittää, miten opettajat suhtautuvat äänipalautteen antamiseen, millaisia työkaluja he käyttävät sekä millä keinoin äänipalautteen antamista voidaan helpottaa. Relevanssisyklin erityisen tärkeä osa on äänipalautteen antamiseen liittyvien ongelmien tai mahdollisuuksien löytäminen, jotka tämän tutkimuksen kohdalla saivat alkuunsa Heimburgerin, Isomöttösen ym. (Heimbürger ym. 2018) toteuttaman tutkimuksen kautta. Tutkimuksessa opettajat kohtasivat tiettyjä äänipalautteen antamiseen liittyviä ongelmia, jotka herättivät ideoita äänipalautteen antamiseen tarkoitettusta työkalusta.

Kenttätestaus suoritetaan tutkimuksessa kehitettävän prototyypisovelluksen käyttäjätestaamisella ja evaluoinnilla. Evaluoinnin suorittavat neljä opettajaa, joilla on jo aiempaa kokemusta äänipalautteen antamisesta. Kenttätestauksen suoritukseen osallistuvat tämän tutkielman ohjaajat Anneli Heimburger ja Ville Isomöttönen sekä kaksi muuta yliopistossa työskentelevää opettajaa Paavo Nieminen sekä Harri Keto. Evaluointia käsitellään tarkemmin luvussa X.

### **3.1.2 täsmällisyssykli**

Täsmällisyssyklin tarkoituksena on tuoda tutkimukseen aiempaa tietämystä aihealueeseen liittyen, jotta voidaan varmistua siitä, että toteutettavan suunnittelututkimuksen tulokset ovat innovatiivisia. Suunnittelututkimus perustuu useimmiten tieteellisiin teorioihin, teknisiin menetelmiin sekä kokemuksiin ja asiantuntijuuteen, jotka määrittävät sovellusalueen sen hetkisen tilan. Lisäksi tietopohjaan kuuluvat sovellusalueella jo käytössä olevat artefaktit ja prosessit (Hevner 2007).

Sopivien teorioiden ja menetelmien löytäminen artefaktin kehittämisen ja evaluoinnin tueksi on suunnittelututkimuksen toteuttajien yksi perustavanlaatuisista tehtävistä. On kuitenkin epärealistista ja alalle haitallista odottaa, että kaikki suunnittelututkimuksen osa-alueet perustuvat tiettyihin teorioihin. Suotuisampaa on tunnistaa useita idoiden lähteitä, jotka luovat pohjan suunnittelututkimuksen toteuttamiselle (Hevner 2007).

Jos suunnittelututkimuksen tulokset ovat innovatiivisia, ne tuovat eri asteisia lisäyksiä sovellusalueen tietopohjaan. Muutoksen voivat liittyä teorioihin, menetelmiin, meta-artefakteihin tai kokemuksiin, jotka on saavutettu tutkimuksen ja kenttätestauksen toteuttamisen yhtey-

dessä (Hevner 2007).

Tämän suunnittelututkimuksen tietopohja pohjautuu opettajien kokemuksiin ja näkemyksiin äänipalautteen antamisesta, käyttöliittymäsuunnittelussa hyödynnettäviin käytettävyyssperiaatteisiin sekä erilaisten audio- ja äänipalauteohjelmistojen tämänhetkiseen tilaan. Kuten jo aiemmin on mainittu, niin tämä suunnittelututkimus sai alkunsa tutkimuksesta, joka käsittelee äänipalautteen antamista opettajien näkökulmasta. Tutkimuksessa tuli esille tietynlaisia haasteita äänipalautteen antamiseen liittyen, sekä ideoita äänipalautteen antamiseen suunnatusta työkalusta. Jo olemassa olevien nauhoitus- ja äänipalautetyökalujen tutkimisen pohjalta voidaan todeta, että työkalut eivät ole täysin soveltuvia äänipalautteen antamiseen ja sitä kautta niissä on parantamisen varaa. Esimerkiksi useimmat äänipalautteen antamiseen suunnatut työkalut ovat kaupallisia, joten niiden käyttö opetuksessa on lähes aina poissuljettua. Jo tämän tutkimuksen alkuvaiheilla oli selkeää, että äänitteen väliin tulisi pystyä nauhoittamaan uusi äänite mahdollisimman helposti. Monissa äänitystyökaluissa tämä onnistuu, mutta se vaatii useita peräkkäisiä toimintoja. Lisäksi työkalut sisältävät runsaasti sellaisia toimintoja, jotka ovat äänipalautteen antamisessa tarpeettomia. Pelkästään näiden tietojen pohjalta saadaan varmuus siihen, että suunnittelututkimuksessa kehitetään jotain uutta ja innovatiivista.

Käyttöliittymän suunnittelu on erittäin tärkeää, jotta työkalu olisi käytettävyydeltään mahdollisimman hyvä. Suunnittelun apuna tutkimuksessa käytetään kahta toisistaan eroavaa käytettävyyssperiaatteiden joukkoa. Nielsenin heuristiikat tarjoavat yleisiä käytettävyyteen liittyviä ohjenuoria kun taas Gestaltin hahmolait keskittyvät käyttöliittymän visuaalisuuteen ihmisaivojen hahmottelukyvyn kautta. Suunnittelussa hyödynnettyjä käytettävyyssperiaatteita käsitellään tarkemmin luvussa X.

Äänipalautetyökalun evaluointi suoritetaan hyvin vapaamuotoisena käyttäjäkyselynä, joka suoritetaan kahteen kertaan tutkimuksen eri vaiheissa. Kyselyn tärkein tavoite on saada selville helpottiko äänipalautetyökalu äänipalautteen antamista tai siihen suhtautumista. Lisäksi evaluointiin kuuluu työkalun tarkoituksenmukaisuuden, perustoimintojen sekä käytettävyyden arviointi. Evaluointi on täysin laadullinen, sillä edellä mainittujen ominaisuuksien arvioiminen olisi määrällisesti haastavaa, erityisesti kun kyseessä on keskeneräinen prototyyppisovellus. Äänipalautetyökalun evaluointia käsitellään tarkemmin luvussa X.

### 3.1.3 Suunnittelusykli

Suunnittelututkimuksen tärkein sykli on suunnittelusykli, joka koostuu artefaktin suunnittelusta ja evaluoinnista. Tarkoituksena on luoda erilaisia suunnittelutyön tuotoksia, arvioida niitä, ja tarkistaa vastaavatko ne relevanssisyklissä määritetyt vaatimukset. Artefaktien suunnittelu ja evaluointi toteutetaan täsmällisyssyklissä määritettyjä teorioita ja menetelmiä hyödyntäen. Suunnittelusyklissä tapahtuu suurin osa suunnittelututkimuksen työstä, ja tästä syystä iteraatioita on tiheämmin kuin relevanssisyklissä tai täsmällisyssyklissä, jotka luovat pohjan suunnittelusyklissä toteutettaville toimenpiteille (Hevner 2007).

Suunnittelusyklissä on tärkeää jakaa vaivannäkö tasaisesti sekä artefaktin kehittämiseen että evaluointiin, sekä molempien toimintojen tulisi perustua relevanssisyklistä ja täsmällisyssyklissä määritettyihin teorioihin tai menetelmiin. Suunnittelusykliä joudutaan lähes aina iteroimaan useita kertoja, ennen kuin sen tuloksia voidaan hyödyntää relevanssi ja täsmällisyssyklissä (Hevner 2007).

Tässä tutkimuksessa suunnittelusykliden määrä joudutaan rajaamaan kahteen iteraatioon, jotta tutkimuksen laajuus vastaisi tyypillistä pro gradu -tutkielmaa. Ensimmäisen iteraation tavoitteena on kehittää prototyyppi sellaiseen pisteeseen, että äänipalautteen äänittäminen ja editointi olisi mahdollista. Tämä siis tarkoittaa sitä, että työkalun käyttöliittymä, perustoiminnot ja äänileikenäkymä on toteutettu ja testattu tiettyyn pisteeseen. Evaluoinnin tärkein tavoite on löytää äänipalautustyökalun hyvät ja huonot suunnitteluratkaisut, sekä selvittää kaipaako työkalu vielä ylimääräisiä toiminnallisuuksia. Ensimmäisen iteraation suorittavat Anneli Heimburger ja Ville Isomöttönen, jotka toimivat tämän tutkielman ohjaajina. Kaksi muuta koehenkilöä osallistuvat ohjaajien lisäksi vasta toiseen iteraatioon, jossa artefaktiin on tehty muutoksia ensimmäisen iteraation pohjalta.

Näiden kahden suunnittelusyklin lisäksi äänipalautustyökalun kehittäminen tapahtuu useissa pienemmissä sykleissä, jotka muistuttavat varsinaista suunnittelusykliä. Artefaktin suunnitteluratkaisusta neuvotellaan palaverissa ohjaajien kanssa, joilla on kokemusta äänipalautteen antamisesta. Kun suunnitellut ominaisuudet on toteutettu, arvioidaan onko työkalun suunta oikea, ja sovitaan jatkotoimenpiteistä seuraavaa palaveria varten. Tällä syklillä on yhtäläisyyksiä myös relevanssisyklin kanssa, jossa mm. määritellään artefaktin vaatimukset.

## 3.2 Artefaktin evaluointi

### 3.2.1 evaluoinnin kriteerit

Artefaktin evaluointi on suunnittelututkimuksen merkittävä osa, jossa arvioidaan tietyin menetelmin, täyttääkö artefakti sille määrätty kriteerit. Suunnittelututkimuksen alkuvaiheilla on tärkeä määrittää mihin objektiin evaluointi kohdistuu ja mitkä ovat evaluoinnin kriteerit, sekä määrittää kuinka artefakti evaluoidaan ja mitä menetelmiä siinä hyödynnetään (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014).

Simonin (Simon 1996) mukaan suunnitteluartefaktit voidaan mieltää järjestelmiksi. Myös muualla suunnittelututkimukseen liittyvässä kirjallisuudessa artefakteista puhutaan järjestelminä, joten evaluointikriteerien määrittelyssä voidaan hyödyntää systeemiteoriaa (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014). Systeemiteorian mukaan järjestelmä on suhteessa toisiinsa olevien osien summa, joka luo uusia ominaisuuksia, ja jolla on jokinlainen tavoite (Skyttner 2005). Järjestelmän kanonisen muodon mukaan järjestelmällä on viisi ulottuvuutta: tavoite, ympäristö, rakenne, aktiivisuus ja evoluutio (Le Moigne 2006; Roux-Rouquié ja Le Moigne 2002).

Edellä mainittuja järjestelmän ulottuvuuksia voidaan hyödyntää artefaktin evaluointikriteerien määrittämisessä. Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014) ovat laatineet evaluointikriteerien hierarkian, johon on kerätty kirjallisuudessa esiintyviä evaluointikriteerejä. Löydetyt kriteerit on jaoteltu järjestelmän ulottuvuuksien mukaan omiksi ryhmikseen ja osa evaluointikriteereistä on jaettu vielä useampiin alakriteereihin. Evaluointikriteerien hierarkia on esitetty kuviossa 2.

Järjestelmän ulottuvuuksista tavoitteen alle on luokiteltu seuraavat evaluointikriteerit: tehokkuus, pätevyys sekä yleisyys. Tehokkuudella mitataan sitä, kuinka hyvin artefakti onnistuu sille määrätyn tavoitteen saavuttamisessa, kun taas pätevyydellä mitataan, toimiiko artefakti oikealla tavalla. Yleisyydellä tarkoitetaan artefaktin tavoitteen laajutta (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014).

Artefaktin ympäristö koostuu ihmisistä, organisaatioista ja teknologiasta (Von Alan ym. 2004). Evaluointikriteereiksi on tästä johtuen määritelty kunkin edellä mainitun osan johdonmukai-

suus, jolla tarkoitetaan kunkin osan, tai niistä muodostuvan kokonaisuuden yhteensopivuutta. Nämä evaluointikriteerit on vielä jaoteltu useampiin alakriteereihin, joista sekä ihmisten ja organisaation johdonmukaisuuden alle kuuluva hyödyllisyys mittaa, kuinka laadukkaasti artefakti toimii käytännössä. Ihmisten johdonmukaisuuteen liittyvät muut alakriteerit ovat ymmärrettävyys, helppokäyttöisyys, eettisyys sekä sivuvaikutukset. Organisaation muut johdonmukaisuuden alakriteerit ovat artefaktin yhteensopivuus organisaation kanssa ja sen sivuvaikutukset. Teknologian johdonmukaisuuden alakriteerit ovat uusimpien teknologien valjastaminen ja sivuvaikutukset (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014).

Järjestelmän rakenteeseen liittyvät evaluointikriteerit ovat artefaktin täydellisyys, yksinkertaisuus, selkeys, tyyli, homomorfismi, yksityiskohtaisuus sekä johdonmukaisuus (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014). Tämä järjestelmän ulottuvuus liittyy artefakteista malleihin, menetelmiin ja rakennelmiin, joten kriteerejä ei käsitellä sen tarkemmin.

Järjestelmän ulottuvuuksista aktiivisuus liittyy artefaktin toimintaan, ja se sisältää seuraavat evaluointikriteerit: täydellisyys, johdonmukaisuus, tarkkuus, suorituskky sekä tehokkuus. Artefaktin toiminnan täydellisyys ja johdonmukaisuus liittyy sekä toiminnalliseen että rakenteelliseen näkökulmaan, ja toiminnan tarkkuus varmistaa sen, että artefaktin tulokset eivät ole ristiriidassa jo olemassa olevien kokeiden kanssa. Suorituskyyvllä tarkoitetaan toiminnan nopeutta tai suoritustehoa, ja tehokkuus mittaa toiminnan syötteiden ja ulostulon välistä suhdetta (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014).

Järjestelmän evoluutio pitää sisällään evaluaatiokriteereistä jyvyyden (engl. robustness) sekä oppimiskyvyn. Vakaudella tarkoitetaan artefaktin kykyä sopeutua ympäristön muutokseen ja oppimiskyvllä sen kykyä oppia asioita aiemmista kokemuksista sekä ympäristön reaktioista (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014).

Äänipalautetyökalun evaluoinnissa selkeästi tärkeimmät järjestelmän ulottuvuudet ovat tavoite ja ympäristö. Tavoite-ulottuvuuteen sisältyvistä evaluointikriteereistä huomioon otetaan tehokkuus, jolla mitataan sitä, kuinka tehokkaasti artefaktilla pystytään suorittamaan sille oleellinen tehtävä, sekä validius, joka koskee sitä, kuinka oikein artefakti toimii tämän tavoitteen saavuttamisessa. Tehokkuus on kriteereistä tärkein, sillä tutkimuksen tavoitteena on nimenomaan tutkia, voidaanko äänipalautteen antamista helpottaa siihen suunnitellun työ-



kalun avulla. Validiutta tutkimalla tavoitteen saavuttamista voidaan mahdollisesti tehostaa entisestään, joten se on myös oleellinen evaluoinnin kriteereistä. Yleisyys on rajattu evaluointikriteereistä ulkopuolelle, sillä työkalun tavoite on selkeä ja rajattu.

Ympäristö-ulottuvuuden alle kuuluvista evaluointikriteereistä tutkimukseen otetaan johdonmukaisuus ihmisten kanssa, joka on myös yksi evaluoinnin tärkeimmistä kriteereistä. Se jakautuu useampaan alakriteeriin, joista evaluointiin otetaan mukaan hyödyllisyys, ymmärrettävyys ja helppokäyttöisyys. Nämä ovat tärkeitä artefaktin laatuattribuutteja, sillä ne liittyvät suurelta osin käyttäjäkokemukseen, joka taas vaikuttaa käyttäjän suhtautumiseen ja oppimiskynnykseen työkalua koskien. Johdonmukaisuus ihmisten kanssa -evaluointikriteeristä on rajattu ulos eettisyys ja sivuvaikutukset, joilla ei tässä tutkimuksessa ole merkitystä.

Suurin osa suunnittelututkimuksista keskittyy organisaation toiminnan tehostamiseen, mutta tämä tutkimus keskittyy poikkeuksellisesti enemmän ihmisten suhtautumiseen ja kokemuksiin artefaktiin liittyen. Sen lisäksi, koska evaluoitava artefakti on prototyyppi, niin evaluointikriteeri johdonmukaisuus organisaation kanssa rajataan evaluoinnin ulkopuolelle, mutta siihen liittyviä seikkoja voidaan mahdollisesti arvioida evaluoinnin tulosten perusteella välillisesti.

Rakenteeseen, aktiivisuuteen ja evoluutioon liittyvät evaluointikriteerit voidaan rajata suoraan evaluoinnin ulkopuolelle, sillä evaluoinnin kohteena oleva artefakti on prototyyppi. Ne ovat yksityiskohtaisempia kriteerejä, jotka liittyvät vahvasti mm. viimeistelyyn, täydellisyyteen, suoritustehoon ja mukautuvuuteen, jota ei prototyypiltä voida vaatia. Äänipalautteen suunnittelussa ja toteutuksessa nämä seikat on myös jätetty lähes täysin huomiotta, sillä tarkoituksena on kahden tutkimusiteraation kautta saada selville työkalun toimivat ja ei-toimivat ratkaisut tavoitteeseen ja käyttäjäystävällisyyteen liittyen.

### **3.2.2 Artefaktin evaluointimenetelmät**

Artefaktin evaluointi voidaan suorittaa useilla eri menetelmillä. Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014) ovat omassa suunnittelututkimuksessaan luoneet mallin, joka kuvaa evaluointimenetelmän erilaisia ominaisuuksia. He ovat jaotelleet evaluointimenetelmän kokonaisuudessaan viiteen eri komponenttiin, joita ovat evaluointikri-

teerit, evaluoinnin tyyppi, evaluoinnin taso, evaluoinnin suhteellisuus sekä toissijaiset osallistujat. Evaluoinnin kriteerit on käsitelty edellisessä alaluvussa 3.2.1. Evaluoinnin tyyppi jaotellaan joko määrälliseksi tai laadulliseksi, joista määrällinen tuottaa jonkin mitatun tai havaitun numeerisen arvon (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014). Evaluointi voi olla joko abstrakti- tai instanssi-tasoinen, joka riippuu evaluoitavan artefaktin ominaisuuksista. Instanssitasoinen evaluointi voidaan suorittaa, joko kuvitteellisten tai autenttisten tehtävänantojen kautta. Evaluointi voi olla suhteellisuudeltaan absoluuttinen, suhteessa samankaltaisiin artefakteihin tai suhteessa artefaktin puuttumiseen. Toissijaiset osallistujat taas ovat henkilöitä, jotka testaavat esimerkiksi artefaktin prototyyppiä (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014). Edellä mainituista evaluoinnin ominaisuuksista osa jakautuu vielä alaluokkiin.

Tässä tutkimuksessa suoritettava äänipalautetyökalun evaluointi on instanssitasoista, sillä abstraktin artefaktin sijaan evaluoinnin kohteena on prototyyppi äänipalautetyökalusta. Usein prototyyppiä evaluoidessa hyödynnetään toissijaisia osallistujia, mutta tämän tutkimuksen tapauksessa artefaktia evaluoivat ainoastaan ensisijaiset koehenkilöt. Ensimmäiseen iteraatioon osallistuu kaksi henkilöä, ja toiseen iteraatioon neljä henkilöä.

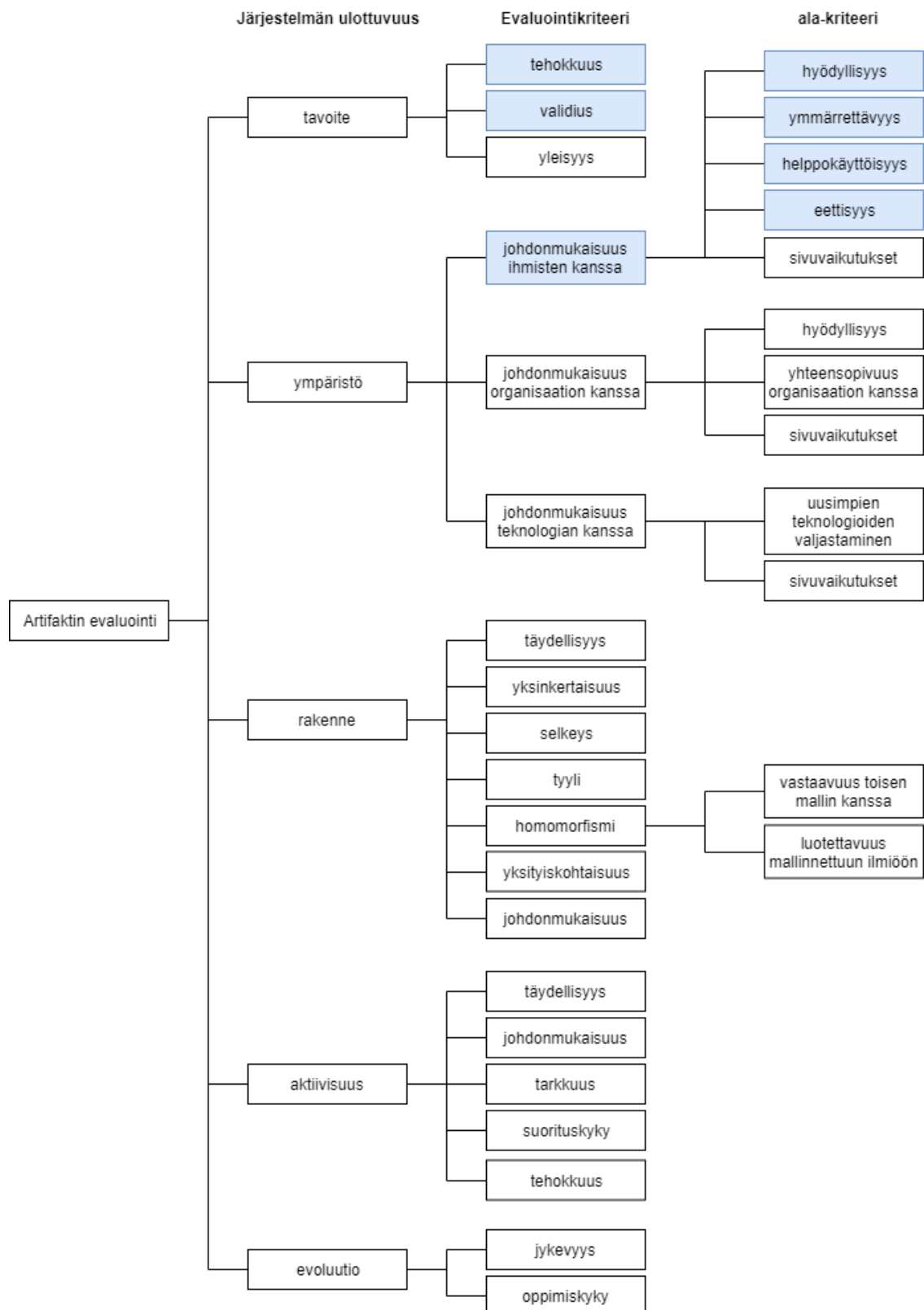
Molemmat evaluointikerroista suoritetaan lähes samalla tavalla, pieniä muutoksia lukuunottamatta. Koehenkilöille lähetetään sähköpostin välityksellä linkki äänipalautetyökaluun, sekä arviointilomakkeeseen, jossa heidän tulee vastata äänipalautetyökalua koskeviin kysymyksiin. Evaluoinnin ohjeistukset on kerrottu arviointilomakkeen alussa. Koehenkilöitä pyydetään aluksi käyttämään äänipalautetyökalua autenttisessa tilanteessa, jotta evaluoinnin tulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja. Koehenkilöt voivat suorittaa testauksen, joko mobiililaitteella, tabletilla tai tietokoneella, sillä työkalun tarkoituksen on toimia joustavasti alustasta tai laitteesta riippumatta. Koekäytön jälkeen heitä pyydetään testaamaan jokaista työkalun perustoimintoja, joita annetun tehtävän aikana koehenkilö ei testannut. Nämä kaksi tehtävänantoa suoritettuaan koehenkilön tulee vastata lomakkeella esitettyihin kysymyksiin.

Lomakkeella käyttäjän tulee arvioida, palveliko äänipalautetyökalu tarkoitustaan, helpottiko työkalu äänipalautteen antamista entuudestaan, tai muuttiko se suhtautumista äänipalautteen antamiseen. Sen lisäksi koehenkilön tulee arvioida työkalun perustoiminnallisuuksia, jos joitakin huomioita niihin liittyen ilmaantuu. Lomakkeen viimeisissä osioissa käyttäjällä on mahdollisuus tuoda vapaamuotoisesti ilmi työkaluun liittyviä huomioita ja kehitysideoita.

Taulukko 1. Yhteenveto evaluoinnista

Kuvaus	evaluointikriteerit	evaluoinnin tyyppi	evaluoinnin taso	evaluoinnin suhteellisuus
Äänipalautetyökalun tarkoituksenmukaisuuden, käytettävyyden ja toiminnallisuuden evaluointi.	Tavoite / tehokkuus Tavoite / validius  ympäristö / johdonmukaisuus ihmisten kanssa / hyödyllisyys, ymmärrettävyys, helppokäyttöisyys	Laadullinen	Instanssi	Absoluuttinen,  suhteessa saman- kaltaisiin artefakteihin,  suhteessa artefaktien puuttumiseen

Evaluointi on suhteeltaan absoluuttinen, suhteessa muihin samankaltaisiin artefakteihin, sekä suhteessa vastaavanlaisten artefaktien puuttumiseen, joten se kattaa kaikki kolme osa-aluetta. Evaluoinnissa arvioidaan absoluuttisesti työkalun tarkoituksenmukaisuutta ja toiminnallisuutta, mutta lisäksi äänipalautteen antoa pyydetään vertaamaan koehenkilön aiempiin kokemuksiin. Toisaalta aivan vastaavanlaisia äänipalautteen antamiseen suunniteltuja artefakteja ei ole vielä kehitetty, joten vertaaminen tapahtuu esimerkiksi perinteisiä nauhoitusohjelmia vasten.



Kuvio 2. Evaluointikriteerien hierarkia Pratin, Comyn-Wattiaun ja Akokan (Prat, Comyn-Wattiau ja Akoka 2014) laatimaa kuviota mukaillen. Äänipalautusjärjestelmän evaluoinnin kannalta tärkeimmät evaluointikriteerit on korostettu sinisellä värillä.

## 4 Työkalun suunnittelu ja toteutus

Tässä luvussa käsitellään äänipalautetyökalu-prototyypin suunnittelua ja toteutusta eri näkökulmista. Aluksi läpikäydään työkalun tekniseen toteutukseen liittyviä seikkoja, jonka jälkeen käsitellään käyttöliittymän suunnittelua ohjaavia käytettävyyysperiaatteita sekä itse käyttöliittymää. Lopuksi esitetään työkalun perus- ja erikoistoiminnot, ja kuinka näihin toiminnallisuuksiin päädyttiin.

Työkalu suunniteltiin pääasiassa yhteistyössä pro gradu -ohjaajien kanssa, joilla molemmilla on kokemusta äänipalautteen antamisesta. He ovat myös olleet osallisina tutkimuksessa, jossa selvitettiin akateemikkojen suhtautumista äänipalautteen antamiseen. Tutkimuksessa kolmella neljästä koehenkilöstä heräsi ideoita työkalusta, jolla äänipalautetta voisi antaa, editoida, hallita ja arkistoida (Heimbürger ym. 2018). Edellä mainitun tutkimuksen, sekä ohjaajien omien kokemusten ja näkemysten pohjalta äänipalautetyökalun suunnittelu ja toteutus päätettiin aloittaa.

### 4.1 Tekniset toteutusratkaisut

Äänipalautetyökalun yksi tärkeimmistä vaatimuksista oli se, että sitä voidaan käyttää vaivattomasti laitteella kuin laitteella ilman erillistä asennusta. Tämän vuoksi työkalu toteutettiin web-pohjaisena sovelluksena, eli sitä pystytään käyttämään selaimen välityksellä tietyn www-osoitteen kautta. Jotta tämä onnistuisi, sovelluksen täytyy sijaita jollain palvelimella. Ensimmäisen iteraation ajan työkalu oli sijoitettuna Google App Engine -palveluun, mutta kokeilujakson päätyttyä se siirrettiin Heroku-palveluun, joka tarjoaa web-sovellusten verkkoisännöintiä täysin maksutta.

Työkalu toteutettiin yhdestä näkymästä koostuvana staattisena verkkosivuna, sillä siten prototyyppi saadaan valmiiksi kaikista nopeiten. Web-pohjaisuuden takia sovelluksen toteutustekniikat olivat selkeitä: rakenteen toteutuksessa käytetään HTML-merkintäkieltä, elementtien asettelussa CSS3-tyyliohjeita sekä toiminnallisuuksien toteutuksessa JavaScript-ohjelmointikieltä. Javascript-kehityksessä hyödynnetään jQuery-kirjastoa helpottamaan tiettyjä toimenpiteitä, kuten DOM-elementtien manipulointia. JQueryn lisäksi kehityksessä ei hyödynnetty mui-

ta kirjastoja tai ohjelmistokehyksiä, sillä ylimääräisistä riippuvuuksilta haluttiin välttyä jatkokehitystä ajatellen. Ääniaallon piirtämiseen harkittiin wavesurfer-kirjastoa, mutta sen integrointi äänipalautetyökaluun olisi vaatinut enemmän aikaa, kuin sen toteuttaminen itse verkosta haettujen ohjeiden avulla.

Työkalun nauhoitus on toteutettu Mediarecorder API-ohjelmointirajapintaa hyödyntäen, joka mahdollistaa äänen ja videon kaappaamisen tietovirtana selaimen kautta. Tutkimuksen toteutushetkellä selainten tuki kyseiselle ohjelmointirajapinnalle ei ole täysin kattava, sillä Safari-selaimen eri versiot tukevat sitä ainoastaan osittain. Nauhoittaminen oltaisiin voitu tehdä myös vaihtoehtoisella tavalla, joka olisi mahdollistanut nauhoittamisen useammilla selaimilla, mutta se rajattiin toteutuksen ulkopuolelle, sillä tärkeintä on, että prototyyppiä päästään testaamaan ainakin tietyillä eniten käytetyimmillä selaimilla.

## **4.2 Hyödynnetyt käytettävyyssperiaatteet**

Äänipalautetyökalun suunnittelussa ja käytettävyyden arvioinnissa on hyödynnetty erilaisia heuristiikkoja, jotta käytettävyys saataisiin mahdollisimman korkealle tasolle. Hyödynnetyt käytettävyyssperiaatteet ovat Gestaltin hahmolait, jotka käsittelevät erilaisten kuvioiden ja kokonaisuuksien visuaalisten hahmottamista sekä käytettävyysguru Jakob Nielsenin laatimat käytettävyyssheuristiikat, jotka ovat vakiinnuttaneet asemansa käytettävyyden saralla jo 90-luvulta saakka.

Käytettävyydellä on suuri merkitys ohjelmistojen suunnittelussa ja arvioinnissa. Käytettävyydellä tarkoitetaan laatuattribuuttia, jolla mitataan sitä, kuinka helppokäyttöinen käyttöliittymä on. Sillä myös viitataan kehitysprosessin aikaisiin toimiin, joilla pyritään parantamaan käyttöliittymän helppokäyttöisyyttä (Nielsen 2003).

Nielsenin (Nielsen 2003) mukaan käytettävyys voidaan määrittää viidellä eri laatukomponentilla: opittavuudella, tehokkuudella, muistettavuudella, virheiden tekemisellä ja niistä toipumisella sekä käyttömukavuudella. Opittavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka helppo käyttäjän on ensimmäistä kertaa käyttöliittymän kohdattaessaan suorittaa erilaisia perustoimenpiteitä ja tehokkuudella sitä, kuinka nopeasti nämä toimenpiteet suoritetaan. Muistettavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka nopeasti käyttäjä pystyy uudelleensaavuttamaan käyttötehokkuuden

tietyn pituisen tauon jälkeen. Virheiden tekeminen ja niistä toipuminen kattaa käyttäjän tekemien virheiden kokonaismäärän, kuinka vakavia ne ovat sekä kuinka helposti näistä virheistä voidaan toipua. Käyttömukavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka miellyttäväksi käyttöiittymän käyttäminen koetaan.

Edellämainittujen laatuattribuuttien lisäksi on myös monia muita tärkeitä laatuattribuutteja, joista yksi on hyödyllisyys. Sillä mitataan, kuinka hyvin käyttöliittymän avulla pystytään tekemään juuri se, mitä käyttäjä tarvitsee (Nielsen 2003). Se onkin tässä tutkimuksessa toteutetun äänipalautetyökalun käytettävyyden arvioinnissa erittäin tärkeässä roolissa, sillä työkalun käyttötarkoitus on hyvin tarkkarajainen. Tässä tutkielmassa hyödyllisyydestä puhutaan tarkoituksenmukaisuutena, sillä se on suomennettuna kuvaavampi termi.

#### **4.2.1 Gestaltin hahmolait**

Gestaltin hahmolait ovat periaatteita, jotka selittävät, kuinka ihmisäivot ryhmittelevät yksittäiset visuaaliset elementit näkemästään ympäristöstä (Koffka 2013). Hahmolait perustuvat 1800-luvulla alkunsa saaneeseen Gestalt-psykologiaan, joka tutkii kokonaisuuden ymmärtämisestä sen yksittäisten osiensa sijaan. Max Wertheimerin vuonna 1923 julkaisemassaan artikkelissa "Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II", hän käsittelee havaisemiseen liittyviä lakeja ja niiden perusongelmia. Sillä oli merkittävä vaikutus Gestalt-psykologiaan ja myös muihin tieteenaloihin, joten sitä voidaan pitää hahmolakeihin liittyvän kirjallisuuden yhtenä merkittävimpana julkaisuna (Guberman 2017).

Ajan saatossa Gestaltin hahmolaeista on ilmestynyt lukuisia eri variaatioita, mutta ne ovat usein keskenään samankaltaisia ja sisältävät päällekkäisyyksiä. Koska Gestalt-psykologiaa voidaan soveltaa useisiin eri tarkoituksiin, niin hahmolaeista joudutaan usein valitsemaan sopivimmat vaihtoehdot tapauskohtaisesti. Chang ym. (Chang, Dooley ja Tuovinen 2002), ovat koonneet tutkimukseensa 11 hahmolakia, jotka ovat oletetusti hyödyllisimpiä opetus-käyttöön tarkoitettujen ohjelmiston visualisessa suunnittelussa. Nämä hahmolait ovat kaikkiaan:

1. Symmetrian laki
2. Jatkuvuuden laki

3. Sulkeutuvuuden laki
4. Kohteen ja alustan laki
5. Keskipisteen laki
6. Yhdenmukaisuuden laki
7. Hyvän muodon laki
8. Läheisyyden laki
9. Samankaltaisuuden laki
10. Yksinkertaisuuden laki
11. Yhtenäisyyden laki

Symmetrian lain mukaan symmetrinen kuvio havainnoidaan kokonaisuudeksi sen osien sijaan sitä vahvemmin, mitä symmetrisempi kuvio on. Jatkuvuuden lain mukaan taas viivat, jotka jatkavat risteyskohdasta mahdollisimman samaan suuntaan, koetaan samaksi viivaksi. Sulkeutuvuuden lain mukaan kuvio tulkitaan kokonaisuudeksi, vaikka siitä puuttuisi osia. Kohteen ja alustan lain mukaan kohde ja sen alusta tulkitaan eri tavalla väreistä riippuen. Keskipisteen lain mukaan jokin muista erottuva kokonaisuus vie käyttäjän huomion, ja ohjaa sitä tiettyyn suuntaan. Yhdenmukaisuuden lain mukaan kuviot tulkitaan aiempien koke-  
muksien perusteella, eli se vastaa Nielsenin heuristiikoista yhdenmukaisuutta ja standardeja.

Äänipalautetyökalun käyttöliittymä on yksinäkymäinen staattinen verkkosivu, joka koostuu äänileikenäkymästä sekä perustoimintojen ja erikoistoimintojen painikkeista. Koska käyttöliittymän on tarkoitus olla mahdollisimman yksinkertainen, kaikkia edellä mainittuja heuristiikkoja tuskin tullaan hyödyntämään käyttöliittymäsuunnittelussa, mutta ne on silti hyvä olla ylöskirjattuna, sillä niitä voidaan hyödyntää äänipalautetyökalun mahdollisessa jatkokehityksessä.

#### **4.2.2 Nielsenin heuristiikat**

Jakob Nielsen on yksi maailman tunnetuimmista käytettävyysasiantuntijoista, joka on työskennellyt käytettävyyden parissa 90-luvulta saakka. Jakob Nielsen ja Rolf Molich (Molich ja Nielsen 1990) määrittelivät vuonna 1990 yhdeksän erilaista käytettävyysheuristiikkaa järjestelmän käytettävyyden arviointiin. Nielsen (Nielsen 1994) jalosti näistä vuonna 1994 päi-



vitetyn listauksen, joka on validi ja laajasti käytössä oleva yhä lähes kaksikymmentä vuotta myöhemmin.

Käyttöliittymien käytettävyyden arviointi toteutetaan useimmiten heuristisesti, eli käyttöliittymää tarkastellaan ja siitä koitetaan löytää toimivat ja ei-toimivat ominaisuudet. Se on halpa ja intuitiivinen tapa löytää käyttöliittymän käytettävyysongelmia, eikä se vaadi erityistä etukäteissuunnittelua. Lisäksi sitä voidaan käyttää jo varhaisessa vaiheessa suunnitteluprosessia ja ihmisten motivointi arvioinnin suorittamiseen on helppoa (Nielsen ja Molich 1990).

Jotkut suorittavat heuristisen arvioinnin oman intuition tai maalaisjärjen pohjalta, mutta Nielsen ja Molich hyödyntävät siinä itse-laatimiaan heuristiikkojansa, jotka kattavat erittäin suuren osan käytettävyyteen liittyvistä ongelmista (Nielsen ja Molich 1990). Nielsenin heuristiikkojen lisäksi on olemassa useita muita käytettävyysheuristiikkoja, joten parhaiden käytettävyysheuristiikkojen määrittäminen on avoin kysymys (Nielsen 1994).

Heuristisessa evaluoinnissa ei tulisi luottaa ainoastaan yhden ihmisen arviointiin, vaan arvioijia olisi hyvä olla noin kolmesta viiteen (Nielsen ja Molich 1990). Tässä tutkimuksessa suoritettava evaluointi ei kuitenkaan perustu heuristiikkoihin, sillä tärkein tavoite on selvittää, kuinka hyvin äänipalautetyökalu suoriutuu nimenomaan äänipalautteen antamisesta, eikä niinkään yleisestä käytettävyydestä. Heuristiikkoja on kuitenkin käytetty apuna työkalun käyttöliittymän toiminnallisuuksien suunnittelussa, mutta ne eivät sisälly varsinaiseen työkalun evaluointiin.

Järjestelmän tilan näkyvyys	Järjestelmän tulisi informoida käyttäjälle tapahtumista asianmukaisilla palautteilla riittävän nopeasti.
Järjestelmän ja reaaliympäristön yhtenäisyys	asdasdasdas asdasd asd asd

## 4.3 Käyttöliittymä

- Mahd. yksinkertainen käyttöliittymä. Käytettävyyys estetiikan edellä, sillä prototyyppi.

Taulukko 2. Ei meinaa sisältö mahtua. pitäisikö kukin heuristiikoista olla ala-otsikkoina?

<b>Järjestelmän tilan näkyvyys</b>	Järjestelmän tulisi informoida käyttäjälle tapahtumista asianmukaisilla palautteilla riittävän nopeasti.
<b>Järjestelmän ja reaali- maailman yhtenäisyys</b>	Järjestelmän kielellisen sisällön tulisi olla käyttäjän ymmerrättävissä. Tiedon tulisi myös näyttäytyä luonnollisessa ja loogisessa järjestyksessä.
<b>Käyttäjän hallinta ja vapaus</b>	Käyttäjät tekevät usein virheitä, joten ei-toivotusta tilasta tulisi päästä pois helposti esim. peruuta- ja palautta-toiminnoilla.
<b>Yhdenmukaisuus ja standardit</b>	Erilaisten sanojen, tilanteiden ja toimintojen tulisi olla yhdenmukaisia, ja Järjestelmän tulisi myös noudattaa tunnettuja käytänteitä.
<b>Virheiden estäminen</b>	Järjestelmän tulisi ensisijaisesti toimia siten, että virheitä ei pääsisi tapahtumaan. Virheelle alttiissa tilanteissa käyttäjältä tulisi pyytää varmistus toimenpiteen jatkamisesta.
<b>Tunnistaminen muistamisen sijaan</b>	Käyttäjän muistamisen tarve tulisi minimoida pitämällä oleelliset objektit, toiminnot ja valinnat näkyvillä. Ohjeet järjestelmän käyttämiseen tulisi olla myös joko näkyvillä tai helposti saatavilla.
<b>Joustavuus ja käytön tehokkuus</b>	Oikopolkut erilaisille toimenpiteille nopeuttaa usein järjestelmän käyttöä, joten niiden tarjoaminen kokeneemmille käyttäjille on usein kannattavaa.
<b>Esteettisyys ja minimalistisen suunnittelu</b>	Tarpeetonta informaatiota dialogeissa tulisi välttää, sillä se vie näkyvyyttä relevantilta informaatiolta.
<b>Virheiden tunnistaminen ja virheistä toipuminen</b>	Virheviestien tulisi olla selkokielisiä, sekä niiden tulisi täsmällisesti osoittaa millainen virhe on kyseessä ja miten siitä pystytään toipumaan.
<b>Avustus ja dokumentaatio</b>	Dokumentaation tarjoaminen on useimmiten tarpeen, ja käyttäjän tulisi pystyä löytämään sieltä kaikki tarvittava informaatio pystyäkseen käyttämään järjestelmää.

Käyttöliittymä on järjestelmän osa, jonka kautta käyttäjä on vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa saavuttaakseen tietyn tavoitteensa (Stone ym. 2005). Äänipalautetyökalun tapauksessa käyttötarkoitus on hyvin rajattu äänipalautteen antamiseen, joten käyttöliittymän on tuettava juuri sitä mahdollisimman tehokkaasti ja käyttäjäystävällisesti. Käyttöliittymissä on usein myös eroja erilaisten järjestelmien välillä, sillä vuorovaikutuksessa käytetään erilaista välineitä, jotka vaikuttavat käyttöliittymäsuunnitteluun (Stone ym. 2005). Äänipalautetyökalun yksi tärkeimmistä vaatimuksista on se, että se on käytettävissä perinteisillä tietokoneilla, tableteilla ja puhelimilla, joten myös käyttöliittymä on suunniteltava siten, että sen käyttö onnistuu hiiren ja näppäimistön lisäksi myös kosketusnäytöllä. Myös käyttöliittymän skaalautuvuus on otettava huomioon, sillä päätelaitteiden ruudun koko vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka käyttöliittymän komponentit järjestäytyvät. Käyttöliittymä on esitetty tietokone-koossa kuvassa X, tablettikoossa-kuvassa X ja mobiili-koossa kuvassa X.

Käyttöliittymän suunnittelun apuna hyödynnetään usein erilaisia käytettävyyssperiaatteita, joilla käyttöliittymän suunnitteluratkaisuja voidaan perustella. Äänipalautetyökalun käyttöliittymän suunnittelussa on hydynetty Nielsenin heuristiikkoja sekä Gestaltin hahmolakeja, jotka on käsitelty tarkemmin luvussa X. Tässä luvussa esitellään äänipalautetyökalun käyttöliittymä kokonaisuudessaan, ja peilataan tehtyjä suunnittelu- ja toteutusratkaisuja hyödynnettyihin käytettävyyssperiaatteisiin. Luvussa ja kuvissa esitettävä käyttöliittymä on suunnittelututkimuksen toisessa iteraatiossa evaluoitu konfiguraatio, joten siinä on pieniä muutoksia ensimmäisen evaluoinnin kohteena olevaan käyttöliittymään verrattuna.

Äänipalautetyökalun käyttöliittymä voidaan jakaa vaakasuunnassa neljään eri alueeseen, joista kulkin eroaa selvästi toisistaan. Työkalun yläosassa sijaitsevat avustusikkunan avaava kysymysmerkki-ikoni, siniset erikoistoiminto-painikkeet sekä peruuta- ja palaa-toiminnot. Keskiössä sijaitsee muusta taustasta selkeästi erottuva äänileikenäkymä, joka on käytännössä aikajana, johon nauhoitetut äänileikkeet ääniaaltoineen piirretään. Äänileikenäkymän alapuolella sijaitsevat navigaatiotoiminnot, jotka toteutettiin ensimmäisen iteraation evaluointitulosten pohjalta. Alimpana käyttöliittymässä sijaitsevat perustoiminnot, joiden avulla varsinainen äänipalautteen nauhoittaminen ja editointi suoritetaan.

Edellä mainittujen osioiden sijoittelulla ja ulkoasulla on suuri merkitys työkalun käytettävyyden kannalta, jotta ne erottuisivat selkeästi erilaisiksi kokonaisuuksiksi, joilla on oma teh-

tävänsä. Käyttöliittymän komponenttien asettelu on tehty mahdollisimman symmetriseksi ja tasapainoiseksi kokonaisuudeksi, ilman että yhtäkään toiminnallisuutta olisi piilotettu käyttäjältä. Gestaltin symmetrian lain mukaan tasapainoinen, eli keskiviivan molemmin puoleinen asettelu koetaan selkeämmäksi, kuin epäsymmetrinen asettelu. Nielsenin tunnistaminen muistamisen sijaan -heuristiikan mukaan taas käyttöliittymän toiminnallisuuksien tulisi olla esillä ja mahdollisimman helposti saatavilla, joka myös toteutuu käyttöliittymässä. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi käyttöliittymä on suunniteltu visuaalisuudeltaan mahdollisimman selkeäksi, eikä se sisällä epäolennaista informaatiota, joten se on linjassa myös Nielsenin esteettinen ja minimalistinen suunnittelu -heuristiikan kanssa. Informaation määrää on vähennetty myös tietoisesti siten, että perustoiminnot ovat painikkeita, jotka toimivat kuten kytkimet, eli kun toiminto aktivoidaan, muut perustoiminnot muuttuvat haaleiksi merkiksi siitä, että ne eivät sillä hetkellä ole käytettävissä. Lisäksi aktivoidun painikkeen teksti muuttuu tällöin esimerkiksi Play-toiminnon tapauksessa "Stop-tekstiksi.

Gestaltin läheisyyden lain mukaan vierekkäin olevat elementit tulkitaan yhteenkuuluviksi, jonka vuoksi sitä on hyödynnetty käyttöliittymän painikkeiden ryhmittelyssä. Käyttöliittymän erikoistoiminnot, peruuta - ja palaa-komennot, navigointipainikkeet sekä perustoiminnot ovat toiminnallisuuksiltaan selkeästi toisistaan eroavia, joten ne on ryhmitelty eri tavoin äänileikenäkymän ympärille. Perustoiminto-painikkeet muodostavat oman ryhmänsä, mutta niiden sisäisessä jaottelussa on myös hyödynnetty läheisyyden lakia. Record-, ja Insert Record -toiminnot ovat selvästi nauhoitukseen liittyviä toimintoja, joten ne on oma pienempi ryhmänsä. Play- ja Previe-toiminnot taas ovat äänitteiden toistamiseen liittyviä toimintoja, joten ne ovat oma ryhmänsä. Split- ja Delete-toiminnot liittyvät äänileikkeiden katkomiseen ja poistamiseen, joten myös ne ovat vahvasti liitoksissa toisiinsa. Läheisyyden lakia hyödyntäen, nämä kolme perustoimintojen ryhmää ovat erotettu toisistaan suuremmilla väleillä, kun toistensa kanssa samankaltaiset perustoiminnot.

Gestaltin läheisyyden lain lisäksi elemettejä voidaan ryhmitellä myös samanlaisuuden lakia hyödyntäen. Kohteet voidaan tulkita samanlaisiksi, joko värin, koon, muodon perusteella. Äänipalautetyökalussa värin avulla ryhmittelyä on hyödynnetty erityisesti painikkeissa, läheisyyden lain lisäksi. Erikoistoiminnot ovat korostettu sinisellä värillä, kun taas perustoiminnot ja niihin vahvasti niittyvät peruuta- ja palaa -toiminnot on värjätty harmaalla väril-

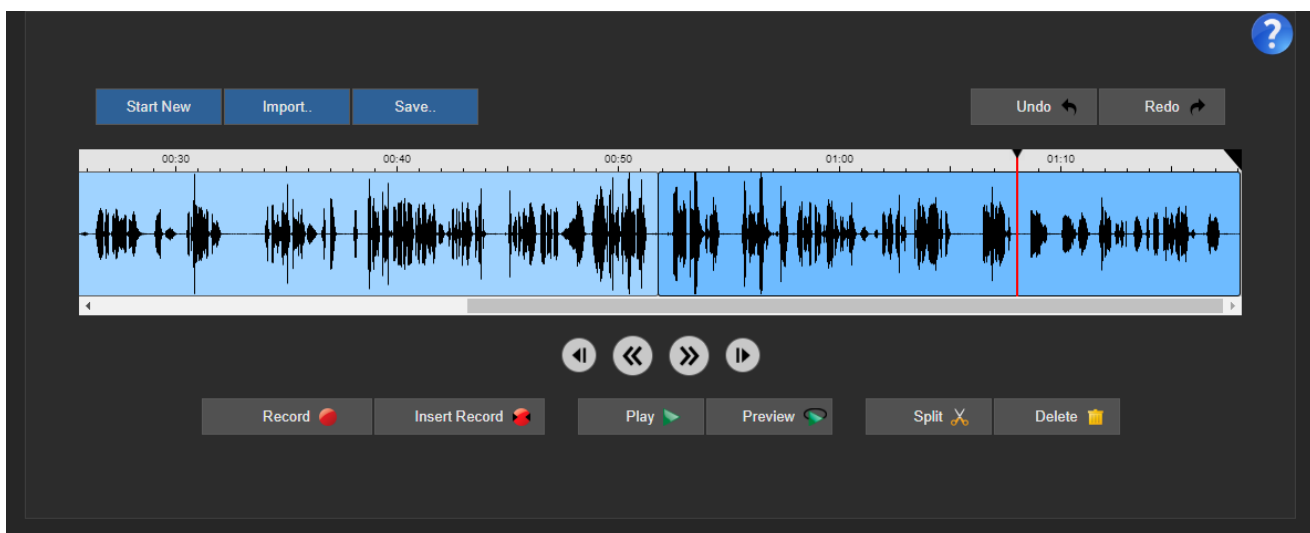
lä. Navigointipainikkeet taas on väriltään myös äänileikenäkymässä käytetty vaalean harmaaa, sillä ne liittyvät vahvasti äänileikenäkymään, jossa äänileikkeiden välillä navigointi tapahtuu. Muista painikkeista eroten navigointipainikkeet on myös suorakaiteen sijasta ympyrän muotoisia, jotta ne erottuisivat selkeästi niiden alapuolella sijaitsevista perustoiminnoista. Koska uloimpien ja sisempien navigointipainikkeiden toiminnallisuuksissa on eroja, niin kaksi sisimmäistä painiketta on kooltaan suurempia, kuin kaksi ulommaista painiketta. Lisäksi ulommissa ja sisemmissä painikkeissa olevien nuolien tyyli on hieman erilainen, jotta ne erottuisivat toisistaan.

Kaikissa käyttöliittymän painikkeissa, erikoistoiminnot poislukien, on hyödynnetty ikoneja, jotta ne olisivat mahdollisimman helposti ymmärrettäviä. Nielsenin johdonmukaisuus ja standardit -heuristiikan sekä Gestaltin yhdenmukaisuuden lain mukaan käyttöliittymässä tulisi käyttää tuttuja kuvioita, joiden tulkintaa helpottavat aiemmat kokemukset. Suurimmassa osassa ikoneista tämä toteutuu ainakin suurimmaksi osaksi, mutta esimerkiksi Insert Record on uudenlainen toiminto, jota ei ole saatavilla äänitystyökaluissa, joten ikoni täytyi kehittää itse. Johdonmukaisuutta ja standardeja koskeva nielsenin heuristiikka koskee kuvioiden lisäksi myös tekstiä, joten painikkeiden teksteissä on pyritty noudattamaan standardeja. Poikkeuksena ovat Insert Record -, ja preview-toiminnot, joille jouduttiin keksimään nimi itse. Insert Record-toiminnosta joku voi päätellä, että kyseessä on väliin nauhoittaminen, sillä insert-toiminto löytyy myös näppäimistöstä, mutta Preview-toiminto voi olla vaikeampi päätellä pelkän tekstin pohjalta. Nielsenin heuristiikkojen mukaan järjestelmässä tulisi puhua käyttäjän ymmärtämää kieltä, johon painikkeiden teksteillä ja avustusikkunan toimintojen kuvauksilla pyritty.

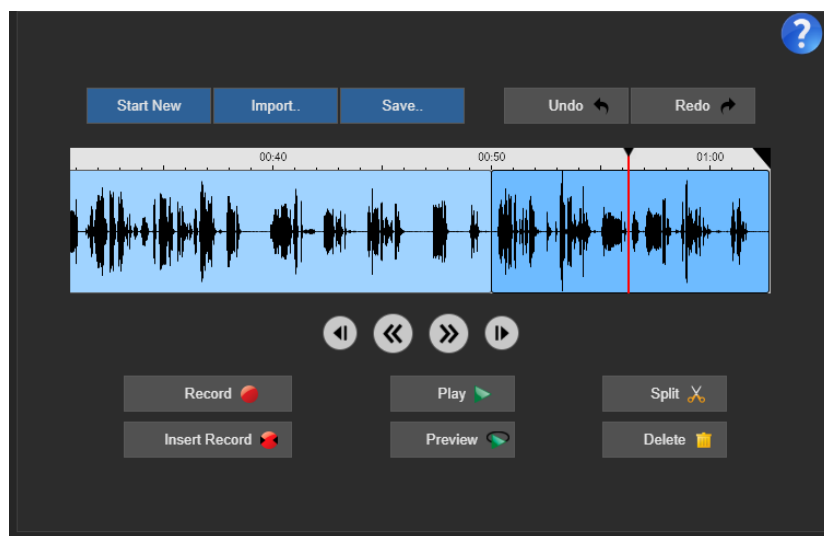
Johdonmukaisuutta ja standardeja on myös pyritty noudattamaan äänileikenäkymässä, joka koostuu aikajanasta, kursorista, äänileikkeistä ja vierityspalkista. Kuten useimmissa ohjelmistoissa, aikajana on äänileikenäkymän yläreunassa, jonka alla on kaistale, jossa äänileikkeet näytetään. Aikajanaa tai äänileikettä klikatessa punaisella värillä korostettua äänileikenäkymän kursoria siirteään klikattuun kohtaan. Äänileikkeisiin piirretään äänen visuaalisen hahmottamisen tueksi ääniaalto, kuten useimmissa äänitystyökaluissa on tapana. Yksittäisen äänileikkeen reuna on ohut ja saman värinen kuin piirrettävä ääniaalto, joten äänileikkeiden erottamisen tueksi, äänileikettä klikkaamalla, se korostetaan sinisen tummemmalla sävyllä.

Nielsenin käyttäjän hallinta ja vapaus -heuristiikan mukaankäyttäjän tulisi pystyä palaamaan ei-toivotusta tilasta, joten työkaluun on toteutettu peruuta- ja palaa-toiminnot. Nielsenin heuristiikkojen mukaan käyttöliittymän tulisi olla myös joustava ja tehokas, joten tietyille toiminnoille on määritetty pikanäppäimet. Peruuta- ja palauta-toiminnoissa on noudatettu yleistä "CTRL + Z" ja "CTRL + Y" näppäinyhdistelmää, ja Delete-toiminnossa delete-näppäintä. Perustoiminnoille pikanäppäinten määrittämistä harkittiin, mutta tässä tutkimuksessa ainoastaan Play-toiminto aktivoituu välilyöntiä painamalla. Äänileikenäkymässä on alusta asti ollut mahdollisuus liikuttaa kursoria myös nuolinäppäimillä, mutta ensimmäisen iteraation jälkeen toteutettuihin yksittäisten äänileikkeiden välillä navigointitoimintoihin lisättiin koehenkilön ehdottama "SHIFT + NUOLI OIKEALLE TAI VASEMMALLE" näppäinyhdistelmä.

Lisäksi Nielsenin heuristiikkojen mukaan virheiden tapahtuminen tulisi ensisijaisesti estää, ja sellaisen sattuessa, virheestä tulisi esittää selkeä kuvaus ja ohjeet siitä toipumiseen. Koska evaluoitava äänipalautetyökalu on prototyyppi, niin virheitä saattaa käytön aikana kuitenkin ilmaantua. Toisen iteraation evaluoinnin ensimmäisenä suorittanut henkilö huomasi käyttöliittymää vilkaistessaan, ennen ohjeistuksen lukemista, ettei erikoistoiminnoista tapahtunut mitään, ja informoi asiasta. Tämän vuoksi erikoistoimintojen painikkeisiin lisättiin sellainen toiminto, että niitä painettaessa ilmoitetaan käyttäjällä ponnahdusikkunana, että niitä toimintoja ei ole toteutettu.



Kuvio 3. Äänipalautetyökalun käyttöliittymä tietokone-koossa.



Kuvio 4. Äänipalautustyökalun käyttöliittymä tabletti-koossa

## 4.4 Perustoiminnot

Äänipalautustyökalussa on kuusi perustoimintoa, jotka ovat toiminnoista oleellisimpia äänit-  
teiden nauhoittamisen, toistamisen ja editoinnin kannalta. Tässä luvussa käsitellään mitä mi-  
käkin perustoiminto tekee ja perustellaan miksi työkalussa on päädytty juuri kyseisiin toi-  
minnallisuuksiin. Päätöksiin vaikuttavat käytettävyyssperiaatteet, suunnittelussa mukana ol-  
leiden näkemykset ja aiemmat kokemukset sekä tutkimuksen evaluointi-iteraatiot.

### 4.4.1 Record

Record-toiminto aloittaa äänipalautteen nauhoittamisen siihen kohtaan äänileikenäkymää,  
missä äänileikekursori sijaitsee nauhoituksen aloitushetkellä. Jos nauhoitus tapahtuu tois-  
ten äänileikkeiden päälle, niin uusi äänileike korvaa alle jääneet äänileikkeet. Nauhoitettava  
äänileike levenee nauhoituksen edetessä, ja äänileikekursoria liikutetaan äänileikkeen muka-  
na. Kun äänileikekursori saavuttaa äänileikenäkymän oikean reunan, se pysähtyy ja äänileike  
jatkaa levenemistään. Tällöin nauhoituksen edetessä äänileikenäkymää vieritetään levenevän  
äänileikkeen oikean reunan mukana.



Kuvio 5. Äänipalautetyökalun käyttöliittymä mobiili-koossa

#### 4.4.2 Insert Record

Insert Record -toiminto nauhoittaa uuden äänileikkeen jo olemassa olevan äänileikkeen väliin. Toiminto katkaisee aluksi sen äänileikkeen kahteen osaan, jonka väliin ollaan nauhoittamassa uutta äänileikettä. Sitten katkaisukohtaan aletaan nauhoittamaan uutta äänileikettä, ja nauhoituksen edetessä oikealla puolella olevia äänileikkeitä kuljetetaan uuden äänileikkeen mukana.

Kuten tavallisessa nauhoituksessa, niin myös välinnauhoituksessa äänileikkeen ja kursorin saavuttaessa äänileikenäkymän oikean reunan, kursorin eteneminen pysäytetään ja äänileikenäkymää vierietetään uuden äänileikkeen oikean reunan mukaisesti.

#### 4.4.3 Play

Play-toiminto aloittaa äänipalautteen toistamisen siitä kohdasta missä äänileikekursori sijaitsee toiston aloitushetkellä. Äänileikekursoria liikutetaan toiston edetessä eri tavoin riippuen sen sijainnista ja sitä ympäröivistä äänileikkeistä. Kursoria liikutetaan äänileikenäkymässä oikealle päin siihen asti, kunnes se melkein saavuttaa äänileikenäkymän oikean reunan. Kursorin ja äänileikenäkymän oikean reunan välille jätetään pieni väli, jotta toiston edetessä nähdään pieni tulossa oleva pätkä toistettavasta äänileikkeestä. Jos äänileikenäkymässä on



vieritysvaraa oikealle päin, eli toisin sanoen kursoria seuraavia äänileikkeitä, niin äänileikekursori pysähtyy paikalleen ja äänileikenäkymää vieritetään oikealle päin. Kun äänileikenäkymä saavuttaa sen pisteen, ettei vieritettävää enää ole, niin se luonnollisesti pysähtyy ja äänileikekursoria liikutetaan oikealle, kunnes äänileikenäkymän oikea reuna saavutetaan.

#### **4.4.4 Preview**

Toimii lähes samalla tavalla kuin Play-toiminto, eli aloittaa äänipalautteen toiston siitä kohdasta, missä äänileikekursori toiston aloitushetkellä sijaitsee. Ainut poikkeavuus tavalliseen toistoon on se, että toiston loputtua äänileikekursori palautetaan toiston aloituskohtaan.

#### **4.4.5 Split**

Split-toiminto katkaisee äänileikkeen kahtia siitä kohdasta, missä äänileikekursori sillä hetkellä sijaitsee. Katkaisun jälkeen äänileikekursoria siirretään yhden pikselin verran vasemmalle, jolloin se vasemmanpuoleisen katkotun äänileikkeen päällä. Tällöin vasemmanpuoleinen katkaistu äänileike myös asetetaan valinnan alaiseksi, eli se korostetaan tummemmalla värillä.

#### **4.4.6 Delete**

Delete-toiminto poistaa halutun äänileikkeen äänileikenäkymästä. Äänileikkeistä poistetaan se, mikä on äänileikekursorin alla poiston aloitushetkellä. Poistettavaa äänileikettä ympäröivät äänileikkeet siirretään yhteen poiston tapahduttua ja äänileikekursori siirretään näiden äänileikkeiden liittymiskohtaan.

### **4.5 Erikoistoiminnot**

Erikoistoimintojen toteutus jouduttiin aikataulusyistä rajaamaan tutkimuksen ulkopuolelle. Toiminnallisuudet on kuitenkin osittain suunniteltu ja evaluoinnin suoritettavilla koehenkilöillä on mahdollisuus ilmaista ajatuksiaan erikoistoimintoihin liittyen arviointilomakkeella.

#### **4.5.1 Start New**

Start New -toiminto palauttaa äänipalautetyökalun alkutilaan uuden äänipalautteen työstämistä varten. Äänileikenäkymä siis tyhjennetään äänileikkeistä ja Undo - Redo -historia tyhjennetään. Uudelleenaloittaminen varmistetaan käyttäjältä ponnahdusikkunan avulla.

#### **4.5.2 Import**

Import-toiminnon avulla käyttäjä pystyy tuomaan jo nauhoitetun äänipalautteen omasta tiedostojärjestelmästä äänipalautetyökaluun työstöä varten. Tuotu äänitiedosto asetetaan äänileikenäkymään uutena äänileikkeenä.

#### **4.5.3 Save**

Save-toiminnolla työstetty äänipalaute saadaan tallennettua, joko äänitiedostona tai projektitiedostona, jolloin se voidaan avata äänipalautetyökalussa uudestaan.

## **5 Evaluoinnin tulokset**

Tässä luvussa esitetään äänipalautetyökalun evaluoinnin tulokset, ja niiden pohjalta laaditut jatkotoimenpiteet. Tutkimus sisälsi kaksi iteraatiota, joista molemmat päättyivät työkalun evaluointiin. Ensimmäisen evaluaation suorittivat tutkielman ohjaajat Anneli Heimbürger ja Ville Isomöttönen (H1-H2). Toiseen iteraatioon osallistui heidän lisäksi opettajat Paavo Nieminen ja Harri Keto (H3-H4). Tarkemmat tiedot evaluoinnin suorittamisesta on esitetty luvussa X, ja linkki evaluointien kyselylomakkeeseen löytyy tutkielman liitteet-osiosta.

### **5.1 Ensimmäinen iteraatio**

#### **5.1.1 tulokset**

Molemmat ensimmäisen iteraation suorittaneista koehenkilöistä kokivat, että äänipalautetyökalu kokonaisuudessaan palveli tarkoitustaan, eli äänipalautteen antamista, mutta työkalun käytön aikana ilmeni kuitenkin ongelmia ja ohjelmointivirheitä. Voidaan siis todeta, että tavoitteisiin liittyvistä evaluointikriteereistä tehokkuus, eli tarkoituksenmukaisuus, on saavutettu, mutta työkalussa on vielä parannettavaa toista iteraatiota varten. Tämä oli odotettavaa, sillä ensimmäisen iteraation tärkeimpänä tehtävänä oli selvittää, onko äänipalautetyökalun toteutus menossa oikeaan suuntaan, ja lyötää käyttöä eniten hankaloittavat ohjelmointivirheet.

Molemmat ensimmäisen iteraation koehenkilöistä kokivat, että äänipalautetyökalu helpotaisi äänipalautteen antamista entuudestaan jollain tapaa. Toinen koehenkilöistä perusteli tätä käyttöliittymän joustavuudella, ja toinen insert-record -toiminnon tarjoamalla lisäarvolle. Molempien koehenkilöiden suhtautuminen äänipalautteen antamiseen oli jo entuudestaan hyvä, joten äänipalautetyökalun koekäytöllä ei ollut siihen vaikutusta.

Molemmilla koehenkilöistä oli muutamia huomioita liittyen työkalun perustoimintoihin. Toinen koehenkilöistä ehdotti, että molemmat nauhoitustoiminnot, record ja insert record, voisivat nauhoituksen jälkeen palata nauhoitetun äänileikkeen alkuun, jotta lisäyksen kuunteleminen olisi mahdollisimman vaivatonta. Lisäyksenä hän mainitsi, että tämä voisi olla optio-

tyyppinen valinta, eli käyttäjä voisi itse valita siirretäänkö äänileikekursori nauhoituksen jälkeen äänileikkeen alkuun.

Toiselle koehenkilöistä jäi testauksessa epäselväksi kuinka split-toiminto toimii, sillä hän huomannut äänipalautetyökalun oikeassa yläkulmassa sijaitsevaa kysymysmerkki-ikonia, jossa työkalun perustoiminnot on selitettynä. Evaluointilomakkeella on maininta ohjeikkunan olemassaolosta, mutta lomakkeella on suuri määrä muuta informaatiota, joten on ymmärrettävää, että koehenkilöltä jää jokin seikka huomaamatta. Hän tarkoituksenaan oli poistaa split-toiminnolla äänileikkeen lopusta pätkä, joten hän katkaisi toiminnolla äänileikkeen haluamastaan kohdasta. Äänileikkeen katkaisun jälkeen äänileikkeistä edellinen korostetaan valituksi, joten delete-toimintoa painettuaan äänileikkeistä vasemmanpuoleinen poistetaan jälkimmäisen sijasta. Split - ja Delete-toimintojen välissä olisi siis tarvinnut siirtää äänileikekursori jälkimmäisen äänileikkeen päälle, jotta poistaminen olisi kohdistunut siihen.

Toinen koehenkilöistä kirjasi vapaamuotoiseen palautteeseen maininnan siitä, että käytti testauksessa firefox-selainta, sekä arvioi testauksessa ITKS452 Requirement Engineering -kurssin parityötä. Hän koki erityisesti insert-record -toiminnon hyvänä ominaisuutena, sekä uskoo, että myös split-toiminto on hyödyllinen, kunhan oppii sen ja delete-toiminnon välisen suhteen. Hän suoritti testauksen tietokoneella.

Toinen koehenkilöistä kirjasi vapaamuotoiseen palautteeseen huomioita ohjelmistoon liittyvistä bugeista. Hän testasi artefaktia iphone 6 -mobiililaitteella Mozilla firefox - ja Chrome-selaimilla, mutta hyödynti testauksessa apuna myös tietokonetta. Hän koki, että äänipalautetyökalun painikkeet asettuivat ruudun kokoon hyvin, ja että työkalun avustus-ikkunan ohjeistukset olivat selkät. Mobiililaitteella ääniaallon piirtämisessä äänileikkeeseen ilmeni kuitenkin ongelmia, sillä amplitudi piirtyi liian suurena. Tästä johtuen äänileikkeet peittyivät paikoin täysin mustalla värillä, jota käytetään ääniaallon piirtämisessä. Ongelman syytä ei saatu selville, mutta se liittyy todennäköisesti siihen, että kyseessä oli iOS-laite, joilla työkalua ei ole laitteiden ja aikataulun rajallisuudesta johtuen testattu. Yksi syy myös iOS-laitteiden tukemattomuudelle oli se, että iOS:in selain Safari ei vielä tutkimuksen tekohetkellä tue täysin äänen nauhoittamiseen tarvittavia rajapintoja. Arviointilomakkeella on tästä johtuen suositus siihen, että testaus mobiililla suoritettaisiin android-laitteella. Viimeinen vapaamuotoisen palautteen huomio oli se, että tietokoneella nauhoituksen ollessa päällä, toisen ikkunan, tässä

tapauksessa tekstieditorin, aktivoiminen keskeytti nauhoittamisen.

Evaluointilomakkeen viimeinen osio koski kehitysideoita äänipalautetyökalua koskien. Koehenkilö, joka huomasi tarpeen nauhoitetun äänileikkeen alkuun navigointiin, ehdotti siihen tarkoitukseen jonkinlaista painiketta, kuvaketta tai optio tyypistä valintaa. Lisäksi hän koki, että navigointi jollain tapaa äänileikenäkymän loppuun saattaisi olla tarpeellista. Kolmas navigointiin liittyvä ehdotus oli se, että valitun äänileikkeen alkuun voitaisiin navigoida esimerkiksi jostain pikanäppäinyhdistelmästä, kuten "SHIFT + NUOLI". Navigointiin liittyi myös sellainen huomio, että mobiililaitteella äänileikenäkymän vierityspalkki voisi olla selkeämmin erottuvissa. Hänen viimeinen kehitysideansa koski erikoistoimintopainikkeiden tekstejä. "New File":n sijaan selkeämpi vaihtoehto voisi olla "Start New", ja "Export":in sijaan käyttäjälle intuitiivisempi voisi olla "Save".

### **5.1.2 jatkotoimenpiteet**

Ensimmäisen evaluoinnin keskeisin tulos oli se, että työkalun voidaan sanoa palvelevan tarkoitustaan, ja että käyttöliittymä on selkeä ja ymmärrettävä, muutamia huomioita ja bugeja lukuunottamatta. Merkittävin käytettävyyteen negatiivisesti vaikuttava tekijä oli navigoinnin puutteellisuus, sillä äänileikenäkymässä navigoiminen vaati sen, että äänileikenäkymän vierityspalkkia jouduttiin vierittämään siihen asti, kunnes haluttu kohta löydettiin. Navigoinnista maininneen koehenkilön ehdotukset koskivat lähinnä tietyn äänileikkeen alkuun, ja äänileikenäkymän loppuun navigointia, mutta navigointi voitaisiin toteuttaa näiden spesifien toimintojen sijaan siten, että äänileikenäkymässä pystytään navigoimaan sekä eteen- että taaksepäin äänileike kerrallaan tai suoraan ääripäästä toiseen. Koehenkilö pohti myös sellaista vaihtoehtoa, että käyttäjällä olisi mahdollisuus valita, siirretäänkö äänileikenäkymän kursori nauhoituksen jälkeen kyseisen äänileikkeen alkuun, mutta tämä heikentäisi työkalun intuitiivisuutta, eikä tällöin perustoimintojen johdonmukaisuus toteutuisi niin hyvin.

Ratkaisua navigointiin haettiin muista audio-ohjelmistoista, sillä standardien noudattamisessa on aina omat hyötynsä. Koska vastaavanlaisia äänipalautetyökaluja ei ole saatavilla, niin tutkimustyö kohdistui lähinnä perinteisiin nauhoitustyökaluihin ja musiikkiohjelmistoihin. Useissa audio-ohjelmistoissa navigointi on toteutettu siten, että navigointi on mahdollista

tehdä molempiin suuntiin, ja navigointipainikkeita on kahden tyyppisiä: toiset navigoivat ääripäihin, eli alkuun ja loppuun, kun taas toiset navigoivat pienempiä osuuksia jompaan kumpaan suuntaan. Painikkeiden asettelu toisiinsa nähden on myös usein toteutettu siten, että pienempiä osuuksia kelaavat painikkeet ovat sisimpänä, ja niitä ympäröivät ääripäihin kelaavat painikkeet. Navigointipainikkeista palautetta antanut koehenkilö piti myös tätä ratkaisua hyvänä, joten se päätettiin toteuttaa seuraavaa iteraatiota varten. Äänileikkeiden välillä navigointi päätettiin myös mahdollistaa koehenkilön ehdottamalla pikanäppäinyhdistelmällä "SHIFT + NUOLI OIKEALLE TAI VASEMMALLE". Navigaatiotoimintojen suunnitteluratkaisut ja toteutus on tarkemmin käsitelty luvussa X.

Ensimmäisestä evaluoinnista kävi ilmi, että äänipalautetyökalun oikeassa yläkulmassa sijaitseva kysymysmerkki-ikoni oli liian pieni, sillä toinen koehenkilöistä ei sitä testauksen aikana havainnut. Hän olisi kaivannut avustusta Split-toiminnon ymmärtämiseen, mutta se jäi hänelle epäselväksi, sillä avustusikkunan avaava ikoni jäi huomaamatta. Perustoimintoihin harkittiin suunnitteluvaiheessa työkaluvihjeiden käyttöönottoa, joiden ideana on näyttää tekstikentässä sen toiminnon kuvaus lyhyesti, jonka päällä hiiren kursori on tietyllä hetkellä. Niiden toteutuksesta kuitenkin luovuttiin, sillä osaa toiminnoista on vaikeaa kuvailla muutamilla sanoilla, kuten työkaluvihjeillä yleensä on tapana. Tästä johtuen työkaluun toteutettiin erillinen avustusikkuna, jossa työkalun eri toiminnallisuuksien kuvaukset ja pikanäppäimet on esitetty ytimekkäästi. Seuraavaa iteraatiota varten kysymysmerkki-ikonia tulee kuitenkin selvästi suurentaa, jotta käyttäjät huomaisivat sen apua tarvitessaan.

Koehenkilön iOS-laitteella esiintynyttä ääniaaltojen piirtymiseen liittyvää ongelmaa tutkittiin alustavasti, mutta ongelmaa ei saatu toistumaan android-laitteilla. Vaikka bugi vaikuttaa käytettävyyteen negatiivisesti, niin ongelman korjaukseen ei ole järkevää kuluttaa enempää resursseja, sillä evaluoinnin kohteena on prototyyppi, jonka vaatimuksista on jätetty pois tuki iOS:ille, tiettyjen nauhoittamiseen liittyvien rajoitteiden vuoksi.

Pienemmistä kehitysideoista toteutukseen sisällytettiin erikoistoimintojen painiketekstien muuttaminen koehenkilön ehdottamilla tavoilla. "New File":n siis korvaa "Start New" ja "Export":in "Save". Sama koehenkilö ehdotti myös vierityspalkin vierittimen korostamista esimerkiksi tummemmalla värillä, mikä oli erittäin hyvä kehitysidea. Se joduttiin siitä huolimatta jättämään toteutuksen ulkopuolelle, sillä selainten vierityspalkit eivät ole helposti

Taulukko 3. Yhteenveto evaluoinnin huomioista ja jatkotoimenpiteistä

<b>Huomiot</b>	<b>Jatkotoimenpiteet</b>
Kysymysmerkki-ikoni ei ole tarpeeksi selkeästi havaittavissa.	Korostetaan kysymysmerkki-ikonin sen kokoa suurentamalla.
Navigointi tulisi mahdollistaa tietyn äänileikkeen alkuun ja äänileikenäkymän loppuun.	Toteutetaan navigointitoiminnot, jotka mahdollistavat äänileikkeiden ja äänileikenäkymän ääripäiden välisen navigoinnin sekä eteen- että taaksepäin.
Tietyn äänileikkeen alkuun tulisi pystyä navigoimaan myös pikanäppäimen avulla.	Toteutetaan navigointi äänileikkeiden välillä pikanäppämellä "CTRL + NUOLI VALITTUUN SUUNTAAN".
Erikoistoimintojen painiketekstit "New File" ja "Export" voidaan korvata intuitiivisemmilla vaihtoehdoilla, kuten "Start New" ja "Save".	"New File":n korvaa "Start New" ja "Export":in korvaa "Save".
Äänileikkeiden ääniaallot eivät piirry oikein koehenkilön iOS-laitteella.	Ei käytetä resursseja ongelman selvittämiseen, sillä tuki iOS-laitteille on rajattu ulos äänipalautetyökalun vaatimuksista.

kustomoitavissa vielä tämän tutkimuksen tekohetkellä, ja oman vierityspalkin toteuttaminen vaatisi suurehkoja muutoksia ohjelmiston arkkitehtuuriin, ja aiheuttaisi runsaasti lisätyötä.

## 5.2 Toinen iteraatio

### 5.2.1 Tulokset

Koehenkilöistä jokainen koki, että äänipalautetyökalu palveli tarkoitustaan, mikä oli tämän tutkimuksen yksi tärkeimmistä tavoitteista. Lisäksi he olivat sitä mieltä, että äänipalautetyökalussa on tiettyjä ominaisuuksia, jotka helpottavat tai nopeuttavat äänipalautteen antamista jollain tapaa. Yksi koehenkilöistä mainitsi, että helpottuminen olisi varmasti havaittavissa siinä vaiheessa, kun työkalun kaikki toiminnot on opeteltu kunnolla. Työkaluun on oppimis-

kynnyksen minimoimiseksi toteutettu mahdollisimman vähän toiminnallisuuksia, joten siihen ei pitäisi kulua paljoa aikaa. Vaikka työkalu koettiin tarkoituksenmukaiseksi, se ei muuttanut koehenkilöiden suhtautumista äänipalautteen antamiseen, sillä kukin heistä suhtautui siihen jo aluneperin positiivisesti. Kuitenkin koehenkilöt kokivat, että äänipalautetyökalu toisi lisäarvoa äänipalautteenantoon, ja tekisi siitä joustavampaa, sillä äänipalaute voitaisiin antaa laitteesta riippumatta muuallakin kuin työhuoneessa.

Ensimmäisen evaluaation pohjalta lisättyjen navigointipainikkeiden toiminnallisuus ja visuaalisuus koettiin selkeiksi jokaisen koehenkilön toimesta. Yksi koehenkilöistä mainitsi navigoinnin olevan intuitiivista sekä painikkeiden että pikanäppäinyhdistelmien avulla. Hän myös pohti, onko äänileikenäkymän oikeassa yläreunassa näytettävä musta kolmio enää tarpeellinen, sillä navigointi on jo toteutettu työkaluun erillisten painikkeiden avulla. Eräs koehenkilö taas toi esille, että navigointipainikkeet olivat hänelle selkeitä aiemmin käyttämistään työkaluista, ja ne tuntuivat tutuilta ja turvallisilta.

Kuudesta perustoiminnosta neljä koettiin täysin selkeiksi, mutta Preview- ja Split-toimintoihin liittyi tiettyjä huomioita. Yksi koehenkilöistä päätteli aluksi, että Split-toiminto jo itsessään poistaisi jotain, sillä painikkeen ikonina on sakset, ja tekstinä "Split", joten hän käytti hetken pohtiakseen, kuinka poistokohta merkattaisiin. Kokeiltuaan toimintoa hän kuitenkin oppi, että nimenomaan Split-toiminnon tarkoitus on merkata/katkaista äänileikkeen poistokohdat ja Delete-toiminnolla sitten poistaa tietty äänileike. Sattuneesta syystä, hän pohti, tulisiko termin "Split" sijaan käyttää esim. "Mark":ia tai "Mark split":tiä, mutta oli toiminnon opittuaan tyytyväinen toiminnallisuuteen myös sellaisenaan. Lisäksi hänelle oli aluksi epäselvää, mitä Preview-toiminnosta tapahtuu, mutta kokeiltuaan sitä, hän hoksasi sen, ja löytyi toiminnon kuvauksen myöhemmin myös avustus-ikkunasta. Toisen koehenkilön huomio koskien Preview-toimintoa liittyi siihen, että toiminnon ollessa käynnissä painikkeen teksti voisi olla "Pause":n sijaan "Stop", sillä "Pause" useimmissa käyttöyhteyksissä pysähtyy yleensä siihen kohtaan missä kursori sattuu sillä hetkellä olemaan. Kolmas koehenkilö taas pohti, onko Preview-toiminto edes tarpeellinen, sillä kursorin avulla voidaan navigoida helposti tiettyyn kohtaan äänileikettä ja toistaa se sitten play-toiminnolla. Perustoimintoja koskien, vastauksissa tuli esille myös positiivisia huomioita Insert-Record -toimintoa koskien, mikä koettiin tehokkaaksi toiminnoksi. Eräs koehenkilö oli sitä mieltä, että kyseinen toiminto mahdollis-



taa äänitteen väliin-nauhoittamisen helpommin, kuin mikään hänen aiemmin kokeilemansa audio-ohjelmisto.

Molemmat ensimmäiseen evaluointiin osallistunutta koehenkilöä kokivat, että käyttöliittymä on selkeytynyt ja parantunut entisestään. Tätä he perustelivat muunmuassa sillä, että kysymysmerkki-ikonia oli suurempi, jolloin avustus-ikkuna oli helpommin löydettävissä, sekä sillä, että navigointitoiminnot helpottivat äänileikenäkymässä navigointia. Toinen ensimmäistä kertaa äänipalautetyökalua evaluoivista koehenkilöistä koki, että äänipalautetyökalu on sopivan yksinkertainen, mikä on positiivista. Eräs koehenkilöistä ilmaisi, että vastaavanlaiselle työkalulle olisi tarvetta, ja siitä voisi kehkeytyä tulevaisuudessa myös natiivisovellus mobiililaitteille. Tämä samainen henkilö testasi työkalua ensimmäisessä iteraatiossa iphone-laitteella, mutta siinä ilmaantuneiden teknisten ongelmien vuoksi hyödynti toisessa iteraatiossa selaimen mobiililaitte-emulointia, ja koki työkalun toimivaksi myös mobiilikoos-  
sa, siitäkin huolimatta, että äänen kanssa ilmaantui jonkinlaisia ongelmia. Myös eräällä toisella koehenkilöllä oli äänentoistoon liittyviä ongelmia, jotka ilmaantuivat siten, että kunkin äänileikkeen lopusta jäi toistamatta noin sekunnin verran äänitettä.

Kolme koehenkilöistä otti kantaa kyselylomakkeella mainittuun ideatason perustoimintoon, joka mahdollistaisi tekstin lisäämisen tiettyyn kohtaan äänileikettä. Yksi heistä oli sitä mieltä, että se olisi hyvä idea, sillä sen avulla voitaisiin korostaa palautteen keskeisiä asioita, ja tarkentaa niitä sitten puheella. Toinen taas pohti, että se saattaisi olla erittäin toimiva lisäominaisuus, jollaiseen hän ei ole törmännyt muiden audio-ohjelmistojen kohdalla. Kolmas koehenkilöistä ei pitänyt tekstitoiminnallisuutta itselleen tärkeänä, sillä hän hyödyntää äänipalautetta lähinnä tekstimuotoisen palautteen lisänä kommenttiraita-tyyppisesti. Hän kuitenkin pohti, että äänileikkeiden upottaminen tehtävän tiettyihin kohtiin voisi olla hyvä lisäominaisuus, mutta koska kyseessä voisi olla pdf-tiedosto, kuva, lähdekoodi, tai usean tiedoston rypäs sen toteuttamiseen liittyisi runsaasti haasteita.

Toisessa evaluoinnissa tuli esille myös muita kehitysideoita. Yksi koehenkilöistä otti kantaa palautteen tallentamiseen ja oli sitä mieltä, että tallentaminen kannattaisi hänen mielestään tehdä mahdollisimman yksinkertaisesti, esimerkiksi käyttöjärjestelmän perustallennusta hyödyntäen, ja että tiedostojen nimeämiseen voisi olla jokin tuki, joka ehdottaisi esimerkiksi etuliitettä tai kokonaisuuteen liittyvää tunnistetta. Toinen koehenkilö taas oli sitä mieltä, että

työkalu olisi parhaimmillaan integroituna oppimisympäristöön, johon tehtäväkin on palautettu, jolloin sekä palaute että tehtävä olisivat samassa ympäristössä, ja erillisen työkalun aiheuttamaa säädöltä välttyttäisiin. Hän oli myös sitä mieltä, että äänipalautetyökalun hyödyntämistä tulisi tutkia erityisesti äänipalautteenannon täysmittaisessa työnkulussa, jossa otettaisiin huomioon kaikki vaiheet nauhoituksesta jakamiseen ja vastaanottamiseen. Tähän hän ehdotti menetelmäksi esimerkiksi opettajien ja oppilaiden suorittamaa käyttäjätestausta, jolla voitaisiin saada selville erilaisia tarpeita äänipalautteen antamiseen ja vastaanottamiseen liittyen.

### **5.2.2 Jatkotoimenpiteet**

Kahden evaluoinnin perusteella voidaan sanoa että äänipalautetyökalu on tarkoituksenmukainen, yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Evaluoinneissa ilmeni kuitenkin useita hyviä huomioita ja ideoita työkalun eri osa-alueita koskien, joista osa pystytään ja on pystytty toteuttamaan työkaluun. Osa huomioista ja ideoista joudutaan kuitenkin jättämään ajatuksen tasolle, sillä tämä suunnittelututkimus on rajattu ainoastaan kahteen iteraatioon. Siitä huolimatta ne ovat tärkeitä, varsinkin, jos äänipalautetyökaluun liittyvää tutkimusta aiotaan jatkaa tulevaisuudessa tai siitä päätetään toteuttaa kokoversio. Myös evaluoinneissa esille tulleet bugit on hyvä kirjata ylös mahdollisia jatkotoimenpiteitä silmällä pitäen.

Merkittävimpänä huomiona työkalun käytettävyyden kannalta voidaan pitää Split-toiminnon ymmärrettävyyttä.

## 6 Pohdinta

-Kahden evaluoinnin perusteella äänipalautetyökalun voidaan sanoa olevan tarkoituksenmukainen, yksinkertainen ja helppokäyttöinen, joten tutkimuksen tavoitteet artefaktin suhteen ovat toteutuneet hyvin.

- toteutettiin äänipalautetyökalu-prototyyppi - tutkimusmetodi suunnittelututkimus, jonka tarkoituksena ratkaista reaali maailman ongelmia innovatiivisten artefaktien avulla - Artefakti kehitettiin ja evaluoitiin kahdessa iteraatiossa - Evaluointien tavoitteet: bugien löytäminen, toteutuuko tarkoituksenmukaisuus, onko helppokäyttöinen, millaisia kehitysideoita, sekä oleellisimpana tutkimuskysymyksiin vastaaminen. - Tulosten pohjalta pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: 1. voidaanko äänipalautteen antamista helpottaa siihen suunnatun työkalun avulla? 2. Muuttiko äänipalautetyökalun käyttö suhtautumista äänipalautteen antamiseen?

- Toteutettiin prototyyppi, jolla äänipalautteen nauhoittaminen ja editointi onnistuisi mahdollisimman helposti. - Tutkimuksissa todettu, että äänipalautteen antamiseen liittyy teknisiä vaatimuksia, ja oppimiskynnystä. - Parissa tutkimuksessa tulee esille, että opettajien mielestä on helpompi vain aloittaa äänipalautte virheen tullessa uudestaan alusta, kuin editoida sitä, mikä osoittaa sen, että sitä pidetään työläänä tai siihen suhtaudutaan huonosti (oppimiskynnys). - Työkalu toteutettiin web-pohjaisena, jotta sitä voitaisiin käyttää eri laitteilla ja alustoilla - Tavoitteena oli toteuttaa mahdollisimman helppokäyttöinen äänipalautetyökalu - mahd. vähän toiminnallisuuksia - responsiivisuus - Tutut jutut muista audio-ohjelmistoista (äänileikenäkymä, jotkut perustoiminnot, undo, help) - Myös innovatiivisia toiminnallisuuksia (insert-record, äänileikkeiden autom. sijoittelu) - Suunnittelussa ja heuristisessa arvioinnissa hyödynnettiin Gestaltin ja Nielsenin heuristiikkoja - Käyttöliittymä suunniteltiin mahdollisimman yksinkertaiseksi. Käytettävyydellä ja ymmärrettävyydellä prototyypin testauksessa suurempi merkitys kuin estetiikalla. - Tutkimuksen laajuuden ja aikataulurajoitteiden takia tietyt toiminnallisuudet jouduttiin jättämään ulkopuolelle. (Palautteen tallentaminen tiedostoksi ja sen jakaminen)

- - Evaluoidaan prototyyppiä, simuloidusti autenttisessa tilanteessa, joka otettava huomioon.

- Ensimmäisen evaluaation pohjalta työkaluun tehtiin lähinnä pienempiä parannuksia (hel-  
pin isontaminen), mutta isompana ominaisuutena lisättiin navigaatiotoiminnot. - Evaluoin-  
tien tulosten perusteella voidaan sanoa, että äänipalautetyökalu palvelee tarkoitustaan eli on  
tarkoituksenmukainen, mikä oli yksi oleellisimmista evaluointikriteereistä. - Kenttätestauk-  
sissa ilmeni joitakin bugeja liittyen mm. ääneen, ääniaallon piirtymiseen, ja muutamia pikku-  
bugeja - Vaikka oli tiettyjä ongelmia, tulosten perusteella äänipalautetyökalu-prototyypissä  
tiettyjä ominaisuuksia, jotka helpottavat äänipalautteen antamista verrattuna esim. audaci-  
tyyn tai muuhun erilliseen audio-ohjelmistoon verrattuna. - insert-recordin tuoma lisäarvo  
- joustava (eri laitteilla ja alustoilla, voidaan käyttää esim. kotisohvalta mobiililla) - sisäl-  
tää vähän ominaisuuksia, toisin kuin useimmat muut audio-ohjelmistot, mutta kuitenkin tar-  
peeksi samanlainen kuin muut audio-ohjelmistot, joten ei niin suurta oppimiskynnystä, jos  
jo kokemusta muista. - Äänipalautteen antamisen kannalta oleelliset ominaisuudet to-  
teutettu web-käyttöliittymään - Jos jakaminen olisi toteutettuna työkaluun suoraan, vähen-  
täis säätöä erillisen audio-ohjelmiston kanssa (esim. audiotiedostojen exporttaamisen säädöt  
audacityssä) - Olisi paras integroituna oppimisympäristöön. - Jokaisen opettajan suhtautu-  
minen äänipalautteen antamiseen oli jo entuudestaan positiivinen, joten työkalun käytöllä ei  
ollut vaikutusta siihen.

- Tässä tutkielmassa käsiteltiin aikataulusyistä ainoastaan äänipalautteen nauhoittamista ja  
editointia, ja tulosten pohjalta voidaan sanoa äänipalautetyökalun tuovan lisäarvoa niihin. -  
Yksi potentiaalinen jatkotutkimuksen aihe olisi laajentaa esim. kyseistä prototyyppiä suun-  
nittelututkimuksen menetelmin sellaiseksi, että palautteen jakaminen olisi mahdollisimman  
vaivatonta sekä opettajille että oppilaille. - Tutkimuskysymys äänipalautteeseen suhtautumi-  
sesta ei ollut tässä tutkimuksessa oleellinen, sillä kaikilla oli jo positiivinen suhtautuminen  
(toisaalta suhtautuminen ei muuttunut huonompaan suuntaan, mikä on hyvä). Voitaisiin tes-  
tauttaa protoa sellaisilla, joilla on jostain syystä negatiivinen suhtautuminen äänipalautteen  
antamiseen. - Lisäksi kuten yksi palautteenantajista ilmaisi, niin integrointi oppimisympäris-  
töön tai muuhun vastaavan voisi olla erittäin hyvä ratkaisu, mutta aihe vaatisi perehtymistä.  
- Kirjallisuudessa tulee esille, että palautteen jakaminen on työläs osa äänipalautteenantoa,  
joten jakamisen toteuttaminen helpoksi voisi olla ajankäytön kannalta merkittävä säästö. -  
Tutkimuksessa tulisi myös selvittää tarkemmin millä palvelimella työkalua kannattaisi hos-  
tata, ja mitä palveluita voitaisiin hyödyntää äänitiedostojen jakamisessa siten, että kuluja ei

olisi, tai että ne olisivat minimaaliset. Onko tämä edes mahdollista?

- Yhteenvetona äänipalautteen antamiseen suunnitellun työkalun avulla voidaan helpottaa sen antamista, mutta epäselväksi jäi, voidaanko sen avulla muuttaa opettajien suhtautumista sen antamiseen, sillä heillä oli jo entuudestaan positiivinen suhtautuminen siihen. - Tutkimuksen voidaan katsoa onnistuneen hyvin, sillä prototyypin kehittämisen ja evaluointien yhteydessä löydettiin sellaisia innovatiivisia ratkaisuja, jotka toisivat kokoversion tapauksessa lisäarvoa äänipalautteen antamiseen (insert-record, minimimäärä toimintoja, monialustaisuus).

## Lähteet

- Biggs, John B. 2011. *Teaching for quality learning at university: What the student does*. McGraw-hill education (UK).
- Cann, Alan. 2014. “Engaging students with audio feedback”. *Bioscience Education* 22 (1): 31–41.
- Cavanaugh, Andrew J, ja Liyan Song. 2014. “Audio feedback versus written feedback: Instructors’ and students’ perspectives”. *Journal of Online Learning and Teaching* 10 (1): 122.
- Chang, Dempsey, Laurence Dooley ja Juhani E Tuovinen. 2002. “Gestalt theory in visual screen design: a new look at an old subject”. Teoksessa *Proceedings of the Seventh world conference on computers in education conference on Computers in education: Australian topics-Volume 8*, 5–12. Australian Computer Society, Inc.
- Chang, Ni, A Bruce Watson, Michelle A Bakerson, Emily E Williams, Frank X McGoron ja Bruce Spitzer. 2012. “Electronic feedback or handwritten feedback: What do undergraduate students prefer and why?” *Journal of Teaching and Learning with Technology*: 1–23.
- Chew, Eysin. 2014. ““To listen or to read?” Audio or written assessment feedback for international students in the UK”. *On the Horizon* 22 (2): 127–135.
- Cross, Nigel. 2001. “Designerly ways of knowing: Design discipline versus design science”. *Design issues* 17 (3): 49–55.
- Eckhouse, Barry, ja Rebecca Carroll. 2013. “Voice assessment of student work: Recent studies and emerging technologies”. *Business Communication Quarterly* 76 (4): 458–473.
- Gibbs, Graham, ja Claire Simpson. 2005. “Conditions under which assessment supports students’ learning”. *Learning and teaching in higher education*, numero 1: 3–31.
- Guberman, Shelia. 2017. “Gestalt Theory Rearranged: Back to Wertheimer”. *Frontiers in psychology* 8:1782.

- Heimbürger, A., ja V. Isomöttönen. 2017. “Moderating cultural effects in a higher e-education context? Supervisor’s tone of voice in recorded audio feedback”. Teoksessa *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–5. Lokakuu. doi:10.1109/FIE.2017.8190646.
- Heimbürger, Anneli. 2018. “Using Recorded Audio Feedback in Cross-Cultural e-Education Environments to Enhance Assessment Practices in a Higher Education”. *Advances in Applied Sociology* 8.
- Heimbürger, Anneli, Ville Isomottonen, Paavo Nieminen ja Harri Keto. 2018. “How do Academics Experience Use of Recorded Audio Feedback in Higher Education? A Thematic Analysis”, 1–5. Lokakuu. doi:10.1109/FIE.2018.8658635.
- Hennessy, Claire, ja Gillian Forrester. 2014. “Developing a framework for effective audio feedback: a case study”. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 39 (7): 777–789.
- Hepplestone, Stuart, Graham Holden, Brian Irwin, Helen J Parkin ja Louise Thorpe. 2011. “Using technology to encourage student engagement with feedback: a literature review”. *Research in Learning Technology* 19 (2).
- Hevner, Alan R. 2007. “A three cycle view of design science research”. *Scandinavian journal of information systems* 19 (2): 4.
- Hevner, Alan, ja Samir Chatterjee. 2010. “Design science research in information systems”. Teoksessa *Design research in information systems*, 9–22. Springer.
- Ice, Phil, Karen Swan, Sebastian Diaz, Lori Kupczynski ja Allison Swan-Dagen. 2010. “An analysis of students’ perceptions of the value and efficacy of instructors’ auditory and text-based feedback modalities across multiple conceptual levels”. *Journal of Educational Computing Research* 43 (1): 113–134.
- Johnson, Genevieve Marie, ja Audrey Cooke. 2014. “Student Use of Audio, Video, and Written Teacher Feedback: The Predictive Utility of Learning Modality Preference, Self-Regulated Learning, and Learning Style”. *International Journal of University Teaching and Faculty Development* 5 (2): 111.
- Koffka, Kurt. 2013. *Principles of Gestalt psychology*. Routledge.

- Le Moigne, Jean-Louis. 2006. "Modeling for reasoning socio-economic behaviors". *Cybernetics & Human Knowing* 13 (3-4): 9–26.
- Lunt, Tom, ja John Curran. 2010. "'Are you listening please?' The advantages of electronic audio feedback compared to written feedback". *Assessment & evaluation in higher education* 35 (7): 759–769.
- McCarthy, Josh, ym. 2015. "Evaluating written, audio and video feedback in higher education summative assessment tasks". *Issues in Educational Research* 25 (2): 153.
- Merry, Stephen, ja Paul Orsmond. 2008. "Students' attitudes to and usage of academic feedback provided via audio files". *Bioscience Education* 11 (1): 1–11.
- Middleton, Andrew, ja Anne Nortcliffe. 2010. "Audio feedback design: principles and emerging practice". *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning* 20 (2): 208–223.
- Molich, Rolf, ja Jakob Nielsen. 1990. "Improving a human-computer dialogue". *Communications of the ACM* 33 (3): 338–348.
- Nielsen, Jakob. 1994. "Enhancing the explanatory power of usability heuristics". Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, 152–158. ACM.
- . 2003. *Usability 101: Introduction to usability*.
- Nielsen, Jakob, ja Rolf Molich. 1990. "Heuristic evaluation of user interfaces". Teoksessa *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 249–256. ACM.
- Nortcliffe, Anne, ja Andrew Middleton. 2011. "Smartphone feedback: using an iPhone to improve the distribution of audio feedback". *International Journal of Electrical Engineering Education* 48 (3): 280–293.
- Prat, Nicolas, Isabelle Comyn-Wattiau ja Jacky Akoka. 2014. "Artifact Evaluation in Information Systems Design-Science Research-a Holistic View." Teoksessa *PACIS*, 23.



- Rittel, Horst W, ja Melvin M Webber. 1973. "2.3 planning problems are wicked". *Polity* 4 (155): e169.
- Roux-Rouquié, Magali, ja Jean-Louis Le Moigne. 2002. "The systemic paradigm and its relevance to the modelling of biological functions". *Comptes rendus biologies* 325 (4): 419–430.
- Ryan, Tracii, Michael Henderson ja Michael Phillips. 2019. "Feedback modes matter: Comparing student perceptions of digital and non-digital feedback modes in higher education". *British Journal of Educational Technology* 50 (3): 1507–1523.
- Ryder, Agi, ja Carole Davis. 2016. "Using audio feedback with distance learning students to enhance their learning on a Postgraduate Certificate in Higher Education programme". *Student Engagement in Higher Education Journal* 1 (1).
- Sadler, D Royce. 2010. "Beyond feedback: Developing student capability in complex appraisal". *Assessment & Evaluation in Higher Education* 35 (5): 535–550.
- Simon, Herbert A. 1996. *The Sciences of the Artificial (3rd Ed.)* Cambridge, MA, USA: MIT Press. ISBN: 0-262-69191-4.
- Skyttner, Lars. 2005. *General systems theory: Problems, perspectives, practice*. World scientific.
- Stern, Lesa A, ja Amanda Solomon. 2006. "Effective faculty feedback: The road less traveled". *Assessing writing* 11 (1): 22–41.
- Stone, Debbie, Caroline Jarrett, Mark Woodroffe ja Shailey Minocha. 2005. *User interface design and evaluation*. Elsevier.
- Trimingham, Rhoda, ja Pete Simmons. 2009. "Using audio technology for student feedback". *Global Engineering Alliance for Research and Education (GEARE)-A Comprehensive Study & Intern Abroad Program for Engineering Students*: 187–192.
- Von Alan, R Hevner, Salvatore T March, Jinsoo Park ja Sudha Ram. 2004. "Design science in information systems research". *MIS quarterly* 28 (1): 75–105.

## **Liitteet**

### **A Ensimmäisen iteraation kyselylomake**

bla bla.