



Saku Liimatainen

Reaaliaikaisen pianonsoiton etä- opetuksen optimointi soittotunnilla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Musiikkipedagogi

Musiikki

Opinnäytetyö

13.5.2024

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Saku Liimatainen
Otsikko:	Reaaliaikaisen pianonsoiton etäopetuksen optimointi soitotunnilla
Sivumäärä:	40 sivua + 4 liitettä
Aika:	13.5.2024
Tutkinto:	Musiikkipedagogi
Tutkinto-ohjelma:	Musiikin tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Musiikkipedagogi (AMK)
Ohjaaja(t):	Annu Tuovila

Opinnäytetyössäni tutkin pianonsoiton etäopetuksen käsitteitä ja työvälineitä. Koska etäopetusteknologialla on paljon yhteneväisyyksiä äänitys- ja videolähetysteknologian kanssa, opinnäytetyö käsittelee erilaisia laitteita niiden toimintaperiaatteiden ja signaaliprosessoinnin kautta. Opinnäytetyössäni pyrin vastaamaan kysymyksiin: Millaisilla keinoilla välitettävän informaation lähetystä tulisi lähestyä, jotta mahdolliset auditiiviset vääristymät pystytään minimoimaan? Minkälainen videon ja äänen suhde olisi opetuksen kannalta edullisinta ja työmäärällisesti järkevintä toteuttaa?

Opinnäytetyössä käsiteltyjä teknologisia teemoja ja apuvälineitä testattiin työelämään sijoittuvassa etäopetuskokeilussa, johon osallistui neljä pianonsoitonopettajaa oppilaineen. Kokeilussa opettajat järjestivät oppilailleen etäopetustunnin pianoluokassa, johon olin valmistellut heille neljä erilaista laitteistoa opetusta varten. Kokeilun jälkeen kokeiluun osallistuneet henkilöt osallistuivat teemahaastatteluun, josta saatua aineistoa käytettiin erilaisten toimintamallien ja teknologisten apuvälineiden merkityksen arvioinnissa.

Kokeilusta syntyneestä tutkimusaineistosta ilmeni, että työvälineiden määrä ei suoraan heikennä opetuksen hallintaa. Samalla ilmeni myös, että nuottikuvan monitoroinnin kehittämisellä voisi parantaa etäopetusta. Kokeilu osoitti, että pienimuotoisimmassakin etäopetuksen toteutuksessa on järkevää hyödyntää tietokoneen lisäksi vähintään yhtä erillistä mikrofonia ja videolähdettä.

Opinnäytetyö on saanut inspiraationsa vuonna 2020 alkaneen koronapandemian myötä, jolloin opetusala jouduttiin turvautumaan lyhyellä aikavälillä erilaisiin virtuaalisiin opetusympäristöihin. Musiikkiteknologian hallitseminen on soitonopetuksessa tärkeä aihe ja opinnäytetyössäni pyrin tarkastelemaan käytännönläheisesti opettajan kannalta merkittäviä etäopetuksen työvaiheita ja välineitä.

Avainsanat: Pianonsoiton opetus, etäopetus, musiikkiteknologia

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Saku Liimatainen
Title: Optimizing Real-time Remote Tuition during Piano Lessons
Number of Pages: 40 pages + 4 appendices
Date: 13 May 2024

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme: Music
Specialisation Option: Instrument Pedagogy
Supervisor: Annu Tuovila, DMus

In my thesis, I examine the concepts and tools used in remote piano tuition. Since remote tuition technology shares many similarities with audio and video transmission technology, the thesis explores various devices through their operating principles and signal processing. In the thesis, I answer the following questions: what methods should be used to approach the transmission of information to minimize potential auditory distortions and what would be the most beneficial and logistically feasible ratio of video to audio for teaching purposes?

Technological themes and tools discussed in the thesis were tested in a work-based remote teaching experiment involving four piano teachers and their students. In the experiment, teachers conducted remote piano lessons in their classrooms using four different sets of equipment prepared for them. After the experiment, the participants took part in thematic interviews, and the collected data was used to evaluate the significance of various approaches and technological tools.

The research data from the experiment revealed that the number of tools used does not directly weaken the control of tuition. Additionally, it was discovered that improving the monitoring of sheet music could enhance remote teaching. The experiment demonstrated that even in the smallest remote tuition setups, it is advisable to utilize at least one separate microphone and video source in addition to a computer.

My thesis was inspired by the onset of the COVID-19 pandemic in 2020, which led to the rapid adoption of various virtual tuition environments in the education sector. Proficiency in music technology is an important topic in music education, and in my thesis, I aim to provide a practical evaluation of significant stages and tools in remote teaching from the teacher's perspective.

Keywords: Piano tuition, remote tuition, music technology

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön toteutus	2
2.1	Tutkimuskysymykset	3
3	Etäopetuksen tarve ja tavoitteet	4
3.1	Opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus	6
4	Etäopettamisen työkalupakki	7
4.1	Äänikortit ja AD-muunnos	7
4.2	Mikrofonit ja mikitystekniikat	9
4.3	VoIP-palvelut ja verkkolähetys	12
4.4	Etäyhteyden signaalitie	13
4.5	Äänen ja kuvan välinen symbioosi	15
5	Etäopetustilanteen testaaminen	16
5.1	Kokeilun tavoitteet	17
5.2	Testin tekninen toteutus	18
5.2.1	Laiteyhdistelmät	19
5.2.2	Ohjelmistojen jäsentely	25
5.2.3	Zoom Meeting –ohjelmiston asetukset	27
6	Testaajien kokemukset	29
6.1	Haastattelun analysointi	30
6.2	Haastattelun tulokset	31
7	Pohdinta	35
	Lähteet	38
	Liitteet	41
	Liite 1 Tiedote tutkimuksesta	41
	Liite 2 Tutkimuksen suostumuslomake	45
	Liite 3 Haastattelukysymykset	46
	Liite 4 Haastatteluaineiston teemoittelu	47

1 Johdanto

Tämä etäopetusaiheinen opinnäytetyö on saanut alkunsa vuoden 2020 tapahtumista. Globaalin pandemian seurauksena monet suoria ihmiskontakteja sisältävät toimialat joutuivat tukalaan tilanteeseen. Näin ollen eivät soitonopettajatkaan olleet varautuneet toimimaan ympäristössä, jossa vuorovaikutus perustuu ainoastaan virtuaalisiin kontakteihin. Lähiopetuksenakaan toteutettu instrumenttipeetus ei ole helppoa, joten etäopetukseen siirtyminen sai monen soitonopettajan pohtimaan tulevaisuuttaan. Positiivisesta näkökulmasta katsottuna poikkeusolosuhteet herättivät kuitenkin tärkeitä kysymyksiä taiteen opetuksesta ja esittävän säveltaiteen tulevaisuudesta. Tuleeko taiteen tai soitonopetuksen olla saavutettavissa digitaalisia kanavia pitkin? Millainen on soitonopetuksen tulevaisuus yhteiskunnassa, jossa pyritään maksimoimaan erilaisten palveluiden digitalisointimista? Teknologian yhdistäminen reaaliaikaisesti vahvan vuorovaikutteiseen instrumenttipeustilanteeseen ilman aiempaa tietoteknistä kokemusta ei ole yksinkertaista. Sekä yksilö- että pienryhmäopetuksessa, jossa opettajan läsnäololla on vahva merkitys oppimiskokemuksen kannalta, välitysmediat tuovat lisähaastetta vuorovaikuttamisen selkeyteen. Vaikka etäopetusolosuhteet olisi valmisteltu huolella etukäteen, on mahdotonta täysin varmistaa, millaisena välitetty informaatio näyttäytyy vastaanottajien päässä. Tämä herättää luonnollisesti huolta ja epävarmuutta sekä epäonnistumisen pelkoa.

Tämä opinnäytetyö keskittyy toimenpiteisiin, joita pianonsoiton opettajan on mahdollista hyödyntää omassa etäopetuksessaan. Tämä ei kuitenkaan poisulje, etteivätkö oppilaat voisi mahdollisesti myös hyötyä tässä työssä käsiteltävistä työmetodeista ja teknologisista ratkaisuista. Opinnäytetyö käsittelee erilaisia pianonsoiton etäopetuksen teknologisia apuvälineitä, niiden toimintaperiaatteita ja soveltuvuutta soittotunnilla. Tärkeässä roolissa opinnäytetyössä on myös digitaalinen signaalinprosessointi, verkkolähetyksen optimointi. Osana opinnäytetyötä järjestin etäopetuskokeilun Lahden Konservatoriossa, johon osallistui neljä pianonsoiton opettajaa ja neljä pianonsoiton oppilasta. Kaikilta

tutkimukseen osallistuneilta henkilöiltä kerättiin tutkimusluvut (liite 2) ja heitä tiedotettiin etukäteen tutkimuksesta erillisellä lomakkeella (liite 1). Lahden Konservatorion tilojen käyttöä varten sain kirjallisen luvan kyseiseltä oppilaitokselta. Opinnäytetyön aineisto koostuu kokeilusta kertyneen aineiston lisäksi etäopetukseen ja musiikkiteknologiaan liittyvistä julkaisuista ja artikkeleista.

Koronapandemian aiheuttamien poikkeusolojen vaikutuksen ohella koen oman kiinnostukseni aiheeseen olevan seurausta mielenkiinnosta pianonsoittoon, kokeelliseen musiikkiin ja äänentuottamiseen liittyvään teknologiaan. Elektroniikan läsnäolo musiikissa on viehättänyt minua varhaisesta iästä lähtien, minkä seurauksena erilaiset kokeelliset elektroniset äänilähteet ovat olleet tärkeässä roolissa omassa taiteellisessa tekemisessäni. Koen elektronisilla äänilähteillä olevan myös paljon potentiaalia nykymusiikin tutkimuksen ja opettamisen kannalta.

2 Opinnäytetyön toteutus

Tämä opinnäytetyö käsittelee pianonsoiton etäopetuksen kannalta tärkeiden teknisten toimenpiteiden optimointia, erityisesti ääni- ja videoteknisistä tulokulmista. Tarkoitukseni havainnollistaa, miten erilaisilla laiteyhdistelmillä työskentely vaikuttaa opettajan kokemukseen työskentelyn sujuvuudesta. Opinnäytetyö sisältää myös työelämätilanteeseen sijoittuvan etäopetuskokeilun, jossa hyödynnetään opinnäytetyössä käsiteltyjä teknologisia tulokulmia sekä laiteyhdistelmiä. Kyseisessä tutkimuksessa neljä pianonsoitonopettajaa piti pianotunnin oppilaidensa kanssa etäyhteyttä hyödyntäen, minkä jälkeen heidän kokemuksiaan avattiin teemahaastattelun avulla. Tämän opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu kokeilun havainnoista sekä kokeilusta syntyneestä haastatteluaineistosta. Kokeiluun osallistuneiden henkilöiden teemahaastatteluja analysoidaan laadullisen sisältöanalyysin keinoin.

2.1 Tutkimuskysymykset

Ensimmäinen tutkimuskysymys on: millaisilla keinoilla välitettävän informaation lähetystä tulisi lähestyä, jotta mahdolliset auditiiviset vääristymät pystytään minimoimaan? Kysymys ei pelkästään huomioi olemassa olevaan signaaliin muodostuvia vääristymiä tietoverkkojen mahdollistamien häiriöiden vuoksi vaan nostaa esiin tarpeen eritellä tapoja, joilla luoda laadukasta video- ja äänisignaalin yhdistelmää. Yksinkertaistettuna kysymys tarkoittaa siis, miten tuottaa laadullisesti kelvollista ääntä ja videota sisältävää signaalia ja välittää sitä mahdollisimman vääristymättömästi. Asiaa lähestytään tässä opinnäytetyössä hyvin käytännönläheisesti ääniteknisestä näkökulmasta.

Toinen tutkimuskysymykseni on: minkälainen videon ja äänen suhde olisi opetuksen kannalta edullisinta ja työmäärän kannalta järkevin toteuttaa? Vastaus kysymykseen on kokemukseni mukaan tilannekohtainen, jossa oppijaprofiililla on merkittävä vaikutus. Oppimiskyky on sidoksissa yksilöiden tapaan vastaanottaa ja prosessoida informaatiota. Reaaliaikainen etäopetus nivoutuu vahvasti visuaalisen ja auditiivisen sisällöntuottamisen ympärille. Muuttamalla näiden molempien asetuksia ja keskinäistä suhdetta on mahdollista kiinnittää oppija huomioimaan erilaisia asioita. Esimerkiksi opetustilanteessa, jossa videosignaalia välittävä laite on asetettu klaviatuurin yläpuolelle kuvaamaan kohtisuoraan alas päin, on mahdollista keskittää oppijan huomiota sormitusten havainnointiin. Yhden pienikalvoisen kondensaattorimikrofonin asettaminen lähietäisyydelle kohti flyygelin kielikoneiston ylärekisteriä mahdollistaa tarkan informaation välittämisen kuvitellun kappaleen melodisesta sisällöstä.

Erilaisia kuva- ja ääniasetteluiden yhdistelmiä on käytännössä yhtä monta kuin erilaisia laiteita on saatavilla. Tärkeään rooliin nousevat monesti saavutettavuus sekä budjetti. Erilaiset taltiointi- ja välityslaitteet eroavat keskenään erityisesti kohinageneroinnin, taajuusvasteen ja muiden signaalia värittävien tekijöiden osalta. Vähemmän signaalia värittävät laitteet ovat lähtökohtaisesti taloudellisesti suurempia investointeja kuin laitteet, jotka värittävät signaalia. Kuitenkin

on muistettava, että viime kädessä etäopetus ilmenee digitaalisena, reaaliaikaisesti muuttuvana mediasisältönä, jota tarkkaillaan ruudulta. Tästä syystä etäopetusta ei tulisi suoraan verrata lähiopetukseen. Parhaimmillakin taltiointivälineillä välitetty signaali on aina todellisuutta jäljittelevä tallenne, joka on väritynyt erilaisten äänenpakkausprosessien seurauksesta. Tämän vuoksi tulee olla realistinen, mitä työympäristön optimoinnilla pyritään tavoittamaan. Etäopetuksen epätäydellisyys on pystyttävä hyväksymään huomioiden kulloinkin saatavilla olevat työkalut.

3 Etäopetuksen tarve ja tavoitteet

Opetushallituksen (2021) teettämän raportin mukaan etäopetuksiksi määritellään opetus, jossa opettaja ja oppija ovat fyysisesti eri tiloissa, mutta yhteydessä tieto- ja viestiliikennetekniikan välityksellä (Vuorio ym., 2021, s.14). Tämän määritelmän perusteella esimerkiksi tilanne, jossa oppilas ja opettaja ovat fyysisesti samassa tilassa, mutta yhteydessä pelkästään tietoteknisin keinoin ei täytä etäopetuksen määritelmää. Keegan (1996) pohti ja vertaili etäopetuksen erilaisia muotoja toisiinsa käsitteellisesti. Hänen mukaansa reaaliaikaisesti ja kasvoitusten tapahtuvaa virtuaalista opettamista oli mahdollista tarkastella sekä etäopetuksen yhtenä ilmentymänä kuin myös omana käsitteenään (Keegan, 1996, s.18–23). Havaintojeni mukaan termiä virtuaalinen opetus käytetään nykyään huomattavasti harvemmin käsiteltäessä reaaliaikaista etäopetusta. Todennäköisesti historiassa termillä reaaliaikainen pyrittiin erottamaan virtuaalinen opetus etäopetuksesta. Etäopetusta on mahdollista toteuttaa myös asynkronisesti, jossa opettaja on valmistanut materiaalit etukäteen, mutta ei itse ole aktiivisesti läsnä oppijan suorituksen aikana.

Matti Ruippo (2008) mainitsee musiikin etäopetuksen monipuoliseksi toiminnaksi, jonka kohdetta ei rajata tiettyihin ryhmiin kuten esimerkiksi opiskelijoihin tai ammattilaisiin. Käsiteltäessä musiikin etäopetusta se kohdistuu lähtökohtaisesti kaikkiin taitotasoihin. Hänen pohjustuksensa mukaisesti etäopetus tarkoittaa (Ruippo, 2020, s. 34–38):

1. Musiikinopetuksen välittämistä opettajan ja oppilaan ajallisesta ja maantieteellisestä etäisyydestä huolimatta siten, että oppilaan taidollinen ja tiedollinen kasvu on mahdollista.

2. Sellaisten teknisten ja pedagogisten järjestelyjen ja ratkaisujen luomista, joiden avulla musiikin etäopetus välittyy laadukkaasti.

Ruippo (2020) tuo myös esille, että yleisesti muiden alojen opetukseen verrattuna musiikin opetuksessa korostuvat auditiivisen sisällön, aktiivisen toiminnan sekä non-verbaalisen sisällön merkitys (Ruippo, 2020). Tarkasteltaessa etäopetuksen välitysmmedian laadullisia tavoitteita, äänenlaadulla on lähtökohtaisesti merkittävä vaikutus opetuksen ymmärrettävyyden kannalta. Musiikillinen sisältö voi sisältää useampia sisällöllisiä kerroksia, joiden merkitys on suoraan riippuvainen äänen muutoksista ajassa. Näistä äänen ominaisuuksista mielestäni merkittävimpiä ovat taajuus tai musiikillisemmin sävelkorkeus, agogiikka eli äänen rytmiset ominaisuudet (Finto, 2018) ja äänen voimakkuuden muutokset ajan funktiona eli dynaamiset ominaisuudet. Puheen välityksellä tapahtuvassa etäopetuksessa onnistuneen informaation välityksen kriteerit ovat väljemmät ja anteeksiantavammat kuin instrumentaalisen sisällön etäopetuksessa. Puheinformaation välitykseen perustavasta etäopetuksesta esimerkkinä toimii mikä tahansa ei-musiikillista aihetta käsittelevä yksilö- tai ryhmäopetustunti.

Hodgesin ym. (2020) mukaan on tärkeää erottaa etäopetuksen ja verkkototeutukset hätäetäopetuksesta. Hätäetäopetuksella (emergency remote teaching) tarkoitetaan väliaikaiseksi tarkoitettua etäopetusta, joka on seurausta ympärillä vallitsevista kriisiolosuhteista, joihi ei ole pystynyt varautumaan etukäteen. Tämän myötä sisällöntoteutusta ei ole myöskään lähtökohtaisesti tehty etäopetuksen näkökulmasta. Tämän etäopetuksen toteutuksen muodolla ei ole myöskään ole päämääränä uuden pedagogisen ekosysteemin luominen vaan pikemminkin tilapäisen ratkaisun tarjoaminen, joka on mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti saavutettava lyhyellä aikavälillä. (Hodges ym., 2020)

3.1 Opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus

Opetustoimintaa tarkasteltaessa on sinänsä helppoa jumittua ajattelemaan opettajan olevan ainoa tietoa välittävä osapuoli, vaikka oppilaalla on vastavuoroisesti tiedonvälityksessä todella merkittävä rooli. Opettaminen on aina oppimiskokemus myös opettajalle, jonka on tarkoitus johtaa vuorovaikutuksen ja pedagogiikan kehittämiseen. Välimediaa hyödyntävä etäopetus eroaa äänen ominaisuuksiltaan paljon lähiopetuksesta. Anna Räsänen (2020, s.36–37) kertoo opinnäytetyössään kokemuksistaan etäopetuksen parissa ja mainitsee viiveellä olleen hyvin monilainen merkitys suhteessa opettamisen rytmitykseen ja yleisesti vuorovaikutukseen. Instrumenttiopetuksessa tavataan ohjeistaa oppilasta suorituksen aikana, jossa ajoituksella on keskeinen rooli suorituksen kulussa. Johtuen viiveestä tällaista palautetta oli hänen kokemustensa mukaan joko vaikeaa tai käytännössä mahdotonta antaa reaaliaikaisesti kesken soittosuorituksen. Joskus oppilas ei välttämättä myöskään kuullut pyyntöä keskeyttää soittosuoritus, jonka myötä opettaja saattoi joutua toistamaan pysähtymispyyntöjä useampaan kertaan. Tämän myötä opetuksen rytmi muuttui selkeästi erotelluksi vuoropuheluksi, jossa keskustelut ja puheenvuorot oli järkevintä jakaa selkeästi osiin väärinymmärrysten ja turhien keskeytysten minimoimiseksi. (Räsänen, 2020, s. 36–37)

Räsänen kuvaaman esimerkin perusteella näyttää siltä, että viiveellä ei ole vaikutusta ainoastaan yleisessä rytmityksessä, vaan myös molempien osapuolten ajatusten organisoimisessa. Viiveen kasvaessa liian isoksi on riski, että äänessä oleva osapuoli on ehtinyt edetä sisältönsä välittämisessä todella pitkälle, vaikka toisella osapuolella olisi ollut tarvetta esittää kysymyksiä jo paljon aiemmin. Tällöin vastaavan osapuolen voi olla vaikea tarttua mahdollisiin lisäkysymyksiin, mikäli aihe on jo ehtinyt vaihtua. Räsänen (2020) kuitenkin mainitsee tämän kommunikaatiohaasteen kehittäneen häntä itseään erityisesti sanallisen ilmaisun selkeydessä. Lisäksi hän mainitsee, että kun sekä opettaja ja oppilas olivat tottuneet informaation välittymisnopeuteen, vuorovaikutus alkoi tuntua luontevammalta. (Räsänen, 2020, s. 38–39)

4 Etäopettamisen työkalupakki

Lähiopetukseen verrattuna etäopetuksessa hyödynnetään opetettavan instrumentin lisäksi teknologisia apuvälineitä, joilla on tarkoitus edistää informaation välitystä verkon yli. Näitä teknisiä apuvälineitä ovat esimerkiksi instrumentin taltiointiin käytettävät mikrofonit, videosignaalin muodostamiseen käytettävät erilliset kamerat sekä niiden käyttämiseen liittyvät liitännäistuotteet. Nämä liitännäistuotteet voivat esimerkiksi olla telineitä, joita käytetään mikrofonien tai kameroiden ripustamiseen. Oman kokemukseni pohjalta musiikkiin liittyvän teknologian hallitseminen on jatkuva oppimisprosessi, jonka alkuvaiheilla erityisesti teknisen termistön opetteluun kuluu paljon aikaa. Tämän vuoksi pyrin tuomaan esille tässä luvussa teknisten apuvälineiden lisäksi niihin liittyvää teknistä termistöä, joka liittyy olennaisesti apuvälineiden toimintaperiaatteisiin.

Etäopetus on pohjimmiltaan signaalin välitystä verkon yli, jossa tavoitteena on välittää digitaaliseen muotoon välitettyä akustista värähtelyä osoitteesta toiseen. Koen, että muutettaessa akustista värähtelyä digitaaliseen muotoon olisi hyvä huomioida samoja teknisiä näkökulmia, joita hyödynnetään yleisesti instrumenttien taltioinneissa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi äänitetuotannossa hyödynnettävien mikitystekniikoiden käyttämistä etäopetuksessa. Vaikka oman soittonsa saisi digitoitua hyvälaatuisesti ennen lähetysprosessia, etäyhteyksissä hyödynnettävien tiedonsiirtopakkauksen (packeting) vuoksi ääni harvoin välittyy täysin värityttömästi. Pakkaus eli datakompressio on välttämätöntä, koska pakkaamattoman informaation lähetys on tietoteknisesti raskas prosessi: perinteisen modeemin kautta saavutetun internetyhteyden kautta noin kolmeminuuttisen kappaleen lataamiseen kuluisi useita kymmeniä minutteja (Sihvonen & Vargas, 2008, s.134).

4.1 Äänikortit ja AD-muunnos

Akustisen värähtelyn muuttaminen digitaaliseen muotoon edellyttää AD-muuntimen käyttöä. Muunnoksessa analoginen signaali, joka saavutetaan esimerkiksi mikrofonin kautta taltioimalla, muutetaan digitaaliseksi koodiksi, joka kuvataan

esimerkiksi kahden jännitetason muutoksena (Aalto Yliopisto, 2003). Jotta olisi mahdollista esittää jatkuva ääniaalto eri numeroiden sekvenssinä, signaalia näytteistetään tasaisella näytteenottotaajuudella (sampling rate) (Rossing ym., 2001). AD-muunnosta on mahdollista tehdä täysin erillisillä AD-muuntimilla tai äänikorteilla (audiointerface). Isoin ero äänikortin ja AD-muuntimen välillä on, että äänikorteissa on yleensä useita erilaisia fyysisiä liitäntöjä ja ne voidaan liittää suoraan tietokoneeseen esimerkiksi USB- tai Thunderbolt-väylää pitkin (Sweetwater, 2012).

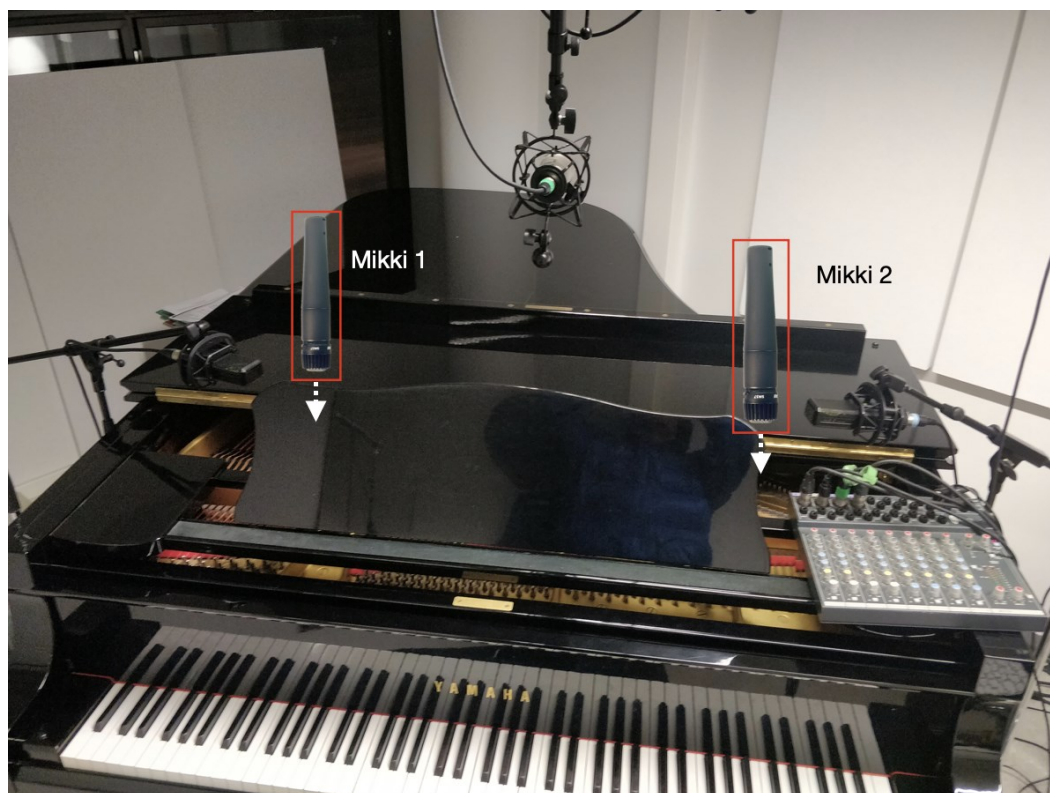
Drewsin (2022) mukaan useammassa tietokoneissa on lähtökohtaisesti sisäänrakennettu äänikortti, jonka liitäntämahdollisuudet ovat rajalliset. Tämän rajallisuuden takia esimerkiksi musiikin, podcastien tai videoiden ammattimainen äänittäminen vaatii yleensä ulkoisen äänikortin. Monissa mikrofoneissa on tilaa vieviä XLR-liitäntöjä, jotka eivät ole yleisiä useimpien tietokoneiden sisäisissä äänikorteissa. Ulkoisissa äänikorteissa käytetään myös ¼-tuumaisia jakkiliittimiä balansoimattomien signaalien vastaanottamiseen, joita esimerkiksi sähkökitaroiden kelamikrofonit tuottavat. (Drews, s.1–2, 2022). Monista äänikorteista löytyvät myös 5-napaiset DIN-liittimet, joita myöten on mahdollista välittää MIDI-signaalia (musical instrument digital interface).

Oman kokemukseni mukaan näytteenottotaajuus sekä bittisyvyys ovat etäopeituksen kannalta tärkeitä. Näytteenottotaajuudella tarkoitetaan aikatiheyttä, jolla AD-muunnoksessa näytteistettävästä signaalista kaapataan näytteistysarvoja, jotka esitetään digitaalisessa muodossa (Rossing ym., 2001, s. 556). Käytännössä mitä tiheämpi näytteistysväli, sitä tarkempi representaatio alkuperäisestä signaalista saavutetaan. Bittisyvyydellä (bit depth) tarkoitetaan käytännöstä signaalin dynaamisesta skaalaa, eli mitä isompikantainen bittijärjestelmä, sitä laajemmalla dynaamisella skaalalla saavutetaan eri arvoja näytteistettävästä signaalista (Pero, 2014, s. 56). Käytännön ympäristössä yleisimmät näytteistystaajuudet ovat 44.1 kHz, 48 kHz ja nykyään yleisimmät bittisyvydet ovat joko 16 bittiä tai 24 bittiä. Näytteistysarvon valinnassa vaikuttavina teorioina pohjalla vaikuttaa Nyqvistin teoreema (Pohlmann, 2010). Yksinkertaistettuna Nyqvistin teoree-

man mukaan näytteenottotaajuuden tulee olla vähintään kaksi kertaa korkeimman näytteistettävän taajuuden suuruinen, jotta vältettäisiin laskostumisvirheet (aliasing) (GeeksForGeeks, 2024).

4.2 Mikrofonit ja mikitystekniikat

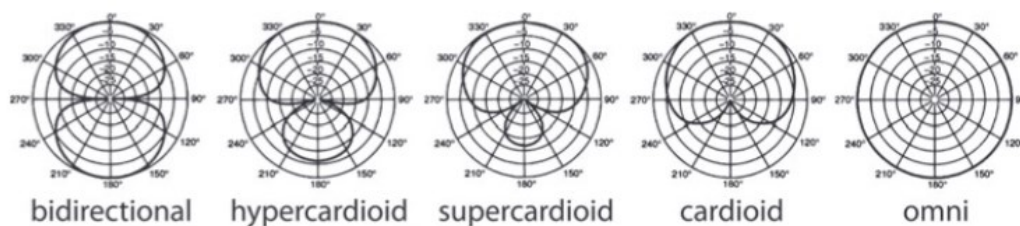
Valittaessa mikrofoneja etäopetusta varten on hyvä perehtyä erilaisiin mikrofonivaihtoehtoihin sekä mikitystekniikoihin. Rossingin ym. mukaan (2001) dynaamisissa mikrofoneissa ääniaallot saavat mikronikalvoon kytketyn kelan värähtelemään magneetin ympärillä. Tästä liikkeestä syntyvät muutokset magneettikentässä tuottavat representaation äänestä jännitteen muodossa. Mikrofonit soveltuu erityisesti tilanteisiin, jossa on tarkoitus havainnoida äänestä äänilähdettä pienillä impedansseilla. Kuitenkin etäisyyden kasvaessa äänilähteeseen ja äänenpaineen ollessa pieni, dynaamiset mikrofonit eivät aina pysty havainnoimaan taajuusspektrin korkeimpia kaistoja tyydyttävästi (Rossing ym., 2001, s. 395). Oman kokemukseni mukaan dynaamiset mikrofonit toimivat erittäin hyvin esimerkiksi puheen välityksessä lähietäisyydeltä etäopetuksessa. Jos saatavilla on esimerkiksi kaksi dynaamista mikrofonia, niitä on mahdollista käyttää myös instrumentin taltiointiin lähietäisyydeltä. Tällaisessa esimerkissä toinen mikrofonit voidaan sijoittaa lähietäisyydelle pianon ylärekisterin vasaroista ja toinen vastaavasti alarekisterin vasaroiden yläpuolelle. Alapuolella olevassa kuvassa (kuva 1) pyrin havainnollistamaan kuvaan merkittyjen mikrofoni 1:n ja mikrofoni 2:n sijoittelua edellisen kuvauksen mukaisesti.



Kuva 1. Flyygelin mikitys kahdella dynaamisella mikrofonilla. Valokuva: Saku Liimatainen

Rossingin ja kumppaneiden mukaan (2001, s. 396) kondensaattorimikrofoneissa mikrofoni kapseli koostuu kahdesta metallilevystä, joiden välillä vallitsee ulkoisen virransyötön ansiosta sähkövaraus. Ääniaaltojen aiheuttamat muutokset metallilevyjen välillä vaikuttavat varauksen suuruuteen, joka synnyttää representaation ääniaalloista. Koska metallilevyt ovat yleensä todella ohuita ja massaltaan kevyitä, pienetkin ilmanpaineen muutokset saavat ne liikkumaan. Tämän vuoksi ne toimivat erinomaisesti koko taajuuspektrin havainnoimisessa. (Rossing ym., 2001, s. 396) Yleisesti mikrofonit vaihtelevat keskenään myös suuntakuvion ja itsekohinan kannalta. Mikrofonivalmistaja DPA:n mukaan (2018) itsekohina johtuu mikrofoniin virtapiirissä kulkevasta virrasta. Myös termien energia eli ympäristössä vallitseva lämpöenergia vaikuttaa kohinasoon ja tätä kutsutaan Johnsonin kohinaksi (Johnson noise). Muu kohina generoituu laajalti ilmvirran liikkeestä mikrofoni kapselin ympärillä. (DPA Microphones, 2018)

Kaikilla mikroneilla on oma suunnallinen vaste, suuntakuviot (polar pattern), joka kuvaa mikrofoniin kykyä vastaanottaa äänen värähtelyä suhteessa mikrofoniin etuosaan (Huber ym., 2023, s. 112). Mikrofonien suuntakuviot määrittävät käytännössä kuinka laakealta akselilta suhteessa äänilähteeseen mikrofonit pystyvät havainnoimaan värähtelyä. Alla olevassa kuvassa (kuva 2) on Huberin ym. (2023) teoksesta poimittu kuva, joka pyrkii selventämään eri suuntakuvioiden eroavaisuuksia äänen havainnoinnin suhteen. Kuvassa eri suuntakuviot on sijoitettu napakoordinaatistoon, jossa niiden suunnasta riippuvaa herkkyyttä ilmentään mustalla viivalla rajatulla vyöhykkeellä. Esimerkiksi Bidirectional-suuntakuviot, jota nimitetään yleisesti myös kahdeksikkokuvioksi, havaitsee ääntä samalla herkkyydellä sekä mikrofoniin edestä että takaa. Cardioid eli herttasuuntakuviot puolestaan havaitsee ääntä laakealla keilalla mikrofoniin etupuolelta. Pallosuuntakuviot (omni) on kuvan 2 mukaan vähiten suuntaava, koska se havaitsee ääntä jokaisesta kulmasta samalla herkkyydellä.



Kuva 2. Mikrofonien suuntakuviot (Huber ym., 2023, s. 114).

Valittaessa sopivaa mikrofonia etäopetukseen on hyvä ottaa huomioon, onko samaa tai samoja mikrofoneja tarkoitus käyttää myös yleisesti oman soiton äänityskäyttöön. Lisäksi koen, että on hyvä pohtia mikrofonien määrää ja suuntakuviota siltä kannalta, kuinka tarkka äänikuva on tarkoitus saavuttaa taltioitavasta instrumentista. Mikäli tavoitteena on muodostaa vaikutelma lähiopetuksen kaltaisesta soittotuntitilanteesta, on pystyttävä arvioimaan henkilöiden ja instrumentin välistä fyysistä etäisyyttä suhteessa kuulon käyttäytymiseen. Huberin ym. (2023) mukaan ihmisen korvat toimivat periaatteessa kuten anturit tai mikrofonit: korvat havaitsevat äänialloista syntyviä muutoksia, joita aivot jäsentelävät kuulokokemukseksi. Koska äänen suunnan ja tilallisuuden (spatial location) perustuu korvien välisiin havainnointieroihin, yhdellä korvalla ei ole mahdollista

havaita tilallisuutta (Huber ym., 2023, s. 69). Käytettäessä vähintään kahta mikrofonia on mahdollista hyödyntää erilaisia stereomikitysasetteluita, joiden avulla on mahdollista emuloida akustista tilallisuutta. Huberin ym. (2023) listauksen mukaan seuraavat stereomikitystekniikat ovat yleisimmin käytettyjä stereo- ja monikanavataltioinneissa.

- Spaced pair (A-B-stereo)
- X/Y-stereo
- M/S
- Decca tree
- Multi Array (voi koostua jopa 11 eri mikin keskinäisestä asettelusta)

Vaikka nämä eri stereofoniset asettelut eroavat keskenään äänikuvan kannalta, tämän opinnäytetyön kokeilussa hyödynnetään ainoastaan Spaced pair –mikitystä. Tämä johtuu siitä, että kyseinen mikrofonitekniikka on kokemukseni mukaan verrattain helppoa hyödyntää, eikä se edellytä esimerkiksi M/S-stereomikityksen tavoin jälkiprosessointia. Spaced pair –mikitystekniikassa hyödynnetään kahta identtistä mikrofonia ennalta määräämättömällä etäisyydellä toisistaan kohdistettuna suoraan äänilähteeseen (DPA Microphones, 2024). Mikrofonit ovat myös toisiinsa nähden samassa kulmassa.

4.3 VoIP-palvelut ja verkkolähetys

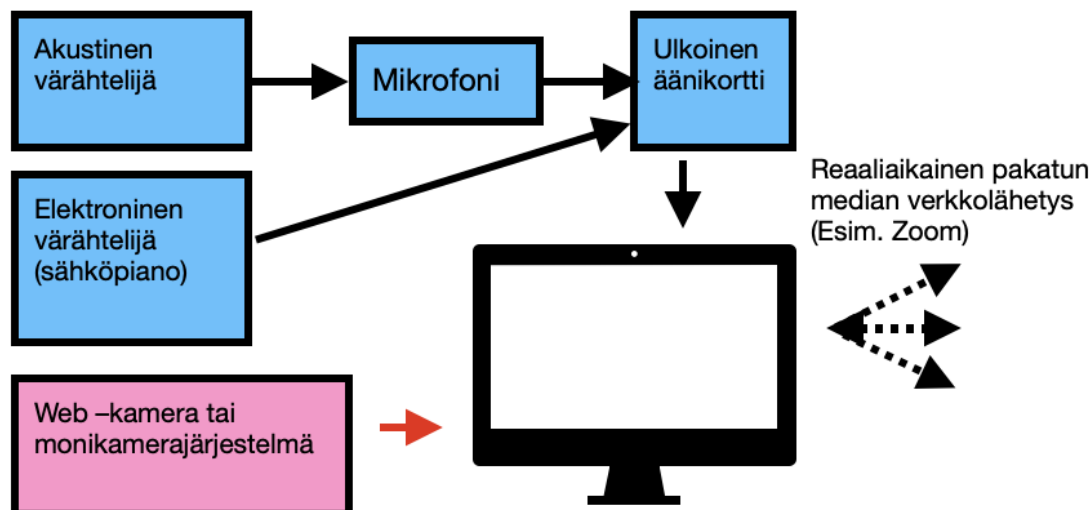
Kaikki videoviestinsovellukset edustavat niin sanottuja reaaliaikaisia systeemejä (RT-system) (IEU, 2024). Tarkemmin samat ohjelmistot edustavat myös RTC-systeemejä (real time communication system). RT-systeemit on tavattu jakaa erikseen vielä HRT-systeemeihin (hard real time system) ja SRT-systeemeihin (soft real time system) riippuen niille asetetuista toiminnallisista ehdoista. Zoom Video Communications –yhtiön Zoom-palvelu ja Microsoftin Teams-palvelu edustavat VoIP-palveluja (voice over internet protocol). Yhdysvaltain telehallintoviraston FCC:n (2024) mukaan VoIP-palvelulla tarkoitetaan yksinkertaisesti palvelua, jossa perinteisten analogisten puhelinverkkojen sijaan äänisignaalia

välitetään laajakaistan välityksellä. Mediasisällön eli videon ja äänen paketoinnissa Zoom ja Teams hyödyntävät pääasiallisesti UDP-protokollaa (user datagram protocol) (Zoom, 2021) (Microsoft, 2024). Mediasisältöjen paketoinnissa hyödynnetään yleisesti UDP- ja TCP-protokollaa, mutta UDP:tä hyödynnetään yleisesti enemmän lyhyen aikaikkunan puskuroidussa reaaliaikaisessa viestintäyhteydessä, sillä protokolla ei sisällä varmistuskomponentteja viestin tai datan perille pääsyn suhteen (Avast, 2023). Tämä tarkoittaa sitä, että käytettäessä TCP:tä esimerkiksi multimediasitriimuksessa protokolla varmistaa, että lähetetty sisältö on päässyt perille lähettämällä tästä varmistusviestin lähtöosoitteen (Aalto-yliopisto, 2024).

Tämän opinnäytetyön kokeilussa käytettiin Zoom Meeting –ohjelmistoa etäyhteyden muodostuksessa. Valintaa puolsi se, että olen itse käyttänyt kyseistä ohjelmistoa eniten verrattuna muihin ja että olen pystynyt integroimaan erilaisia liittännäisohjelmistoja, kuten Max MSP:tä, kontrolloimaan eri toimintoja Zoomissa. Koska työelämään sijoittuvassa kokeilussa opettajien ja oppilaiden tuli toimia määrittämässäni ympäristössä, koin että pystyin esivalmistelemaan Zoomia hyödyntävän etäopetunnin kattavammin kuin tunnin, jossa käytettäisiin toista ohjelmistoa. Matti Ruipon (2020) mukaan kuluttajille suunnatuista verkkoviestimistä Zoom tarjoaa kilpailijoihinsa verrattuna parhaimman äänenlaadun ja helppimman käyttöliittymän median jakamista varten (Ruippo, 2020, s.2).

4.4 Etäyhteyden signaalitie

Yksinkertaistetussa etätunnin verkkolähetyksessä voidaan ajatella olevan yksinkertaisimmillaan kaksi osapuolta. Molemmat osapuolet lähettävät ja vastaanottavat reaaliaikaisesti verkkolähetyksessä pakattua mediaa. Havainnollistan tässä työssä aiemmin esitetyn teknologian, kuten mikrofonien, äänikortin ja VoIP-palvelujen järjestystä, signaalireititystä alla olevalla kuvalla (ks. kuva 3).



Kuva 3. Yksinkertaistettu kuva etäopetuksen signaalireitityksestä.

Kuvassa 3 sinisellä väritetyt laatikot edustavat äänisignaalin kannalta olennaisia vaiheita ja vaaleanpunaisella väritetty laatikko videosignaalin tallentointia. Ruipon (2006) mukaan joissain kameroissakin voi olla sisäiset mikrofonit, joita voi käyttää äänen välitykseen. Tällainen ratkaisu toimii kohtuullisesti keskusteluissa, mutta musiikinopetukseen on hankittava parempi ratkaisu. (Ruippo, 2006, s. 241) Sama pätee myös tietokoneiden sisäisiin mikrofoneihin. Mikrofoneista saatava signaali on lähes poikkeuksetta balansoitua signaalia. Yleisesti mikrofonit käyttävät balansoituja kaapeleita lähtösignaalien matalien tasojen vuoksi (Drews, 2022). Sähköisestä värähtelijästä saatava signaali voi olla joko balansoitua tai balansoimatonta. Laittevalmistaja Motun (2024) mukaan balansoidussa äänessä käytetään kolmea johtoa äänisignaalin kuljettamiseen. Kaksi johtoa kuljettaa negatiivisia ja positiivisia signaaleja (ääni on vaihtosignaali), ja kolmas on maadoitusta varten. Balansoimattomassa signaalissa on vain kaksi johtoa. Toinen kuljettaa positiivista, toinen negatiivista signaalia ja toimii myös maadoituksena. (Motu, 2024)

Ulkoinen äänikortti suorittaa signaalille AD-muunnoksen, josta saatavaa digitaalista signaalia voidaan käyttää tietokoneella VoIP-palvelussa. Videosignaalia voidaan välittää joko yhdellä tai useammalla kameralla. Web-kameroiden tapauksessa kamerat voivat olla suoraan yhteydessä tietokoneeseen esimerkiksi

USB-väylää pitkin. Monikamerajärjestelmissä riippuen niiden käyttö voi edellyttää erillisen videomikserin käyttöä, jossa vaihdot kameroiden välillä suoritetaan mikserissä.

4.5 Äänen ja kuvan välinen symbioosi

Kaikkia etäopetuksen muotoja toimialasta tai musiikkipuolella instrumentista riippumatta yhdistää sekä visuaalisen että auditiivisen informaation välittämisen tarve. Visuaalisella sisällöllä viitataan tässä videon välittämiseen ja auditiivisella sisällöllä äänen välittämiseen. Ruipon (2006) mukaan oppitunnin osallistujien määrästä riippumatta sekä kuvan- että äänenlaatuun tulee kiinnittää paljon huomiota. Keski-Sämmin (2007) mukaan tietotekniikan käyttö ei saa myöskään rajoittaa opetusmenetelmien käyttöä vaan sen tulee tukea opetettavaa asiaa ja sitä kautta oppimisprosessia (Keski-Sämppi, 2007, s. 22). Rileyn ym. (2014) Lola-teknologiaa (low latency) käsittelevässä tutkimuksessa huomattiin, että johtuen oppilaan ja opettajan välisestä maantieteellisestä etäisyydestä ja puutteesta hyödyntää fyysisen tilan käyttöön perustuvia opetustyyliä, kameran asettaminen oikeaan asentoon saattoi viedä paljon energiaa ja aikaa. Tutkimuksessa korostui, että tärkeässä roolissa soitonopetuksessa on pystyä havainnoimaan kuultavaa ääntä suhteessa motoriseen suoritukseen, jonka myötä oikean kuvakulman saavuttamisella oli iso merkitys. (Riley ym., 2014, s. 7)

Pohdittaessa kamera-asettelua instrumentin yhteyteen sijoittelussa tulisi huomioida soittajan näkyvyys suhteessa instrumenttiin sekä mahdollisesti useamman kameran yhtäaikaiseen käyttöön liittyvät tekniset haasteet. Sopenperän (2012) mukaan suunnittelu on yksi tärkeimmistä monikameratuotannon vaiheista (Sopenperä, 2012, s. 14) Vaikka Sopenperä tarkastelee työssään monikameratuotantoja konserttitoteutusten näkökulmasta, koen samojen lainalaisuuksien vaikuttavan myös reaaliaikaisessa etäopetuksessa. Tärkeimpinä asioina on pystyä varmistamaan haluttujen asioiden näkyvyys ja niiden selkeys verkkolähetyksessä. On myös hyvä suunnitella kameroiden paikat etukäteen ja siten minimoida tarvetta muutoksille varsinaisen toteutuksen aikana (Sopenperä, 2012).

Pursiaisen (2021) tekemässä tutkimuksessa kuvailtiin erään pianonsoitonopettajan hyödyntäneen kahta kamerakuvakulmaa etäopetuksen toteutuksessa. Tutkimuksessa opettaja käytti tietokoneen kameraa kasvojen kuvaamiseen ja toista kameraa pianon ja käsien kuvaamiseen. Jotta oppilas pystyi näkemään molemmat kuvakulmat, hänen piti liittyä Zoom-keskusteluun kahtena käyttäjänä. (Pursiainen, 2021, s. 50) Oman kokemukseni mukaan kamera-asetteluita voi vaihdella riippuen tilanteesta ja oppilaan tarpeista. Pianon yläpuolella ylhäältä alaspäin kohdistetun kamerasivun etuna on yleensä hyvä näkyvyys klaviatuuriin, kun taas sivusta päin kuvaavasta kamerasta on helpompi analysoida soittajan eläytymistä ja kehonkieltä. Mikäli tunnin tarkoitus on esimerkiksi harjoitella pienen oppilaan kanssa uutta kappaletta ja nuottikuvan lukua, voi olla järkevä käyttää yläperspektiiviin asetettua kuvakulmaa oikeiden koskettimien erottamiseksi. Mikäli tarkoitus on vastaavasti tarkkailla konserttiin valmistautuvan oppilaan kenraaliharjoituksia, voi olla järkevä hyödyntää sivuperspektiiviä konserttiasetelmaa vastaavan vaikutelman saavuttamiseksi.

5 Etäopetustilanteen testaaminen

Etäopetuskokeiluun osallistui neljä pianonsoiton opettajaa sekä neljä oppilasta. Kokeilu sijoittui oikeaan opetustilanteeseen, jonka tarkoituksena oli pitää kunkin oppilaan opetussuunnitelman mukainen pianotunti. Suunnittelin alun perin kokeilun toteutettavaksi ainoastaan pianonsoiton opettajien kesken, tällöin kukin opettaja olisi joutunut asettumaan myös oppilaan rooliin. Pohdittuani asiaa kuitenkin useamman opettajakollegan kanssa tulin lopputulokseen, että oikeaan työelämätilanteeseen asettuva kokeilu voisi antaa realistisemmän kuvan toimintamallien toteutumisesta sekä testattavan laitteiston käytettävyydestä. Kokeilun suunnittelussa oli tärkeää huomioida etätunnilla käytettävät laitteistoyhdistelmät ja niiden käyttöön liittyvät ohjeet. Lisäksi koin olennaiseksi huomioida erilaiset ympäristöön liittyvät tekijät, kuten luokkahuoneiden asettelun.

Kokeiluja valmisteltaessa kävi ilmi, että kaikkien testien järjestäminen samana päivänä ei onnistuisi. Tämän vuoksi opettajat oppilaineen osallistuivat kokeiluun erikseen sovittuina päivinä Lahden konservatoriolla. Luokkahuoneet kokeilua

varten valkoituivat niiden saatavuuden kautta: opettaja työskenteli kokeilun aikana omassa luokassaan, oppilas erillisessä opetukselle varatussa luokkahuoneessa. Kuhunkin tilaan rakennettiin etätuntien järjestämiseen tarvittavat laitteistot: opettajalle opettamista ja oppilaalle oppitunnille osallistumista varten. Vaikka etäopetuslaitteiston järjestämistä tarkasteltaisiin osana etäopetustoimintaa, kasaamiseen liittyvät työvaiheet voisivat kestollisesti ylittää helposti opetustuntien aikaraamit, jolloin itse opetukseen ei jäisi ollenkaan aikaa. Päätin varmistaa ja toteuttaa itse laitteistojen kokoamisen ja toiminnan varmistamisen, koska kokeilu oli tarkoitus järjestää oikeiden opetustuntien yhteydessä niiden alkuperäisissä aikaraameissa.

Edellä kuvatun jälkeen päätin testiin sisällytettävät laitteistoyhdistelmät ja niihin käytettävät aikaikkunat. Opetustuntien ollessa keskimäärin noin 60 minuutin mittaisia sisällytin testiin neljä erilaista laitteistoa: kullekin kokonaisuudella varattiin noin 15 minuuttia. Tämä loi haasteita erityisesti testin siirtymien suunnitteluun: jotta aikatauluista olisi mahdollista pitää kiinni, siirtymien eri laitteistojen välillä tulisi tapahtua saumattomasti. Suunnittelin ja tarkastelin myös omaa rooliani testin toteuttajana. Arvioin, kuinka ohjaan testattavia henkilöitä testin aikana ja minkälainen läsnäolo ylipäänsä itselläni olisi testin aikana.

5.1 Kokeilun tavoitteet

Kokeilun pääasiallisena tavoitteena oli opettajien kokemuksiin pohjautuen tutkia erilaisten etäopetuslaitteistojen vaikutusta opetustilanteen sujuvuuteen. Toissijaisena tarkoituksena oli tutkia, kuinka paljon opettajat pystyvät hyödyntämään tunnilla lähiopetuksessa käytettyjä toimintamalleja. Opettajille kokeilun tärkein tavoite oli toteuttaa pianotunti etäyhteyksin oppilaan kanssa heille osoitetussa etäopetusympäristössä. Merkittävässä roolissa tavoitteiden muodostamisen kannalta oli myös kokeilun aikaiset ohjeistukset. Suorittavatko kokeiluun osallistuvat testin täysin omatoimisesti ilman kysymisen mahdollisuutta kirjallisen ohjeistuksen varassa? Toisena vaihtoehtona oli, että otan itse proaktiivisemmän roolin testin aikana, jolloin antaisin ohjeita laitteiden käyttämiseen opetustuntien

aikana. Päädyin lopulta jälkimmäiseen vaihtoehtoon eli proaktiivisen roolin ottamiseen, jotta osallistujilla olisi mahdollisuus kokea kunkin toimintamallin sujuvuuden potentiaali lyhyessä aikaikkunassa. Vaikka laitteiden käyttöliittymissä ei ollut montaa erilaista kontrollia, näiden kontrollien löytäminen pelkästään kirjallisen ohjeistuksen muodossa olisi edellyttänyt äänitekniikan sanaston tuntemusta.

5.2 Testin tekninen toteutus

Laitteistoja tutkittaessa tekniset apuvälineet voidaan jakauttaa karkeasti kahteen pääkategoriaan: virtuaalisiin ja fyysisiin laitteistoihin. Virtuaalisia apuvälineitä ovat kaikki ohjelmistot, konkreettiset laitteet sen sijaan ovat fyysisiä apuvälineitä. Kokeilussa käytettävien laitteistojen suunnittelussa oli tärkeää huomioida, että kaikkien välineiden tuli mahtua limittäin tilallisesti rajatulle alueelle. Tekniset ratkaisut ovat aina tilasidonnaisia, jolloin käytettävissä olevien instrumenttien määrä sekä huoneen pinta-ala ja tilavuusmitat ovat ratkaisevassa roolissa sen kannalta, mitä laitteistoja ylipäättänsä on mahdollista testata. Selvää oli, että testissä molempien osapuolten tulisi olla eri tiloissa sekä heillä tulisi olla mielellään identtiset soittimet ja teknisten resurssien sallimina mahdollisimman identtiset laitteistot. Koska aikaa kokeilun käytännöntoteutukselle kussakin tapauksessa oli noin tunti, koin järkeväksi rajata testattavien laiteyhdistelmien määrän maksimissaan neljään, jotta osallistujien olisi potentiaalisesti mahdollista muodostaa järkevä näkemys kunkin laitteiston toiminnasta.

Kokeilun suunnittelussa tuli kiinnittää erityistä huomiota laitteiston asetteluun, helppokäyttöisyyteen ja välitysmmedian selkeyteen. Suunnitellessani erilaisten laiteyhdistelmien rakennetta minun tuli huomioida erilaisten laiteyhdistelmien luonne siten, että ne eivät olisi liian samankaltaisia toistensa kanssa. Pienimuotoisemmalla toteutuksella niiden tulisi kiteyttää kunkin lähestymistavan ydinideat. Ydinidealla viitataan tässä esimerkiksi akustisella pianolla ja sähköpianolla saavutettaviin lopputuloksiin tai esimerkiksi puhelimen kameralla tai monikamerajärjestelmällä saavutettaviin keskenään eroaviin lopputuloksiin. Päädyin siihen, että testiin tulisi sisällyttää pelkästään mobiililaitteella toteutet-

tava vaihe akustisen instrumentin kanssa, kaksi vaihetta eriävillä mikitys- ja kameratekniikoilla akustisen soittimen kanssa sekä yksi vaihe sähköpianon kanssa, jossa kokeiluun osallistuja voisi hyödyntää vapaasti aiemmista vaiheista tuttuja kameratekniikoita.

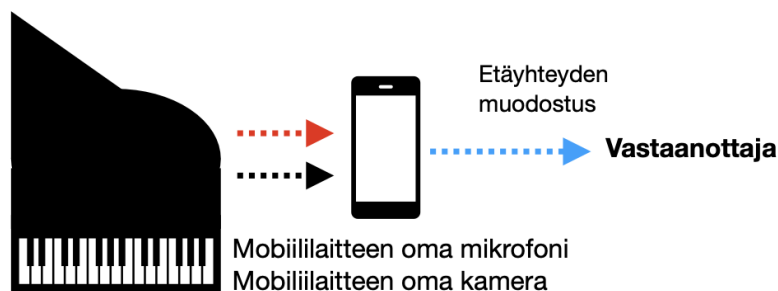
5.2.1 Laiteyhdistelmät

Kokeilussa oli käytössä seuraavien kuvien mukaiset järjestelmät. Kuvan 4 järjestelmässä etäyhteys muodostetaan mobiililaitteiden välityksellä hyödyntäen WhatsApp-ohjelmistoa. Ääni- ja videosaanalin välityksessä hyödynnetään mobiililaitteen omaa sisäistä kameraa ja mikrofonia.

Äänisignaali: Mobiililaitteen oma mikrofoni

Kuvasignaali: Mobiililaitteen oma kamera

Etäyhteys sovellus: WhatsApp



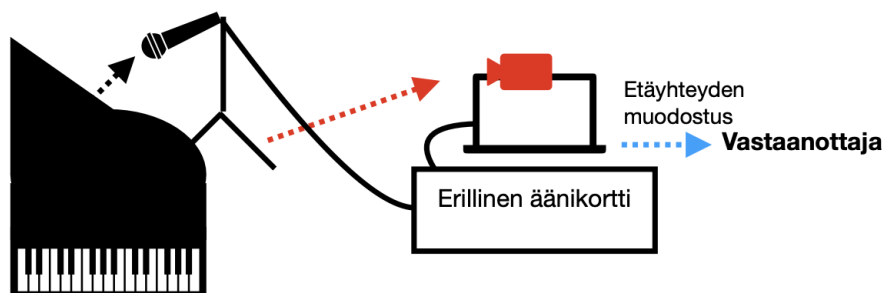
Kuva 4. Testilaitteisto 1: akustinen piano ja mobiililaite.

Kuvan 5 järjestelmässä etäyhteys muodostetaan tietokoneen välityksellä hyödyntäen Zoom Meeting –ohjelmistoa. Ääni- ja videosaanalin välityksessä hyödynnetään erillistä mikrofonia ulkoisen äänikortin välityksellä sekä tietokoneen sisäistä kameraa.

Äänisignaali: Erillinen äänikortti johon kytketty erillinen mikrofoni

Kuvasignaali: Yksi kamerakuvakulma, joko tietokoneen omalla tai erillisellä kameralla.

Etäyhteys sovellus: Zoom



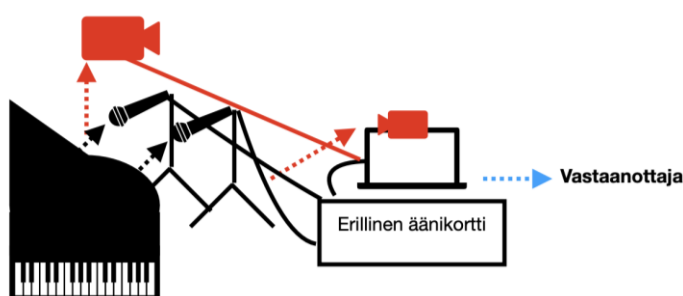
Kuva 5. Testilaitteisto 2: akustinen piano, yksi erillinen mikrofoni ja yksi erillinen kamera.

Kuvan 6 järjestelmässä etäyhteys muodostetaan tietokoneen välityksellä hyödyntäen Zoom Meeting –ohjelmistoa. Äänisignaalin välityksessä hyödynnetään kahta erillistä mikrofonia ulkoisen äänikortin välityksellä ja videosaunan välityksessä tietokoneen sisäistä kameraa ja yhtä erillistä web-kameraa. Kuvakulmia voi vaihtaa erillisellä MIDI-kontrollerilla.

Äänisignaali: Erillinen äänikortti johon kytketty useampia erillinen mikrofoni

Kuvasignaalin taltiointiväline: Useampi kamerakuvakulma, joko tietokoneen omalla tai erillisellä kameralla.

Etäyhteys sovellus: Zoom



Kuva 6. Testilaitteisto 3: akustinen piano, useampi erillinen mikrofoni ja monikamerajärjestelmä.

Kuvan 7 järjestelmässä etäyhteys muodostetaan tietokoneen välityksellä hyödyntäen Zoom Meeting –ohjelmistoa. Äänisignaalin muodostuksessa hyödynne-

tään vaihtoehtoisesti DAW-ohjelmiston virtuaalista MIDI-ohjattavaa pianoinstrumenttia tai sähköpianon linjaulostulosignaalia. Videosignaalin muodostuksessa hyödynnetään erillistä web-kameraa.

Äänilähde: Sähköinen pianoinstrumentti.
 Äänen taltiointiväline: Erillinen äänikortti johon kytketty erillinen mikrofoni
 Kuvasignaalin taltiointiväline: Erillinen kamera, joka on kytketty usb-väylän kautta suoraan tietokoneeseen
 Etäyhteys sovellus: Zoom



Kuva 7. Testilaitteisto 4: akustinen piano, useampi erillinen mikrofoni ja monikamerajärjestelmä.

Testilaitteisto 2 ja testilaitteisto 3 sijoitettiin limittäin, jolloin vaihtaminen systeemien välillä tapahtui mikrofoniin vahvistusta muuttamalla ja kameran lähde vaihtamalla. Johtuen laitteiden rajallisesta saatavuudesta opettajan ja oppilaan kontrollikäyttöliittymät tasojen muutoksiin eivät olleet identtisiä. Opettajan laitteistossa mikrofoni- ja kameratasoja oli mahdollista säätää pikakomentojen avulla, niitä ohjattiin erillisellä MIDI-kontrollerilla. Oppilaan tapauksessa mikrofoni- ja kameratasoja säädettiin manuaalisesti analogisella mikserillä, jonka ulostulo oli reititetty erilliseen äänikorttiin. Opettajan ja oppilaan mikrofonit ja kamerat eivät myöskään olleet identtiset valmistajiltaan.

Seuraavissa listauksissa ja kuvissa (ks. kuva 8 ja kuva 9) on eritelty opettajan ja oppilaan laitteistojen asettelua instrumenttien äärelle. Tässä listauksessa ei ole huomioitu kaapelointia eikä telineinfrastruktuuria. Molemmat osapuolet käyttivät kuulokkeita äänen monitoroinnissa, joita ei tässä listauksessa ole mainittu.

Opettajan laitteisto

1. Tietokone + sisäinen kamera
Tietokonetta käytettiin Zoom-yhteyden muodostamisessa, signaaliprosessoinnissa ja tietokoneen sisäistä kameraa videolähteenä.
2. Ulkoinen äänikortti, Focusrite Scarlett 18i20 1st Gen
Äänikorttia käytettiin mikrofonisignaalien muuttamisessa ja vahvistamisessa tietokoneelle digitaaliseen muotoon. Äänikortin MIDI-liitäntää käytettiin myös Abletonin virtuaalisen pianoinstrumentin soitossa.
3. MIDI-kontrolleri, Akai LPD-8
MIDI-kontrolleria käytettiin Zoomissa kamerakuvakulmien vaihtoon. Tämä edellytti ZOOMAble V1 Max For Live –liitännäisohjelmiston käyttöä Abletonissa.
4. Mono overhead –mikrofoni, Audio Technica AT2020
Mikrofonia käytettiin 2. testilaitteistossa pianon mikitykseen.
5. A-B- Stereomikitys, 2 kpl AKG C430
Mikrofoniparia käytettiin 3. testilaitteistossa pianon mikitykseen.
6. Yläkamera, Zoom Q2n-4k
Kameraa käytettiin 2. ja 3. testilaitteistossa videolähteenä.
7. Puhemikrofoni, AKG perception P3s
Mikrofonia käytettiin 3. testilaitteistossa puheen välityksessä.



Kuva 8. Opettajan laitteiston asettelu. Valokuva: Saku Liimatainen

Oppilaan laitteisto

1. Tietokone, MacBook Pro Retina 13" Early 2015
Tietokonetta käytettiin Zoom-yhteyden muodostamisessa, signaaliprosessoinnissa ja tietokoneen sisäistä kameraa videolähteenä.
2. Ulkoinen äänikortti, Roland Rubix24
Äänikorttia käytettiin mikrofonisignaalien muuttamisessa ja vahvistamisessa tietokoneelle digitaaliseen muotoon. Äänikortin MIDI-liitäntää käytettiin myös Abletonin virtuaalisen pianoinstrumentin soittamiseen.
3. MIDI- kontrolleri, Arturia Beatstep
MIDI-kontrolleria käytettiin Zoomissa kamerakuvakulmien vaihtoon. Tämä edellytti ZOOM Able V1 Max For Live -liitännäisohjelmiston käyttöä Abletonissa.
4. Puhemikrofoni, AKG perception P3s
Mikrofonia käytettiin 3. testilaitteistossa puheen välitykseen.

5. Mono overhead- mikrofoni, Rode NT1

Mikrofonia käytettiin 2. testilaitteistossa pianon mikitykseen.

6. A-B- Stereomikitys, 2 kpl Lewitt LCT 640 TS

Mikrofoniparia käytettiin 3. testilaitteistossa pianon mikitykseen.

7. Yläkamera, Logitech C920

Kameraa käytettiin 2. ja 3. testilaitteistossa videolähteenä.

8. Summausmikseri, Soundcraft Spirit Folio

Mikseriä käytettiin äänilähteiden vaihtamiseen. Opettajan laitteistossa vaihdot tehtiin tietokoneella, sillä opettajan äänikortissa oli enemmän sisään-tuloja mikrofoneille. Koska oppilaan äänikorttiin ei ollut mahdollista liittää yhtäaikaaisesti kaikkia mikrofoneja, äänilähteet vaihdettiin erillisellä mikserillä.

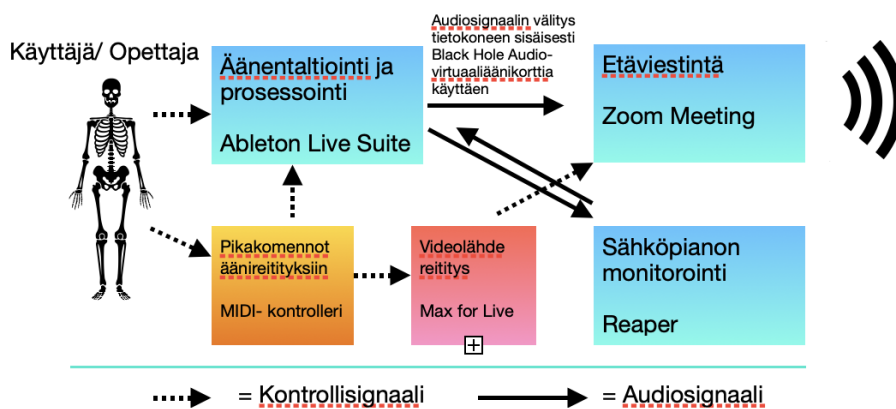


Kuva 9. Oppilaan laitteiston asettelu. Valokuva: Saku Liimatainen

5.2.2 Ohjelmistojen jäsentely

Kokeilussa erilaisia ohjelmistoja hyödynnettiin äänentaltioinnissa, esiprosessoinnissa sekä äänenvälityksessä. Koska suurimmalla osalla kaupallisista VoIP-palveluista tulo- ja lähtötasojen monitorointi on vaihtelevasti alkeellista tai olematonta, halusin monitoroida tietokoneen ja ulkoisen äänikortin välissä mahdollisesti esiintyviä häiriötekijöitä, jotta tietokone vastaanottaisi ääntä ongelmitta. Tämän vuoksi hyödynsin Ableton Live Suite –äänityöasemaohjelmistoa äänen esiprosessoinnissa sekä monitoroinnissa. Opettajan ja oppilaan Ableton sessio-tiedostot eivät olleet täysin identtiset, koska osapuolten äänikorttiratkaisut erosivat toisistaan. Opettajalla oli käytössään kahdeksalla mikrofonietausteella varustettu ulkoinen äänikortti ja oppilaalla kahdella mikrofonietausteella varustettu äänikortti.

Koska testissä oli tarkoitus hyödyntää vähintään neljää mikrofonianavaa testin aikana vaihtuvilla vahvistustasoilla, oppilaan laitteistossa jouduttiin hyödyntämään analogista summausmikseriä, jolla säädettiin manuaalisesti vahvistustasot mikrofoneille. Opettajan laitteiston mikrofoneille tarkistettiin sopivat vahvistusarvot etukäteen. Koska kaikki mikrofoneit tulivat suoraan äänikorttiin ilman erillistä esimiksauslaitetta, niiden reitityksille ja vahvistustasoille oli mahdollista luoda muistipaikat ja asettaa ne pikavalinnoiksi, joita pystyi kutsuma erillisellä MIDI-kontrollerilla. Seuraavassa kuvassa selvennän signaalireitityksen logiikkaa käyttämässäni etäopetusratkaisussa.



Kuva 10. Ohjelmistostrukturi.

Ääntä digitoivan tietokoneen ja Abletonissa tehdyn esiprosessoinnin jälkeen audiosignaali haarautuu rinnan Zoom Meeting –palveluun ja Reaper-työasemaohjelmistoon. Jotta ääni saadaan tietokoneen sisällä haaroitettua ohjelmistojen yli tietokoneen sisällä, on käytettävä erillistä virtuaalista äänikortti-instanssia, jonka tietokone pystyy tunnistamaan käyttökelpoiseksi tulo- ja lähtölaitteeksi (input device, output device). Käytin tähän tarkoitukseen Existensial Audio –yrityksen Black Hole Audio –virtuaaliäänikorttia. Valittaessa Black Hole Audio ulostuloksi, monitorointia ei enää voinut toteuttaa oman äänikortin kautta. Kokemukseni pohjalta useimmat DAW-ohjelmistot kykenevät hyödyntämään ainoastaan yhtä tulo- ja lähtölaitetta samanaikaisesti. Periaatteessa niin fyysisiä kuin virtuaalisia äänikortteja on mahdollista yhdistää siten, että järjestelmäasetuksissa tiettyjen laitteiden kanavaindeksit on rinnastettu toimimaan ja vastaanottamaan yhtäaikaista tietyistä osoitteista signaalia samanaikaisesti. Haaroittamalla äänen Abletonista Reaper-ohjelmistoon pystyin valitsemaan siellä ulostuloksi ulkoisen äänikortin, jonka myötä oman soiton ja vastapuolen etäyhteysstriimin monitorointi samanaikaisesti mahdollistuivat.

Alla olevassa kuvassa (kuva 10) on esitelty opettajan käytössä ollut kanavareitityslogiikka Ableton-ohjelmistossa. Mikki 1 –kanava (kuva 11) vastaanotti yksittäistä mono overhead –mikrofonin äänisignaalia ja Mikki 2+3 –kanava vastaanotti kahden mikrofonin voimin A-B-stereotekniikalla saavutettua äänisignaalia. Puhemikki-kanavaan oli kytketty yksi dynaaminen mikrofoni, joka pysyi lähtökohtaisesti auki koko ajan, sillä signaalien päälle kytkemistä oli tarkoitus ohjata mikrofonissa olevan kytkimen kautta. Kuvan oikeassa reunassa näkyvän A return –kanavan ulostulo oli reititetty kanavaindekseihin 5 ja 6, joita Reaper-ohjelmisto kuunteli. Vastaavasti Zoom-ohjelmisto kuunteli ulostulokanavia 1 ja 2.



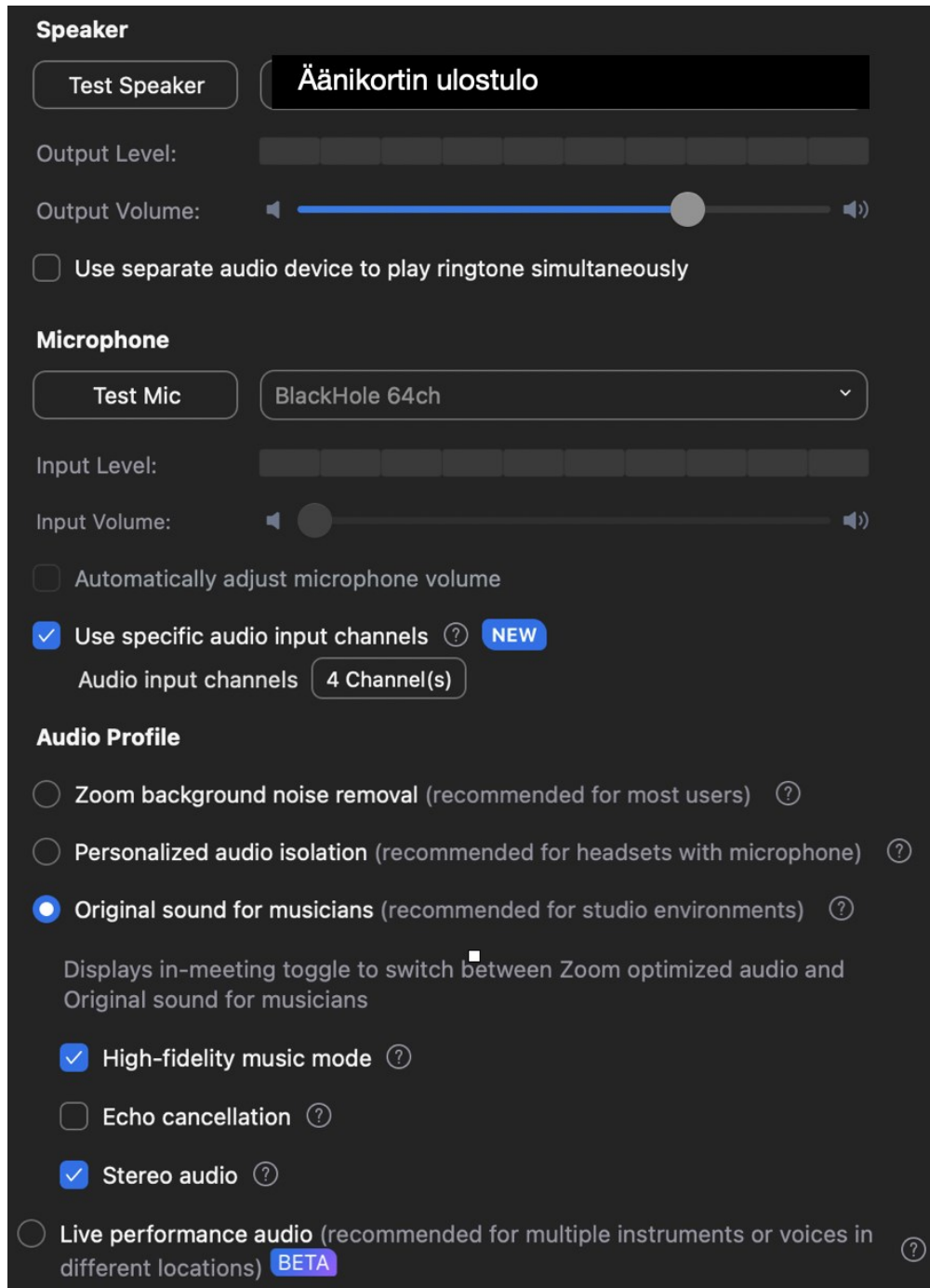
Kuva 11. Reititys Ableton-ohjelmistossa. Valokuva: Saku Liimatainen

MIDI-kontrollereita hyödynnettiin opettajan tapauksessa mikrofonitasojen, kuuntelutasojen ja kamera-asetusten muokkaamiseen. Oppilaan MIDI-kontrolleria käytettiin kuuntelutasojen ja videoasetusten muokkaamiseen. Videolähteiden vaihtamiseen Zoomissa hyödynsin MIDI-kontrollerin avulla Ableton Drummer –sivustoa ylläpitävän Tobi Hunken luomaa ZOOMable v1 Max For Live –efektii-tännäistä, jonka myötä Zoom Meeting –ohjelmiston asetuksia oli mahdollista ohjata Abletonista käsin.

5.2.3 Zoom Meeting –ohjelmiston asetukset

Zoom Meeting –ohjelmistossa äänilähteeksi eli mikrofoniksi oli valittu Black Hole Audio –virtuaaliäänikortti ja kaiuttimeksi oppilaan ja opettajan ulkoiset äänikortit. Molemmat osapuolet käyttivät kuulokkeita äänen monitoroinnissa. Syy kuulokkeiden käytölle oli kaiuneston (echo cancellation) poistaminen päältä (kts. kuva 12), jotta äänenlaatua voitiin parantaa. Mikäli osapuolet olisivat käyttäneet kaiuttimia, monitoroitava signaali olisi saattanut lähteä kiertämään (feedback). Lisäksi häiriöt olisivat tehneet kommunikoinnista mahdotonta (Ruippo, 2020).

Jotta stereomikityksen vaikutukset olisivat kuultavia ja verkkolähetyksessä varaisi tarpeeksi kaistanleveyttä medianvälitystä varten, asetusvalikosta tuli valita aktiiviseksi seuraavat vaihtoehdot: Original sound for music, High-fidelity music mode ja Stereo audio (Ruippo, 2020). Alla olevasta kuvassa (kuva 12) on eriteltyä etäopetuksessa käytetyt ääniasetukset Zoom Meeting –ohjelmistossa.



Kuva 12. Zoom Meeting –ohjelmiston asetukset. Valokuva: Saku Liimatainen

6 Testaajien kokemukset

Etäopetuskokeiluun osallistui neljä pianonsoiton opettajaa ja kultakin opettajalta yksi oppilas. Kokeilut kestivät noin tunnin, jonka jälkeen haastattelin jokaisen opettajan ja oppilaan yksitellen. Haastattelut kestivät noin 20–30 minuuttia ja ne toteutettiin vapaamuotoisesti ilman ennakkomateriaaleja. Haastattelu oli luonteeltaan teemahaastattelu, jossa kokeilua ja sen toteutusta tarkasteltiin sujuvuuden ja käytettävyyden näkökulmasta. Vaikka haastatteluiden ei ollut tarkoitus pohjautua tarkkoihin ennalta määrättyihin kysymyksiin, olin luonnostellut itseleni pelkistettyjen ydinkysymysten listan, jota käytin haastattelun ja aineiston analyysin tukena (liite 3). Haastattelut äänitettiin litteroitavaksi etäopetuskokeilussa hyödynnettyjen mikrofonien avulla.

Haastattelussa tärkeimmät teemat olivat:

- Etäopetuksessa käytettyjen laitteiden vaikutus opetussisältöjen välityksessä.
- Teknologian läsnäolon vaikutus oppimiseen positiivisesti tai negatiivisesti kokeilun pohjalta.
- Kokeilussa olleiden laiteyhdistelmien käytettävyys.
- Mahdolliset kokeilun aikana heränneet kehitysideoita etäopetuksen edistämiseksi.
- Etäopetuksen potentiaali tulevaisuudessa.
- Yleinen vallitseva olotila ja tunnelma etäopetuksen aikana.
- Aiempi kokemus etäopetuksesta pianonsoiton parissa.

Haastattelun teemat liittyivät olennaisesti kokeilussa käytettyihin laitteisiin sekä käyttäjäkokemuksiin. Kokeilun lähtökohta oli tarjota osallistujille ennalta valmistellut olosuhteet etäopetustunnin järjestämiseksi. Tämän avulla pyrkimykseni oli saavuttaa tilanne, jossa rajallisessa aikaikkunassa sekä opettajat että oppilaat pystyisivät keskittymään ensisijaisesti oppitunnin toteuttamiseen eivätkä tietotekniseen ongelmanratkaisuun. Kuitenkin kokeilussa molemmille osapuolille oli jätetty liikkumavaraa teknisten parametrien säätöihin, joilla olisi mahdollista vai-

kuttaa kokeiluolosuhteisiin kuten esimerkiksi videolähteen ja äänentasojen muutoksiin. Tämän rajatun liikkumavaran avulla halusin tutkia erilaisten laitteiden vaikutusta oppimiskokemukseen sekä yleisesti teknologian läsnäolon vaikutusta oppimiseen. Itseäni kiinnosti myös, herättikö kokeilu mahdollisesti uusia kehitysideoita liittyen esimerkiksi erilaisten laitteiden käyttöön, joilla kokemusta olisi voinut sujuvoittaa vielä paremmaksi. Haastattelut alkoivat yleisesti kokeilun jälkeisten kuulumisten vaihdolla, jonka jälkeen keskustelut lähtivät etenemään itseohjautuvasti osallistujien kokemuksiin kohti.

6.1 Haastattelun analysointi

Teemahaastattelua on tarkasteltu tässä opinnäytetyössä laadullisen sisältöanalyysin keinoin (Ruusuvuori ym., 2019). Litteroitua haastatteluaineistoa kertyi noin 70 sivua. Hyödynsin työskentelyn tukena Microsoft Wordin litterointityökalua, jonka avulla sain konekirjoitetun raakatekstin. Tämän jälkeen tarkistin litterointien oikeellisuuden kuuntelemalla tallenteen uudelleen ja korjaamalla samalla raakatekstistä mahdolliset virheet. Litterointi oli tärkeä apuväline kokonaiskuvan rakentamisessa: sillä oli mahdollista palata haastatteluihin ja siten analysoida tarkemmin kokeilun toteutumista. Aineiston koodaaminen tapahtui etsimällä litteroiduista teksteistä pääasiassa teknisiä yhteneväisyyksiä, joita peilasin asettamiini tutkimuskysymyksiin. Aineistosta esiin nousseet teemat ja niiden käsittelyluokat on esitelty tarkemmin liitteessä 4.

Haastatteluiden perusteella osallistajat arvioivat laitteita niiden soveltuvuuden perusteella opetussisältöjen välittämiseen. Tämän vuoksi koodasin aineiston (kts. liite 4) kokeilussa onnistuneiden asioiden ja sieltä heränneiden teknisten ongelmien näkökulmasta. Koska opinnäytetyöni käsittelee teknologisten tulokulmien merkitystä oppimisessa, aineistokoodauksessa koin tämän vastakkainasettelun selventävän oppimiskokemuksen kannalta merkittäviä teknologisia näkökulmia. Koodauksen pääluokista (liite 4) osa jakautui auditiiviseen ja visuaaliseen alaluokkaan, koska onnistumiset ja ongelmat keskittyivät ensisijaisesti ongelmiin äänen- ja videonvälityksen osalta. Haastatteluissa ilmeni myös ympäristöllisten muuttujien merkitys, joita ovat esimerkiksi fyysinen etäisyys oppilaan

ja opettajan välillä sekä läsnäolon merkitys. Tästä muodostui myös oma pääluokkansa. Myös oman läsnäoloni vaikutus testissä lukeutuu tähän luokkaan. Vaikka nämä asiat eivät liity suoraan teknologiseen toteutukseen, koin niiden vaikuttavan kokeiluun sekä etäopetukseen suhtautumiseen

6.2 Haastattelun tulokset

Haastatteluiden keskustelut etenivät keskimäärin nopeasti kokemuksiin testiympäristöstä ja apuvälineiden soveltuvuudesta etäopetukseen. Moni haastatteluun osallistunut piti kokeilua valaisevana ja teknisesti laadukkaana. Haastatteluissa nousi erityisen voimakkaasti esille, että kokeilussa mobiililaitteella toteutettu etäopetus ei ollut mielekästä.

Se tuli nyt selväksi, että WhatsApp ei sinällään toimi, mutta sitten sen jälkeen homma alkoi yllättävän nopeasti toimia yllättävän hyvin. (Opettaja 4)

No... se Whatsapp oli tietysti ehdoton nou nou, mutta sitten kun vaihdettiin tietokoneeseen niin käytännössä ei tarvinnut mitään muuta tehdä kuin soittaa. (Oppilas 3)

Osapuolilla oli pääsääntöisesti yhteneviä näkemyksiä laitteiden hyödyllisyydestä ja käyttökokemuksesta. Vaikka kokeiluun osallistuneet henkilöt ilmaisivat tekniikan käyttöön liittyvän yleistä epävarmuutta, he kokivat pystyvänsä hallitsemaan heille osoitettuja etäopetuslaitteita testin aikana. Vaikka laitteiden käyttöpinasta vain rajattu osa oli käytössä, laitteiden ulkoasu indikoi fyysisesti useita yhtäaikaisesti kontrolloitavia osia. Tämän takia väärin kontrollien käyttäminen on epähuomiossa helppoa.

No on nipukoita ja napukoita, että ensimmäiseksi oli, että pitäisikö minun osata näitä kaikkia käyttää, että eihän tässä nyt sitten tietysti... toimiminen oli yksinkertaista, kun ei tarvinnut suunnilleen kuin yhtä nappulaa painaa. (Opettaja 4)

No oli, niitä ihan semihelppoa, että olihan siinä aika paljon kaikkia nappeja mitä painaa, mutta kyllähän siinä sitten oppi itsekin käyttämään. (Oppilas 2)

Kaikissa laiteyhdistelmissä käyttäjän kontrollit olivat suhteellisen rajatut, mikä varmasti vaikutti osaltaan henkilöiden itseluottamukseen ja varmuuteen käyttää laitteita. Kysymykseni tähän käyttövarmuuteen liittyen sai yllättävän vastaanoton: valtaosan mielestä käyttövarmuutta lisäsi läsnäoloni tunnin aikana. Ainoastaan yhdessä tapauksessa läsnäoloni nosti stressin kokemusta.

Sitten kun sä olit paikalla niin tuntui, että pystyy tavallaan kysyä apua tarvittaessa. (Oppilas 2)

Minulla istuu oppilaiden vanhempia kuuntelemassa aika ajoin, että sillä että olit läsnä ylipäätään, ei ollut mitään merkitystä. (Opettaja 1)

Vaikka moni kokeiluun osallistuneista piti teknistä toteutusta laadukkaana, haastettuluista nousi esiin etäopetuksessa oleva etäisyyden tunne suhteessa vastaanottajaan. Useimmat kokeiluun osallistuneista kaipasi testissä fyysistä läsnäoloa.

Yhdessä kohtaa mulle tuli jotenkin sellainen olo, et kunpa olisin pian päällä näyttämässä ja vähentämässä oppilaan jäykkyyttä. (Opettaja 3)

Esimerkiksi, jos ei älyä jotain juttua, niin ei toinen pysty tulla näyttämään samalta pianolta. (Oppilas 1)

Aineistosta ilmeni, että kokeilussa mielekkäin laiteyhdistelmä koostui tietokoneesta ja erillisistä lisälaitteista. Kuitenkaan haastatteluista ei käynyt suoraan ilmi, minkä verran lisälaitteita tulisi täsmällisesti olla. Testissä hyödynnettiin kahta erilaista mikitysjärjestelmää, joista toinen oli monauraalinen ja toinen stereofoninen. Haastattelun perusteella kaikki osallistujat eivät huomanneet selkeää eroa näiden välillä samalla kun keskittyivät opetussisältöön.

Se on sama, jos sä kuuntelet jotain äänitettä ja siellä on katkaistu joku kohta, että on pikkuisen muutettu mikkien asennot, niin jos ei siihen pistä tietoisesti huomiota, niin ei sellaista välttämättä huomaa. (Opettaja 1)

Mä en ehkä huomannut niiden välillä niin isoa eroa tossa tilanteessa. Sillä ei ollut niin ratkaisevaa merkitystä, että oliko siinä useampi kamera käytössä tai miten oli mikitetty. (Opettaja 3)

Valtaosan mielestä tekniikan määrällä ja läsnäololla ei ollut suoraa oppituntia heikentävää vaikutusta. Tästä syntyi vaikutelma, että etäopetuksen järjestäminen itsessään edellyttää jonkinasteisen vaivannäköön liittyvän kynnyksen ylittämistä. Tämän jälkeen lisälaitteiden määrä ei suoraan vaikuttanut heikentävästi tunnin hallintaan olettaen, että molemmilla oppitunnin osapuolilla oli riittävä laitehallinta.

En näe, että sillä on siinä vaiheessa enää mitään merkitystä, että onko käytössä yksi mikki tai kaksi kameraa tai kolme kameraa. Musta olisi ehkä hyvä, että niitä kamerakulmia voisi olla useampia (Opettaja 2).

Laitehallinnan kynnyksen ylittyminen korostui selkeämmin videolähteiden osalta kuin äänen osalta. Kokeiluun osallistuneiden mukaan erilaiset monikamerajärjestelmät olivat lähtökohtaisesti hyvä asia ja osallistujien mielestä testissä olisi voinut olla enemmänkin videolähteitä käytössä.

Se vaatii tietysti sen, että sitten voi sitten tosiaan vaihtaa kuvakulmaa, ja tarkkailla oppilasta etäämmältä. Välillä nähdä pelkät kädet ja välillä nähdä koko soittajan. (Opettaja 4)

Ilman muuta se, että sulla on useampi kamera ja että sä näet niitä kuvakulmia ja pystyt niitä vaihtamaan, niin se on etu. (Opettaja 2)

Haastatteluiden ja omien muistiinpanojeni perusteella suurimmat ongelmat liittyivät viiveeseen ja siitä syntyneisiin vuorovaikutuksen ongelmiin. Kaikki kokeiluun osallistuneet parit kokeilivat yhteissoiton onnistumista etätunnilla. Osa pareista luovutti todella nopeasti viiveen takia ja osa pareista yritti kokeilla pidempään yhteisen pulssin löytymistä. Monet opettajista ratkaisivat tilanteen siten, että he rajoittivat yhteissoitossa oman soittamisen määrää soittaen ennakoiden satunnaisia melodiaääniä oppilaiden soiton päälle. Tuntien loppua kohti yhteissoiton määrä väheni tai loppui kokonaan. Viive hidasti myös yleisesti vuoropuhelua, koska se hankaloitti osallistujien ennakkointia. Osapuolet eivät osanneet

arvioida, milloin vastapuoli lopettaa ohjeistuksen tai jatkaa puhumista, mikä johti puheenvuorojen päällekkäisyyksiin.

Joo viivettä tuli tavallaan, että se tietysti rajoittaa opetustyötä, että totta kai haluaisin käyttää sellaista opetusmetodeja juttuja, mitkä toimisi live-tilanteessa. (Opettaja 4)

Kun mä teen teen itse liikettä, niin mua häiritsee, että siinäkin on jo pieni viive. Mä huomaan, että kun mä painan tuota näppäintä, niin se mun käteni tuolla ruudulla on myöhässä. (Opettaja 2)

Haastatteluista nousi esille tärkeitä huomioita, joita en juurikaan ollut huomionnut kokeilun toteutuksessa tai etäopetuksen järjestämisessä yleisesti. Yksi tärkeä näkökulma liittyi vastapuolen nuottikuvan seuraamiseen sekä siihen vaikuttamiseen. Koska opettajilla ei aina ole kopioita oppilaiden nuoteista, nuottikuvan seuraaminen tapahtuisi lähiopetuksessa oppilaiden nuoteista. Soittoa tulisi pystyä analysoimaan suhteessa kappaleen nuottikuvaan sen sijaan, että videolähe-tyksessä kaikki huomio kiinnittyisi ainoastaan oppilaan soittamiseen. Tämän voisi ratkaista esimerkiksi asettamalla erillisen kameran nuotteja varten. Spekulatiivisesti tähän voisi olla myös mahdollista kehittää tulevaisuudessa tekoäly-pohjainen sovellusratkaisu, joka pystyisi analysoimaan kuultavan äänimateriaalin etenemistä suhteessa digitaaliseen notaatioon.

Toinen tärkeä huomio liittyi erillisten lisänäyttöjen käyttöön tunnilla. Olin itse järjestänyt kokeiluun osallistuville henkilöille mahdollisuuden vaihtaa erillisellä kontrollerilla kamerakuvakulmaa toisen, kolmannen ja neljännen testilaitteiston kohdalla. En ollut kuitenkaan huomionnut, että erillisten lisänäyttöjen avulla olisi pystynyt saavuttamaan saman lopputuloksen. Käytännössä siis jokaiselle käytetylle kameralle olisi varattu oma näyttö. Tämä vähentäisi osapuolten teknisen vaikuttamisen määrää.

7 Pohdinta

Opinnäytetyössäni tutkin kahta päätutkimuskysymystä: 1) millaisilla keinoilla välitettävän informaation lähetystä tulisi lähestyä, jotta mahdolliset auditiiviset vääristymät pystytään minimoimaan? 2) minkälainen videon ja äänen suhde olisi opetuksen kannalta edullisinta ja työmäärän kannalta järkevin toteuttaa? Suoritetun etäopetuskokeilun ja aineistokeruun perusteella auditiivisia vääristymiä on mahdollista minimoida hyödyntämällä verkkolähetyksessä samoja äänitekniisiä lähestymistapoja kuin äänitetuotannoissa. Auditiivisten vääristymien vähentämisessä on tärkeää myös tuntee erilaisten laitteiden käyttötarkoitukset ja toiminta-periaatteet. Havaintojeni pohjalta työmäärän kannalta yksinkertaisimmassa ja tehokkaimmassa etäopetuksen toteutuksessa hyödynnetään vähintään yhtä erillistä lisälaitetta ääni- ja videosignaaleille. Tämä johtuu siitä, että käytettäessä erillisiä lisälaitteita, on niitä lähtökohtaisesti helpompi sijoittaa ympäristöön kuin esimerkiksi tietokonetta. Vaikka lisälaitteiden määrällä olisi saavutettavissa etuja verkkolähetyksen laadussa, yksikin erillinen lisälaitte mahdollistaa nopean teknisen kokoonpanon muutoksen.

Toteutetun kokeilun myötä kävi ilmi, että pienelläkin vaivanäöllä saavutettavalla työympäristön järjestelyllä on merkittävä vaikutus opetuskokemuksen parantamiseen. Tärkeänä huomiona nousi myös esiin, että fyysisten lisälaitteiden kuten mikrofoni- tai videolähteiden määrä ei aina itseisarvoisesti tuo ylimääräistä ahdistusta käyttökokemuksen kannalta. Auditiivisten virheiden minimoinnin kannalta etäopetuksessa on järkevää hyödyntää äänitystuotannoissa käytettyjä mikitys- ja jälkiprosessointimenetelmiä. Kuitenkin tutkielmaprosessi työvaiheineen toi esiin, että varsinaista yleispätevää suhdetta mikrofoni- tai kameroiden määrässä on vaikea määrittää. Saavutetut hyödyt lähetettävän informaation laadussa systeemin kasvaessa eivät kasva lineaarisesti eli laitteiden määrä ei suoraan korreloi parempaan etäopetuskokemukseen.

Suurin osa kokeiluun osallistuneista henkilöistä ei huomannut suoraa eroa vaihdettaessa monauraaliseen äänilähteestä stereofooniseen äänilähteeseen. Omien havaintojeni pohjalta tämä ei kuitenkaan johtunut siitä, että osallistujat

eivät kuulisi eroa systeemien välillä. Koska oppitunnin aikana osapuolten huomio on vahvasti kiinni opetuksessa, heidän aistiherkkyytensä välitysmmedian laadutavoitteiden suhteen laskee. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden huomio teknisiin muuttujiin kasvoi erityisesti silloin, kun välitetty informaatio muuttui odottamattomasti kohinan tai säröytyneen äänen vuoksi. Vaikka äänen- ja kuvanlaatu kokeilussa olisi ollut yleisesti parempi, äkilliset muutokset olisivat vaikuttaneet osallistujien oppimiseen yhtä häiritsevästi.

Teemahaastattelun pohjalta oletan, että pienimuotoisimmassa mielekkäässä toteutuksessa etäopetus tapahtuisi tietokoneen välityksellä, jossa ääni välittyisi yhden erillisen mikrofonin välityksellä ja videosignaali yhden erillisen kameran välityksellä. Vaikka mobiililaitteilla olisi mahdollista välittää toimivaa ja laadullisesti hyvää etäyhteyssignaalia, erilaisten teknisten asetusten muuttaminen on vaikeampaa. Mobiililaitteilla visuaalisen signaalin monitorointi on myös hankalampaa johtuen mobiililaitteiden näyttöjen pienestä koosta. Edellä mainitussa pienimuotoisimmassa mielekkäässä toteutuksessa mikrofoni tulisi sijoittaa sellaiseen positioon, jossa se havaitsisi riittävässä määrin sekä pianon että puheen äänenvärähtelyt. Videolähde eli kamera olisi hyvä asettaa sivuperspektiiviin, jotta opettaja pystyy tarkkailemaan holistisesti oppilaan motorista toimintaa sekä kehollisen ilmaisun että tuotetun äänen välistä suhdetta. Vaikka katosta lattiaan osoittavalla videoperspektiivillä eli yläperspektiivillä pystyttäisiin analysoimaan sormituksia ja notaation eksaktia toteutumista, kuvakulma ei anna kokonaisvaltaista kuvaa oppilaan ilmaisusta sekä fyysisestä olemuksesta. Myös suoran katsekontaktin puuttuminen voi korostaa etäopetukselle tyypillistä etäisyyden tuntoa.

Koen, että opin tämän opinnäytteen myötä arvioimaan paremmin pianonsoiton etäopetukseen liittyviä teknisiä tarpeita ja toimintamalleja. Syvensin lisäksi osaamistani äänen digitaalisesta prosessoinnista ja sen optimoinnista etäopetuksen kannalta paremmaksi. Opinnäytteen kokeilu oli tärkeässä roolissa osaamisen kehittämisen kannalta, sillä koen sen osoittaneen hyvin erilaisten toimintamallien käyttökelpoisuuden työelämäympäristössä. Kokeiluun osallistuneiden

henkilöiden haastattelut olivat myös erittäin mielekkäitä ja ne itsessään inspiroivat kehittämään uusia tulokulmia etäopetukseen.

Opinnäytetyöprosessi osoitti, että teknisten muuttujien lisäksi ympäristöllä on myös merkittävä vaikutusta etäopetuksessa. Vaikka etäopetuksessa olisi mahdollista simuloida lähiopetusta vastaavat olosuhteet, sosiaalisen etäisyyden häivyttäminen on todella hankalaa. Tulevaisuuden kannalta olisi hyvä pystyä tutkimaan, miten tietoverkkojen kehityksellä pystyttäisiin minimoimaan viiveen kaltaiset ilmiöt sekä välittämään suurempia tietopaketteja paremman äänen ja kuvan saavuttamiseksi. Syventämällä tutkimusta tekoälyn kyvystä seurata nuottikuvaa reaaliajassa voitaisiin myös parantaa pianonsoiton etäopetusta.

Lähteet

Aalto-yliopisto. (4.8.2003). *Digitaalitekniikan perusteet*.

<http://legacy.spa.aalto.fi/sig-legacy/digis/luento1/admuunnos.html>

Aalto-yliopisto. (12.5.2024). *FITech 101: Digi & Data*.

<https://fitech101.aalto.fi/fitech101/internet-and-browser-applications/1-principles-of-internet/>

Avast. (23.2.2023). *TCP vs UDP: Differences between the protocols*.

<https://www.avast.com/c-tcp-vs-udp-difference>

DPA Microphones. (4.11.2018). *The Basics About Noise In Mics*.

<https://www.dpamicrophones.com/mic-university/the-basics-about-noise-in-mics>

DPA Microphones. (2024). *What is "AB"?*

<https://www.dpamicrophones.com/mic-dictionary/ab>

Drews, D. (1.6.2022). *USB Audio Interface: An Open-Source Reference Design for Digital Recording*. University of California.

<https://kastner.ucsd.edu/ryan/wp-content/uploads/sites/5/2022/06/admin/usb-audio-interface.pdf>

Federal Communications Commission. (13.2.2024). *Voice Over Internet Protocol (VoIP)*.

<https://www.fcc.gov/general/voice-over-internet-protocol-voip>

Finto. (2018). *MUSA/CILLA – Musiikin asiasanasto: Agogiikka*.

<https://finto.fi/musa/fi/page/p441>

GeeksForGeeks. (5.5.2023). *Difference between Hard real time and Soft real time system*.

<https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-hard-real-time-and-soft-real-time-system/>

GeeksForGeeks. (27.2.2024). *Nyquist Sampling Theorem*. <https://www.geeksforgeeks.org/nyquist-sampling-theorem/>

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. & Bond, A. (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*.

<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>

Huber, D. M., Caballero, E., & Runstein, R. (2023). *Modern Recording Techniques*. Focal Press.

Keegan, D. (1996). *Foundations of distance education* (3rd edition). Routledge.

Keski-Sämpi, U. (2007). *Oppimistyyliit videoteknologiaa hyödyntävässä opetuksessa* [tietotekniikan pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto]. JYX-julkaisuarkisto.

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-200763>

Microsoft. (13.2.2024). *Microsoft Teams call flows*.

<https://learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/microsoft-teams-online-call-flows>

Motu. (2024). *What is the difference between balanced or unbalanced?*

<https://motu.com/techsupport/technotes/what-is-the-difference-between-balanced-or-unbalanced>

Pero, J. (2014). *Audio Programming Interfaces in Real-time Context*. [pro gradu -tutkielma, Aalto-yliopisto]. Aaltodoc-julkaisuarkisto.

<https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/3368b8b5-439b-4018-8dd8-8fe180ba1aae/content>

Pohlmann, K.C. (2010). *Principles Of Digital Audio*. McGraw-Hill/Tab Electronics

Pursiainen, A. (2021). *Musiikin etäopetus. Laadullinen tutkimus musiikin reaaliaikaisesta etäopetuksesta koronapandemian aikana* [pro gradu -tutkielma, Sibelius-Akatemia] Taideyliopisto.

<https://taju.uniarts.fi/bitstream/handle/10024/7624/Gradu-Artti-Pursiainen-7.12.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Riley, H., MacLeod, R. B., & Libera, M. (2014). *Low Latency Audio Video: Potentials for Collaborative Music Making Through Distance Learning*. National Association for Music Education.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=90ba18586dc62b6ed0294bb6e05dbd7a8e51068c>

Rossing, T.D., Moore, F. R. & Wheeler, P. A. (2001). *Science of Sound*. Pearson.

Ruippo, M. (2020). *Pianonsoitto ja etäopetus*. Pianisti, 2020, s. 34–38.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021110253258>

Ruippo, M. (2006). Verkko-opetuksen synteesi musiikinopetuksessa. Teoksessa J. Ojala, M. Salavuo, M. Ruippo & O. Parkkila (toim.), *Musiikkikasvatusteknologia* (s. 271–286). Suomen musiikkikasvatusteknologian seura.

Ruusuvuori, J., Nikander, P. & Hyvärinen, M. (2019). *Haastattelun analyysi*. Vastapaino.

Räsänen, A. (2020). *Digiloikka etäopetukseen – Kansalaisopiston soiton ja laulun etäopetuksen toteuttaminen digitaalisuutta ja teknologiaa hyödyntäen* [Opinäytetyö, Savonia-Ammattikorkeakoulu]. Theseus.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020121929670>

Sihvonen, M. & Vargas, A. (2008). Pakkausmenetelmät sekä media tallenteena ja vuona. Teoksessa J. Ojala, M. Salavuo, M. Ruippo & O. Parkkila (toim.). *Musiikkikasvatusteknologia* (133–139). Suomen musiikkikasvatusteknologian seura.

Sopenperä, N. (2012). *Monikameratuotanto ja streaming* [opinnäytetyö, Hämeen Ammattikorkeakoulu]. Theseus.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47705/monikameratuotanto_ja_streaming.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sweetwater. (9.3.2012). *A-to-D Converter versus Audio Interface*.

<https://www.sweetwater.com/insync/d-converter-versus-audio-interface/>

Vuorio, J., Ranta, M., Koskinen, K., Nevalainen-Sumkin, T., Helminen, J., & Miettunen, A. (2021). *Etäopetuksen tilannekuva koronapandemiassa vuonna 2020*. Opetushallitus.

<https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/etaopetuksen-tilannekuva-koronapandemiassa-vuonna-2020>

IEU. (2024). *IE304: Real Time Ethernet, Part 1*.

<https://www.industrialethernetu.com/courses/ie304.html>

Zoom Video Communications. (2021). *Zoom Encryption*.

<https://explore.zoom.us/docs/doc/Zoom%20Encryption%20Whitepaper.pdf>

Liitteet

Liite 1 Tiedote tutkimuksesta



Tiedote tutkimuksesta

TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

Reaaliaikaisen pianonsoiton etäopetuksen optimointi.

Pyyntö osallistua tutkimukseen

Teitä pyydetään mukaan tutkimukseen, jossa tutkitaan erilaisia laiteteknisiä lähestymistapoja ja niiden vaikutusta sujuvuuden kokemukseen pianonsoiton etäopetusympäristössä. Olemme arvioineet, että sovellutte tutkimukseen, koska toimitte ja vaikutatte työ- ja opiskeluympäristössä, jossa tutkittavia asioita pystyisi hyödyntämään osana pianonsoiton pedagogiikan kehitystoimintaa. Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja teidän osuuttanne siinä. Perekdyttyänne tähän tiedotteeseen teille järjestetään mahdollisuus esittää kysymyksiä tutkimuksesta, jonka jälkeen teiltä pyydetään suostumus tutkimukseen osallistumisesta.

Vapaaehtoisuus

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Voitte myös keskeyttää tutkimuksen koska tahansa syytä ilmoittamatta. Mikäli keskeytätte tutkimuksen tai peruuttatte suostumuksen, teistä keskeyttämiseen ja suostumuksen peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa pianonsoiton etäopetuksen teknisen edistämisen kannalta merkittäviä ja kehityskelpoisia toimintamalleja liittyen käyttäjäystävällisyyteen ja sujuvuuden kokemukseen. Tutkimuksen tarkoituksena on myös kerryttää tietoa ja dataa erilaisten laiteyhdistelmien vaikutuksesta etäopetuksen etenemiseen sen luonnollisessa ilmenemisympäristössä.

Tutkimuksen toteuttajat

Tutkimuksen toteuttaa opiskelija Saku Liimatainen osana AMK-opinnäytetyötään Metropolia Ammattikorkeakoulussa.

Tutkimusmenetelmät ja toimenpiteet

Tutkimukseen osallistuminen kestää kokonaisuudessaan noin 90 minuuttia.

Tutkimus toteutetaan siten, että opiskelija/opettaja- statuksella toimivat henkilöt osallistuvat 60 minuuttia kestäväälle etäopetustunnille heille osoitetussa luokkahuoneessa, johon on valmisteltu neljä erillistä etäopetuslaitteistoa. Opetustilanteessa läsnäolevana valvojana toimii tutkimuksesta vastaava opiskelija. Näiden laitteistojen käyttämistä varten luokkahuoneesta löytyvät erilliset käyttöohjeet, joihin oppilaan/opettajan ei tule perehtyä etukäteen. Kutakin laiteyhdistelmää hyödynnetään 15 minuutin ajan, kunnes oppilas/ opettaja vastaanottavat ilmoituksen laitteistonvaihtamisesta. Tämän toiminnallisen vaiheen jälkeen, opettaja ja oppilas osallistuvat haastatteluun, jossa heidän ajatuksiaan ja tuntemuksiaan testikokemuksesta kartoitetaan teemahaastattelun avulla. Haastattelussa suoritetaan erikseen oppilaan ja opettajan kesken ja teemahaastattelun kysymyksiä taustoittavat teemat erivät osapuolten toimijuuden mukaan, eli oppilaan haastattelussa ja opettajan haastattelussa vallitsevat osittain erilaiset haastattelun sisältöä vaikuttavat kysymykset. Teemahaastattelu taltiodaan äänitallenteeksi, joka translitteroidaan ja liitetään osaksi tutkimusaineistoa

Kustannukset ja niiden korvaaminen

Tutkimukseen osallistuminen ei maksa teille mitään. Osallistumisesta ei myöskään makseta erillistä korvausta.

Tutkittaville ei korvata matkustamiseen tai muihin käytännönkuluihin liittyviä korvauksia.

Tutkimustuloksista tiedottaminen

Tutkimustuloksia käytetään opinnäytetyön aineistona, joka julkaistaan avoimesti Theseus-tietokannassa. Tutkimustuloksia käsitellään anonyymisti, jolloin niistä ei ole pääteltävissä tutkittavien henkilöllisyyttä tai identiteettiä.

Tutkimuksen päättymisen

Myös tutkimuksen suorittaja voi keskeyttää tutkimuksen Metropolia Ammattikorkeakoulun hyväksymistä syistä.

Lisätiedot

Pyydämme teitä tarvittaessa esittämään tutkimukseen liittyviä kysymyksiä tutkijalle/tutkimuksesta vastaavalle henkilölle.

Tutkijoiden yhteystiedot

Tutkija / opinnäytetyötekijä

Nimi:

Puh.

Sähköposti:

Tutkimuksesta vastaa / opinnäytetyön ohjaaja

Titteli:

Nimi:

Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy / yksikkö

Puh.

Sähköposti:

Tutkimuksen tietosuojaseloste: Henkilötietojen käsittely tutkimuksessa

Tässä tutkimuksessa käsitellään teitä koskevia henkilötietoja voimassa olevan tietosuojalainsäädännön (EU:n yleinen tietosuoja-astus, 679/2016, ja voimassa oleva kansallinen lainsäädäntö) mukaisesti. Seuraavassa kuvataan henkilötietojen käsittelyyn liittyvät asiat.

Tutkimuksen rekisterinpitäjä

Rekisterinpitäjällä tarkoitetaan tahoa, joka yksin tai yhdessä toisten kanssa määrittelee henkilötietojen käsittelyn tarkoitukset ja keinot.

Tässä tutkimuksessa henkilötietojen rekisterinpitäjä on Metropolia Ammattikorkeakoulu ja opinnäytetyön tekijä.

Voitte kysyä lisätietoja henkilötietojenne käsittelystä rekisteripitäjän yhteyshenkilöltä

Rekisterinpitäjän yhteyshenkilön nimi:

Organisaatio: Metropolia Ammattikorkeakoulu

Puh.

Sähköposti:

Tutkimuksessa teistä kerätään seuraavia henkilötietoja

Teistä kerätään nimi, opetustuntikohtaisia muistiinpanoja sekä haastatteluaineisto.

Teillä ei ole sopimukseen tai lakisääteiseen tehtävään perustuvaa velvollisuutta toimittaa henkilötietoja vaan osallistuminen on täysin vapaaehtoista.

Henkilötietojenne suojausperiaatteet

Henkilötietojenne sisältä tutkimusaineisto tallennetaan Metropolian tietoturvalliselle verkkolevyasemalle.

Henkilötietojenne käsittelyn tarkoitus

Henkilötietojenne käsittelyn tarkoitus on kartoittaa pianonsoiton etäopetuksen teknisen edistämisen kannalta merkittäviä ja kehityskelpoisia toimintamalleja liittyen käyttäjäystävällisyyteen ja sujuvuuden kokemukseen.

Henkilötietojenne käsittelyperuste on antamanne suostumus. Suostumus annetaan omalla lomakkeellaan.

Tutkimuksen kesto aika (henkilötietojenne käsittelyaika)

Opinnäytetyön on tarkoitus valmistua keväällä 2024.

Mitä henkilötiedoillenne tapahtuu tutkimuksen päätyttyä?

Henkilötietojenne sisältävä aineisto tuhoetaan opinnäytetyön valmistuttua.

Rekisteröitynä teillä on oikeus

Koska henkilötietojenne käsitellään tässä tutkimuksessa, niin olette rekisteröity tutkimuksen aikana muodostuvassa henkilörekisterissä. Rekisteröitynä teillä on oikeus:

saada informaatiota henkilötietojen käsittelystä

- tarkastaa itseänne koskevat tiedot
- oikaista tietojanne
- poistaa tietonne (esim. jos peruutatte antamanne suostumuksen)
- peruuttaa antamanne henkilötietojen käsittelyä koskeva suostumus
- rajoittaa tietojenne käsittelyä
- rekisterinpitäjän ilmoitusvelvollisuus henkilötietojen oikaisusta, poistosta tai käsittelyn rajoittamisesta
- siirtää tietonne järjestelmästä toiseen
- sallia automaattinen päätöksenteko nimenomaisella suostumuksellanne
- tehdä valitus tietosuojavaltuutetun toimistoon, jos katsotte, että henkilötietojanne on käsitelty tietosuojalainsäädännön vastaisesti

Voitte käyttää oikeuksianne ottamalla yhteyttä rekisterinpitäjään.

Henkilötietojen käsittely aineistoa analysoitaessa ja tutkimuksen tuloksia raportoidaessa

Teistä kerättyä tietoa ja tutkimusaineistoa käsitellään luottamuksellisesti lainsäädännön edellyttämällä tavalla. Yksittäiselle tutkittavalle annetaan tunnuskuodi ja häntä koskevat tiedot säilytetään koodattuina tutkimusaineistossa. Lopulliset tutkimustulokset raportoidaan ryhmätasolla eikä yksittäisten tutkittavien tunnistaminen ole mahdollista.

Liite 2 Tutkimuksen suostumuslomake



Suostumus tutkimukseen osallistumisesta

Tutkimuksen nimi: Reaaliaikaisen pianonsoiton etäopetuksen optimointi.

Tutkimuksen toteuttaja: Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy

Tutkija / opinnäytetyötekijä

Nimi:

puh.

Sähköposti: fi

Tutkimuksesta vastaa / opinnäytetyön ohjaaja

Nimi:

Puh.

Sähköposti: fi

Minua _____ on pyydetty osallistumaan yllämainittuun tutkimukseen, jonka tarkoituksena on kartoittaa pianonsoiton etäopetuksen teknisen edistämisen kannalta merkittäviä ja kehityskelpoisia toimintamalleja liittyen käyttäjäystävällisyyteen ja sujuvuuden kokemukseen.

Olen saanut tutkimustiedotteen ja ymmärtänyt sen. Tiedotteesta olen saanut riittävän selvityksen tutkimuksesta, sen tarkoituksesta ja toteutuksesta, oikeuksistani sekä tutkimuksen mahdollisesti liittyvistä hyödyistä ja riskeistä. Minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut riittävän vastauksen kaikkiin tutkimusta koskeviin kysymyksiini.

Olen saanut tiedot tutkimukseen mahdollisesti liittyvästä henkilötietojen keräämisestä, käsittelystä ja luovuttamisesta ja minun on ollut mahdollista tutustua tutkimukseen liittyvään tietosuojaselosteeseen.

Minua ei ole painostettu eikä houkuteltu osallistumaan tutkimukseen.

Minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani tutkimukseen.

Ymmärrän, että osallistumiseni on vapaaehtoista ja että voin peruuttaa tämän suostumukseni koska tahansa syytä ilmoittamatta. Olen tietoinen siitä, että mikäli keskeytän tutkimuksen tai peruutan suostumukseni, minusta keskeyttämiseen ja suostumukseni peruuttamiseen mennessä kerättyjä tietoja ja näytteitä voidaan käyttää osana tutkimusaineistoa.

Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni tähän tutkimukseen.

Jos tutkimukseen liittyvien henkilötietojen käsittelyperusteena on suostumus, vahvistan allekirjoituksellani suostumukseni myös henkilötietojeni käsittelyyn. Minulla on oikeus peruuttaa suostumukseni tietosuojaselosteessa kuvatulla tavalla.

Allekirjoitus:

Nimenselvennys:

Alkuperäinen allekirjoitettu tutkittavan suostumus sekä kopio tutkimustiedotteesta liitteineen jäävät tutkijan arkistoon. Tutkimustiedote liitteineen ja kopio allekirjoitetusta suostumuksesta annetaan tutkittavalle.

Liite 3 Haastattelukysymykset

Opettajien kysymykset

1. Mikä fiilis yleisesti, miten menee?
2. Miltä tuntui osallistua testiin, mitkä fiilikset olivat ennen testauksen tapahtumista? Oliko mahdollisesti odotuksia tai jännitystä tulevasta?
3. Miltä testi tuntui suorituksen aikana? Heräsikö jotain tiettyjä ajatuksia tai tuntemuksia, joilla koit olevan merkitystä itse suorituksen kannalta?
4. Miten hyvin koet opetuksen välittyneen eri laitteistojen välityksellä? Erottuiko joku laiteyhdistelmä positiivisesti tai negatiivisesti?
5. Mikä laitteistoyhdistelmä tuntui itsestäsi luontevimmalta sujuvuuden ja informaatiövälityksen selkeyden kannalta?
6. Heräsikö jotain tiettyjä asioita testistä mieleen, esimerkiksi tiettyjä laiteyhdistelmiä tai selkeästi eroteltuja pedagogisia lähestymistapoja joita olisi kannattanut sisällyttää osaksi tutkimusta, joita ei testattu?
7. Koetko, että etäopetusta voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää menestyksekkäästi joissain olosuhteissa?
8. Koetko, että etäopetus voisi toimia juuri sinun kohdallasi varteenotettavana opetuksen formaattina, ilman että se tapahtuisi ympäristön tai kriisitilanteen sanelemana?
9. Tuntuiko tämä testi ja tutkimus mielestäsi tärkeältä vai turhalta tai näiden välimuodolta?

Oppilaiden kysymykset

1. Mikä fiilis yleisesti, miten menee?
2. Miltä tuntui osallistua testiin, mitkä fiilikset olivat ennen testauksen tapahtumista. Oliko mahdollisesti odotuksia tai jännitystä tulevasta?
3. Miltä testi tuntui suorituksen aikana? Heräsikö jotain tiettyjä ajatuksia tai tuntemuksia, joilla koit olevan merkitystä itse suorituksen kannalta?
4. Miten hyvin koet opetuksen välittyneen sinulle eri laitteistojen välityksellä? Erottuiko joku opettajan hyödyntämä laiteyhdistelmä positiivisesti tai negatiivisesti?
5. Koitko oppineesi joitain tiettyjä asioita paremmin tai huonommin, testissä käytettyjen etäopetusasetelmien myötä?
6. Miltä itsestäsi tuntui käyttää sinulle osoitettuja etäopetustyökaluja?
7. Oliko sinulla entuudestaan vai heräsikö sinulle testin myötä asioita mieleen, joita opettajien tulisi yleisesti huomioida etäopetuksessa enemmän tai vähemmän?
8. Koetko, että etäopetus voisi toimia juuri sinun kohdallasi varteenotettavana opetuksen formaattina, ilman että se tapahtuisi ympäristön tai kriisitilanteen sanelemana?
9. Tuntuiko tämä testi ja tutkimus mielestäsi tärkeältä vai turhalta tai näiden välimuodolta?

Liite 4 Haastatteluaineiston teemoittelu

Tekniset onnistumiset			
Kokemus		Vuorovaikutus	Hallittavuus
Audiitiivinen sisältö		Visuaalinen sisältö	
Asettelu ja määrä	Laatu	Asettelu ja määrä	Laatu
Tavaroiden asettelu	Jatkuvuus	Kameroiden paikat	Selkeys
Kuulokkeet vs kaiuttimet	Äänentasot	Kuvakulmat	Monitorointi
Laitteiden määrä	Selkeys	Laitteiden määrä	Ruudun koko
Kontrollien määrä	Instrumentti	Monitorien määrä	Jatkuvuus
Mikrofonit	Mono vs. stereo Tietokone vs.		
Tekniset ongelmat ja kehityskohteet			
Kokemus		Vuorovaikutus	Ongelmanratkaisu
Audiitiivinen sisältö		Visuaalinen sisältö	
Laatu		Asettelu	
Viive		Kuvakulmat	
Hetkelliset vääristymät		Nuottikuva	
Sähköpiano		Monitorointi	
Monitorointi		Videon koko	
Ympäristölliset muuttujat			
Kokemus		Vuorovaikutus	
Sosiaalinen ympäristö		Konkreettinen ympäristö	
Etäisyys		Etäisyys	
Läsnäolo		Saavutettavuus	
Virtuaalisuus		Instrumentit	
Tavoitteet			
Oppisisällölliset tavoitteet		Tekniset laaduntavoitteet	
Oppimisen edistäminen		Etäyhteyden selkeys	
Vuorovaikutuksen selkeys		Vuorovaikutuksen edistäminen	
Metodien muuttumattomuus		Viiveettömyys	
Yhteissoitto		Teknillinen lihasmuisti	
		Oma-aloitteisuus	