

# Lukion fysiikan opettajien suhtautuminen opetuksen digitalisaatioon

Pro Gradu  
Turun yliopisto  
Fysiikka  
2021  
Fil. yo. Henna Pesonen  
Tarkastajat:  
FM Jaakko Lamminpää  
FT Minnamari Saloaro

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck-järjestelmällä

TURUN YLIOPISTO

Fysiikan laitos

**Pesonen, Henna** Lukion fysiikan opettajien suhtautuminen opetuksen digitalisaatioon

Pro Gradu, 35 s., 7 liites.

Fysiikka

Huhtikuu 2021

---

Suomen lukio-opetuksen viimeisin muutos tapahtui vuosina 2016-2019, kun ylioppilaskirjoitukset muutettiin täysin digitaaliseksi. Muutos vaikuttaa merkittävästi niin lukion opettajiin kuin opiskelijoihin. Digitalisaatio näkyy erityisesti matemaattisluonnontieteellisissä aineissa, sillä esimerkiksi matemaattisen tekstin kirjoittaminen, datankäsittely ja vapaakappalekuvien piirtäminen tehdään nykyisin kynän ja paperin sijaan sähköisillä ohjelmistoilla.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin lukion fysiikan opettajien suhtautumista opetuksen digitalisaatioon. Suhtautumista verrattiin vastaajien ikään ja opettajaopinnoista kulueseen aikaan, tietotekniseen osaamiseen sekä tietotekniseen tukeen. Tutkimusta varten kerättiin vastauksia kyselyllä vuoden 2019 lopussa. Kyselyyn vastasi 100 Suomen lukion fysiikan opettajaa.

Tutkimuksen perusteella opettajat suhtautuvat digitalisaatioon positiivisesti. Vaikka työmäärä on lisääntynyt digitalisaation myötä, opettajat kokevat sen tuovan opetuksen lisäarvoa. Digitalisaation toteutuksen keskeisiksi ongelmiksi koetaan uudistuksen nopea aikataulu, koulutuksen puute, tiedotuksen vähyys sekä se, ettei lukiotasolla ole digitalisaation toteuttamisesta vastaavaa tahoa. Nämä puutteet ovat aiheuttaneet opettajille epätietoisuutta digitalisaation toteuttamisesta käytännössä sekä suuren työkuorman. Vastajaat ovat huolissaan myös opiskelijoista; digitalisaatio on lisännyt opiskelijoidenkin työmäärää, sillä aiempien oppimissisältöjen lisäksi heidän tulee opetella myös ohjelmistojen käyttöä. Opettajat ovat huolissaan myös opiskelijoiden epätasa-arvoisuuden kasvamisesta digitalisaation myötä.

Havaittiin, että opettajien kokemus IT-tuen riittäväyydestä korreloi heikosti usean asennekysymyksen kanssa. Ohjelmointikokemuksen ja ohjelmistojen käyttötaitojen havaittiin korreloivan sen kanssa, kokevatko opettajat digitalisaation tuoneen mahdollisuuksia fysiikan opetukseen. Ohjelmistojen käyttötaidot korreloivat myös sen kanssa, kokevatko opettajat digitalisaation positiiviseksi asiaksi. Lisäksi havaittiin, että lisäkouluttautuneet kokevat sähköisiin työvälineisiin käytetyn ajan tuovan enemmän lisäarvoa opetukseen kuin muut vastaajat. Sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen osallistuvat kokevat digitalisaation positiivisemmaksi asiaksi ja sähköisten kokeiden laatimisen muita vastaajia helpommaksi.

Digitalisaation huolellisella suunnittelulla ja selkeällä tiedottamisella olisi voitu ehkäistä tai vähentää negatiivisten asenteiden syntymistä digitalisaatiota kohtaan. Johdonmukaisella opettajien kouluttamisella, laajalla ja opettajille helposti tavoitettavissa olevalla IT-tukiverkolla sekä digitalisaation huomioimisella lukion opetussuunnitelman perusteissa voidaan lisätä opettajien positiivista suhtautumista digitalisaatioon ja yhtenäistää opettajien osaamista, mikä edesauttaisi myös opiskelijoiden tasavertaisia lähtökohtia ylioppilaskokeissa.

Asiasanat: digitalisaatio, lukio-opetus, fysiikka, sähköinen ylioppilastutkinto, ylioppilaskoe

# Sisällys

<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>1 Opetuksen digitalisaatio</b>	<b>2</b>
1.1 Kohti digitaalista ylioppilastutkintoa . . . . .	3
1.2 Digitalisaatio Euroopassa . . . . .	7
1.3 Digitalisaation hyödyt ja haitat . . . . .	8
1.4 Opettajien asenteet . . . . .	9
<b>2 Tutkimus</b>	<b>12</b>
2.1 Tutkimusmenetelmä . . . . .	13
2.2 Aineiston analysointi . . . . .	14
<b>3 Tulokset</b>	<b>15</b>
3.1 Taustatiedot . . . . .	15
3.2 Suhtautuminen digitalisaatioon . . . . .	19
3.3 Taustatekijöiden vaikutus digitalisaatioon suhtautumiseen . . . . .	20
3.4 Avoimen vastauskentän tulokset . . . . .	22
<b>4 Pohdinta</b>	<b>25</b>
<b>5 Yhteenveto</b>	<b>31</b>
<b>A Liitteet</b>	<b>36</b>

## Johdanto

Tieto- ja viestintäteknologiaa (TVT) on opetettu omana oppiaineenaan 1980-luvulta lähtien. 2000-luvulla TVT:tä on integroitu osaksi muiden oppiaineiden opetusta. Suuri harppaus tapahtui vuosina 2016-2019, kun ylioppilastutkinto muutettiin täysin digitaaliseksi.

Digitalisaatio on kansainvälinen megatrendi, jossa Suomi on lukiokoulutuksen osalta edelläkävijä muihin Euroopan maihin verrattuna [1]. Suomessa lukio-opetuksen digitalisaatio on toteutettu nopeasti ja tämä muutos on vaatinut opettajilta nopeaa reagoitua ja vaikuttanut väistämättä myös opiskelijoihin. Siitä huolimatta digitalisaation vaikutuksia on tutkittu verrattain vähän. Tutkimuksia ei myöskään ole rajattu eri koulutusasteiden ja oppiaineiden opettajiin, vaikka heidän mielipiteensä digitalisaatiosta voivat olla hyvinkin erilaisia.

Opettajilla on tärkeä asema digitaalitojen opettamisessa eteenpäin sekä opiskelijoiden digitalisaatioon kohdistuviin asenteisiin vaikuttamisessa. On siis tärkeää havaita, millaisia opettajien asenteet digitalisaatiota kohtaan ovat ja mitkä asiat niihin vaikuttavat, jotta positiivista suhtautumista voidaan edesauttaa. On myös hyödyllistä tietää, miten digitalisaation ja vastaavien uudistusten toteuttamista voidaan sujuvoittaa, jotta muutos olisi niin opettajille kuin opiskelijoillekin mahdollisimman helppo.

Ensimmäisessä luvussa tarkastellaan digitalisaation etenemistä Suomen lukio-opetuksessa, opetuksen digitalisaation tilannetta Euroopassa sekä aikaisempia tutkimustuloksia opettajien digitalisaatioon suhtautumiseen liittyen. Toisessa luvussa esitellään tutkimuksen toteutusta. Kolmannessa luvussa esitellään tulokset ja neljännessä pohditaan mahdollisia syitä saaduille tuloksille sekä ratkaisuehdotuksia digitalisaation ongelmakohtiin. Viidennessä luvussa on esitetty yhteenveto tutkimuksesta.

# 1 Opetuksen digitalisaatio

Tietokoneet vakinaistuivat lukio-opetukseen 1980-luvulla. Aluksi opetus painottui ohjelmointiin ja tapahtui usein koulun ainoan tietokoneen avulla [2]. Nykyään tietokoneiden opetuskäyttö on hyvin erilaista: kevästä 2019 alkaen kokelaat ovat suorittaneet kaikki ylioppilastutkinnon kokeet tietokoneilla erilaisia ohjelmistoja hyödyntäen. TVT:n opetuskäytön muutokset näkyvät myös opetussuunnitelman perusteissa. Syksyllä 2021 voimaan tulevien lukion opetussuunnitelman perusteiden (LOPS) tavoitteissa opiskelijoilta vaaditaan jo hyvin syvällistä ohjelmistojen hyödyntämistä ja niiden käyttötarkoitusten ymmärtämistä. Esimerkiksi fysiikan opetuksen yleisenä tavoitteena on "*opiskelija osaa käyttää asianmukaisia ohjelmia mallintamisen, laskennallisten ja graafisten ratkaisujen sekä tulosten ilmaisemisen välineenä*" [3, s. 251]. Matematiikan opetuksen tehtäväksi on kirjattu "*opiskelija oppii arvioimaan tietoteknisten välineiden hyödyllisyyttä ja käytön rajallisuutta*" [3, s. 221]. Nämä TVT-taidot eroavat vaatimustasoltaan huomattavasti aiemmista LOPS:ista.

Digitalisaatio on suuri muutos, joka on tuonut opetukseen paljon uusia mahdollisuuksia. Keskustelua käydään kuitenkin myös digitalisaation tuomista ongelmista. Erityisesti opettajat ja muut alan asiantuntijat ovat tuoneet esille digitalisaatioon liittyviä huolenaiheita muun muassa lehtien mielipidepalstoilla, artikkeleissa ja blogikirjoituksissa [4]. Myös opettajille suunnatuissa kyselyissä ja tutkimuksissa on nousut esille digitalisaation ongelmakohtia [5, 6]. Tällaisia ovat esimerkiksi opettajien tietoteknisen osaamisen heikko taso, lukiolaisten epätasa-arvoisuuden kasvaminen ja lukioiden eritasoinen tietotekninen varustelu. Useissa digitalisaatioon liittyvissä asioissa ei olekaan yhteistä linjaa, vaan jokainen lukio tekee omat päätöksensä.

Tieto- ja viestintäteknologialla (TVT) tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kaikkia digilaitteita ja niiden ohjelmia, joita käytetään opetuksen ja oppimisen tukena. Lukio-opetuksen digitalisaatiolla tarkoitetaan digitaaliseen ylioppilastutkintoon tähtäävää muutosta TVT:n opetuskäytössä.

## 1.1 Kohti digitaalista ylioppilastutkintoa

Ensimmäiset tietokoneiden opetuskokeilut aloitettiin kouluissa 1960-luvulla. Pääasiallinen tietokoneopetus tapahtui kuitenkin vielä kerhotoiminnassa sekä korkeakouluissa. 1970-luvun lopulla tietokoneet yleistyivät ja tietotekniikan opetuksen vakinaistamisesta alettiin puhua. Tietokoneiden opetuskäyttö yleistyi 1980-luvulla ympäri Eurooppaa, kun käsite *tietokoneelukutaito* nousi muoti-ilmiöksi. Tietokoneelukutaidon painotettiin kuuluvan yleissivistykseen, minkä seurauksena koulujen tietokonehankintoihin sekä tietokoneisiin liittyvän oppimateriaalin tuottamiseen panostettiin. Suomen lukio-opetukseen tietotekniikka vakinaistui valinnaiskurssin muodossa vuonna 1982. Tällöin tietotekniikan opetus oli käytännössä ohjelmoinnin alkeiden ja tietokoneen käytön opettamista. Vuoden 1985 LOPS:ssa tietotekniikka mainittiin laajan matematiikan kohdalla. Matematiikan yhtenä tavoitteena oli tutustua automaattisen tietojenkäsittelyn mahdollisuuksiin ja rajoituksiin matematiikan ongelmanratkaisussa. Tietotekniikan opetuksen ongelmina olivat alusta asti tietokoneiden ja ohjelmien vähyys ja opetukseen käytetyn ajan niukkuus. Myös ohjelmoinnin vahvaa asemaa opetuksessa ja opetussuunnitelman perusteissa kritisoitiin. Asiantuntijalausunnot tukivat ajatuksia siitä, että Basic-ohjelmointi oli väärä lähestymistapa tietotekniikan opettamiseen. Opetus ei myöskään saavuttanut LOPS:n sille asettamia tavoitteita, sillä opettajien ohjelmointikoulutus ja siten myös osaaminen oli riittämätöntä. Samat ongelmat toistuivat ensin tietotekniikan ensimmäisissä opetuskokeiluissa, sitten tietotekniikan vakinaistuessa lukioon ja vielä uudestaan tietokoneiden saapuessa yläkouluihin. [2]

1990-luvulle siirryttäessä ohjelmointipainotteisuus väistyi taka-alalle ja opetuksen painopiste siirtyi työvälinohjelmien käyttöön. Vuoden 1994 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden yhtenä tavoitteena oli, että oppilas oppii käyttämään tietotekniikkaa perusopetuksen aikana. Tietotekniikkaa ei kuitenkaan vielä hyödynnetty opetuksen välineenä, vaan sitä opetettiin ainoastaan erillisillä tietotekniikan

oppitunneilla. Tietokoneavusteisia opetusohjelmia suunniteltiin, mutta niiden hyödyntäminen jäi vähäiseksi muun muassa vaikeakäyttöisen tekniikan ja CD-ROM - tietopakettien kehittämisen vuoksi. Laskimien käyttö opetuksessa kuitenkin yleistyi ja vuonna 1994 graafisen laskimen käyttö sallittiin ylioppilaskirjoituksissa. [2, 7, 8]

Tietotekniikan opetuskäyttö muuttui selkeästi 2000-luvulla, kun tietotekniikkaa alettiin integroida muihin opetettaviin aineisiin. Vuoden 2003 LOPS:ssa tietotekniikan hyödyntäminen on esimerkiksi fysiikan sekä äidinkielen opetuksen tavoitteena ja digitaaliset tietolähteet mainitaan useiden oppiaineiden kohdalla [9]. Kevään 2012 ylioppilaskokeissa sallittiin ensimmäistä kertaa kaikki, myös symboliseen laskentaan kykenevät laskimet [10]. Muutos herätti keskustelua erityisesti matematiikan opettajien keskuudessa. Oli epäselvää, mitä laskimen ominaisuuksia pystyttiin hyödyntämään ylioppilaskokeissa ilman tarkempia perusteluja [10]. Esimerkiksi Lehdon ja Ruosteen [11] mukaan kevään 2013 pitkän matematiikan ylioppilaskokeen tehtävistä yhdeksän ratkesi pelkällä laskimenkäyttötaidolla ilman, että kokelaalta vaadittiin juurikaan omien johtopäätösten tekemistä. Kritiikkiin Ylioppilastutkintolautakunta vastasi laskinohjeen tarkennuksilla sekä muuttamalla matematiikan ylioppilaskokeet kaksiosaisiksi. Vuoden 2014 fysiikan laskinohjeen tarkennuksessa vaaditaan, että suorituksesta täytyy käydä ilmi mahdollinen symbolisen laskimen hyödyntäminen, eikä analysointia vaativissa tehtävissä pelkkä laskimella saatu vastaus riitä, vaan se on perusteltava. Vastaava tulosten perustelu vaaditaan myös matematiikan laskinohjeen tarkennuksessa. Keväällä 2016 järjestettiin ensimmäinen kaksiosainen matematiikan ylioppilaskoe. Siitä lähtien laskimen käyttö on ollut kiellettyä kokeen ensimmäisessä osassa. [12, 13]

Tämänhetkissä, vuoden 2015 LOPS:ssa painotetaan tieto- ja viestintäteknologiaa huomattavasti enemmän kuin aiemmissa opetussuunnitelman perusteissa. TVT:n käyttö sekä tiedonhankinta esiintyy useiden oppiaineiden kuvauksissa, ja erityisesti sen painotus näkyy fysiikan ja matematiikan kohdalla. Fysiikan yleisessä



kuvauksessa TVT mainitaan mallintamisen välineenä, tutkimusten tekemisessä ja tuotosten laatimisessa. TVT:n hyödyntäminen toistuu myös usean fysiikan kurssin keskeisissä tavoitteissa ja tiedonhankinnan taidot ovatkin yksi arvioinnin kohteista. Matematiikan sisällöissä TVT:n hyödyntämisessä mennään vielä pidemmälle, sillä jokaisella pitkän ja lyhyen matematiikan kurssilla on tavoitteena teknisten apuvälineiden hyödyntäminen jossain kurssin keskeisessä sisällössä. [14]

Merkittävin muutos viime aikoina tietotekniikan opetuskäytössä on ollut ylioppilastutkinnon digitalisaatio. Opetus- ja kulttuuriministeriö nostaa muutoksen keskeisimmäksi syyksi ylioppilastutkinnon muuttumisen ja kehittymisen yhteiskunnan mukana: jokaisella opiskelijalla tulee olla oikeus saada tieto- ja viestintäteknikan opiskelukäytön perusvalmiudet jatko-opintoja ja työelämää varten [15]. Käytännössä tämä muutos tarkoittaa sitä, että kokelaat suorittavat ylioppilastutkinnon kokeet tietokoneilla, joissa on käytössä kaikille samat ohjelmistot [16]. Digitalisaatio on toteutettu portaattain syksystä 2016 alkaen, jolloin sähköisenä kirjoitettiin maantiede, filosofia sekä saksan pitkä ja lyhyt oppimäärä [17]. Viimeisimpänä sähköistettiin matematiikan ylioppilastutkinto keväällä 2019. Ylioppilaskokeissa kokelailla on käytössään kaikkiaan 19 ohjelmaa, sisältäen erilaisia laskinohjelmistoja, tekstieditoreja, taulukkolaskenta-, kuvankäsittely- ja vektorigrafiikkasovelluksia. Matematiikan kokeiden ensimmäisessä osassa ohjelmien käyttöä on rajattu niin, että taulukkolaskentaohjelmistoja ja symbolisia laskimia ei ole käytössä. Matematiikan kokeiden toisessa osassa kaikki ohjelmat ovat käytettävissä, kuten myös koko fysiikan kokeen ajan. Viimeisin muutos ylioppilaskokeissa tapahtui syksyllä 2020, kun fyysistä laskinta tai taulukkokirjaa ei saanut enää olla mukana fysiikan ylioppilaskokeessa. [18, 19]

Syksyllä 2021 otetaan käyttöön uudet lukion opetussuunnitelman perusteet. Näissä vuonna 2019 kirjatuissa perusteissa opetuksen digitalisaatio näkyy yhä selvemmin. Esimerkiksi fysiikan opetuksen yhtenä tavoitteena on, että opiskelija osaa käyttää asianmukaisia ohjelmia mallintamisen, laskennallisten ja graafisten ratkaisujen

sekä tulosten ilmaisemisen välineenä. Myös matematiikan tehtävässä puhutaan opiskelijan kehittymisestä tietokoneohjelmistojen ja digitaalisten tietolähteiden hyödyntämisessä. Lisäksi matematiikan oppiaineen tehtävänä on, että opiskelija oppii arvioimaan tietoteknisten välineiden hyödyllisyyttä ja käytön rajallisuutta. Matematiikan opetuksen tavoitteissa painotetaan ensimmäistä kertaa sitä, että opiskelija ymmärtää, ettei ohjelmiston tuottama tulos yksinään riitä väitteen todistamiseksi. Ohjelmistojen valinta ja käyttö onkin matematiikassa myös arvioinnin kohteena. Kuten myös aiemmassa LOPS:ssa, tässäkin sopivan ohjelmiston hyödyntäminen mainitaan vielä erikseen jokaisella matematiikan kurssilla. Lukion opetussuunnitelman perusteissa painotetaan selkeästi enemmän ohjelmien taustalla olevaa matemaattista ja fysikaalista ymmärtämistä. Tämän vähäisyys onkin ollut kritiikin kohteena digitalisaation myötä. [3]

Lukiolaki ja sitä myötä opetussuunnitelman perusteet määrittelevät pitkälti lukion opetusta. Kuitenkin myös ylioppilastutkinnolla on merkittävä vaikutus käytännön opetukseen. Ylioppilastutkinnolla on kaksijakoinen tehtävä sekä lukion päätökokeena että jatko-opintokelpoisuuden osoittajana. Se siis mittaa, ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaiset tiedot. Lisäksi myös jatko-opintoihin valitaan opiskelijoita yhä enemmän ylioppilastutkinnon arvosanojen perusteella. Tämä asettaa ylioppilastutkinnon yhä tärkeämpään asemaan lukio-opinnoissa. Ylioppilastutkinnon digitalisaatio vaikuttaa merkittävästi jokapäiväiseen opetukseen. Opettajilla on täytynyt huomioida ylioppilastutkinnon digitalisaatio myös opetuksen sisällöissä, jotta opiskelijat saavat tarvittavat valmiudet hyödyntää ylioppilaskirjoituksissa käytettäviä ohjelmistoja. [12, 20]

Vaikka LOPS:ssa ei ole määritelty tiettyjä ohjelmistoja tai työkaluja opetuksen tueksi, ylioppilaskokeissa käytössä olevat työkalut määrittävät lukion opetusta. Myös opetuksessa käytetään siis pääasiassa koeympäristön ohjelmistoja ja tietokonetta, jotta ylioppilaskirjoitusten välineet tulevat opiskelijoille tutuiksi. Opetuksessa hyö-

dynnettäviä sähköisiä työkaluja ovat esimerkiksi sähköiset oppimisympäristöt, laskinohjelmistot, graafiset ohjelmistot, sähköiset oppimateriaalit, taulukkolaskentaohjelmistot sekä mittausaineiston analysointiin tarkoitettut ohjelmistot [21, 22]. Lukioilla on käytössään myös ylioppilastutkintolautakunnan julkaisema Abitti-koeympäristö, jolla lukiot voivat toteuttaa digitaalisia kurssi- ja harjoituskokeita. Abitti on opiskelijoiden näkökulmasta samanlainen kuin ylioppilaskokeiden koeympäristö. [21]

Fysiikan opetuksessa digitalisaatio näkyy voimakkaasti muun muassa kokeellisessa työskentelyssä. Kokeellisten töiden mittausdata kerätään nykyisin erilaisten antureiden avulla suoraan digitaaliseen muotoon. Dataan on helppo sovittaa käyriä ohjelmistoilla, joilla myös käyrän kulmakertoimen tai esimerkiksi käyrän rajaaman pinta-alan selvittäminen on helppoa, vaikkei tämä opiskelijalta matemaattisesti vielä onnistuisikaan. Erityisesti laskinohjelmistot ja Logger Pro -mittausohjelma ovat fysiikan opettajien suosiossa [23]. Kyseisten ohjelmien hyödyntäminen opetuksen ja oppimisen tukena vastaa myös LOPS:n fysiikan opetuksen ja laaja-alaisen osaamisen tavoitteita [14].

## 1.2 Digitalisaatio Euroopassa

Euroopan komission selvityksen mukaan digitalisaatio etenee ympäri Eurooppaa. Suurimmassa osassa Euroopan maita digitaalista osaamista pyritään kehittämään sekä ala- ja yläkoulussa että lukiotasolla. Puolet maista oli kyselyhetkellä vuonna 2018 kehittämässä opetussuunnitelmaansa digiosaamisen kannalta ja suuri osa maista suunnitteli myös investointeja koulujen digitalisaatioon. Digitaalinen osaaminen on nostettu yli puolessa Euroopan koulutusjärjestelmien opetussuunnitelmissa monialaiseksi teemaksi. Koska opiskelijoiden digitaalisten taitojen kehittämistä painotetaan yhä enemmän myös opetussuunnitelmissa, opettajien tulee testata ja arvioida opiskelijoiden digiosaamista tasaisin väliajoin. Tarkempaa ohjeistusta opiskelijoiden digitaalisten taitojen arvioimiseen on kuitenkin tarjolla hyvin vähän. [1]

Digitalisaation etenemisestä huolimatta digitaalisen teknologian hyödyntäminen opiskelijoiden arvioinnissa on vielä alkuvaiheessa. Digivälineitä käyttää yksittäisten opiskelijoiden arviointiin 16 maata ja koulutuksen laadunvarmistamiseen 11 maata. Kolme neljäsosaa Euroopan maista hyödyntää digitaalista teknologiaa maanlaajuisissa kokeissa ainakin yhdellä koulutusasteella alakoulusta lukiotasolle. Useat maat käyttävät teknologiaa vain joissakin oppiaineissa. Poikkeuksiksi on nostettu Suomen lisäksi Ruotsi, jossa digivälineitä testataan osassa oppiaineita vuosien 2018-2021 aikana ennen täyttä siirtymistä digikokeisiin. Digitalisaatio on hyvin eri vaiheissa eri maissa: 14 maata ei käytä maanlaajuisissa testeissä digitaalista teknologiaa millään koulutusasteella. [1]

Digiosaaminen on nostettu myös opettajilta oletetuksi taidoksi kahdessa kolmasosassa Euroopan koulutusjärjestelmistä. Opettajien digitaalisia taitoja ei kuitenkaan arvioida kuin alle neljäsosassa Euroopan maista ja niissäkin arviointi tapahtuu pääosin opettajankoulutuksen aikana. Lähes kaikissa koulutusjärjestelmissä ylimmän tason viranomaiset osallistuvat opettajien digiosaamista kehittävän koulutuksen tarjoamiseen. Viranomaiset ovat kehittäneet myös opettajien verkostoja, joista osa on suunnattu digitaaliseen opettamiseen. [1]

### 1.3 Digitalisaation hyödyt ja haitat

Kansainvälisissä tutkimuksissa on huomattu, että tietokoneavusteisella oppimisella voi olla positiivinen vaikutus oppimistuloksiin niin peruskoulu-, lukio- kuin yliopistotasolla [24–26]. TVT:n opetuskäytön vaikutus oppimistuloksiin riippuu kuitenkin käytettävistä opetusmenetelmistä [27]. Erityisesti mukautuvan hypermedian opetuskäytöllä (engl. adaptive educational hypermedia) on havaittu saavutettavan parempia oppimistuloksia kuin muilla opetusmenetelmillä [26]. Yleisesti mallien, joissa opetusta tapahtuu sekä itsenäisesti tietokoneen avulla että opettajajohtoisesti lähiopetuksena, on huomattu parantavan oppimistuloksia [28–30].

Myös muita TVT:n opetuskäytön tuomia positiivisia vaikutuksia on huomattu. TVT:n hyödyntäminen opetuksessa voi muun muassa parantaa opiskelijoiden itsetuottamusta, motivaatiota, keskittymistä ja kotitehtävien laatua [31]. Myös asenteet matematiikkaa kohtaan voivat muuttua myönteisemmiksi, kun TVT:tä hyödynnetään matematiikan opetuksessa [27]. TVT voi helpottaa myös kodin ja koulun välistä kommunikointia ja tuoda uusia mahdollisuuksia esimerkiksi oppimisen tukemiseen [32].

Vaikka TVT:n opetuskäytöstä on havaittu paljon hyötyjä, sillä voi olla myös haittavaikutuksia. TVT:n käyttö voi esimerkiksi vähentää kiinnostusta ja innostusta oppimista kohtaan, häiritä aktiivista osallistumista oppitunneille ja vaikuttaa heikentävästi oppimisprosessiin [33]. Esimerkiksi motivaation ja keskittymisen paraneminen TVT:n käytön myötä ei koske kaikenlaisia opiskelijoita, vaan on huomattu, että erityisesti heikoimmat opiskelijat käyttävät tietotekniikkaa helposti keinona paeta tylsäksi koetulta oppitunnilta. Parhaiten TVT:tä hyödyntävätkin koulussa hyvin menestyneet opiskelijat, jotka ovat löytäneet keinot hyödyntää TVT:tä oppimisessa. [34]

## 1.4 Opettajien asenteet

Opettajien asenteilla TVT:tä kohtaan on havaittu olevan suuri merkitys siihen, kuinka paljon he käyttävät TVT:tä opetuksessa [35, 36]. Opettajien sujuva tietokoneen ja ohjelmistojen käyttö opetuksen aikana on tärkeää, sillä se tuo ohjelmistot myös opiskelijoiden nähtäväksi ja tukee siten opiskelijoita ohjelmistojen käytössä. Opettajien suhtautumista sekä digitalisaation seurauksia on tutkittu kuitenkin hyvin maltillisesti. Viimeaikaiset kyselyt digitalisaatioon liittyen on tehty kaikkien oppiaineiden opettajille ja osittain myös kaikille koulutusasteille. Käytettävät ohjelmistot, niiden käyttötarkoitukset sekä painoarvo kuitenkin vaihtelevat oppiaineittain niin opetussuunnitelman perusteissa kuin ylioppilaskokeissakin. Eri oppiaineiden edustajat

voivat siis suhtautua digitalisaatioon hyvin eri tavalla. Esimerkiksi Helsingin yliopiston Koulutuksen arviointikeskuksen toteuttamasta kyselystä [37] käy ilmi, kuinka erilaisiin tarkoituksiin digivälineitä käytetään eri aineiden opiskelussa. Jokainen kyselyyn vastannut matematiikan opettaja hyödyntää oppitunneillaan digivälineitä harjoitustehtävissä, kun taas 40 % maantieteen opettajista ei koskaan käytä digivälineitä harjoitustehtävissä. Kyselyn perusteella myös digivälineiden hyödyntäminen fysiikan opetuksessa on kasvanut huomattavasti lukuvuoden 2016-2017 aikana, kun taas muissa oppiaineissa muutos on ollut huomattavasti vähäisempää. Digitalisaatio on siis todennäköisesti vaikuttanut fysiikan opetukseen enemmän kuin monien muiden aineiden opettamiseen.

Kaikkien opettajien keskuudessa suhtautuminen digitalisaatioon on pääosin positiivista [5, 6]. Lukion opettajat ovat kuitenkin selvästi muita varautuneempia ja kolmasosa heistä kokee digitalisaation etenevän liian nopeasti. Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettajien suhtautumista digitalisaatioon on tutkittu vain yksittäisissä opinnäytetöissä. Ennen digitalisaatiota tehdyn kyselyn mukaan matematiikan opettajat suhtautuivat sähköistymiseen hyvin vaihtelevasti, negatiiviseen painottuen [38]. Kyselyn perusteella myös matematiikan opettajat kokevat digitaaliseen ylioppilaskokeeseen siirtymisen liian nopeaksi muutokseksi.

Koulumaailman muutoksia tutkittaessa on havaittu, että muutoksen onnistumisen edellytyksenä on opettajan käyttäytymisen muuttuminen. Käyttäytymisen muuttamista edistävät opettajien positiiviset asenteet sekä usko muutokseen ja sen seurauksiin. Tämä on huomattu myös TVT:n opetuskäyttöön kohdistuvia asenteita tutkittaessa: opettajien asenteisiin vaikuttavat itseluottamus, usko oppilaiden TVT:n käytöstä saatavaan hyötyyn, minäpystyvyys TVT:n käytössä sekä koulu-kulttuuri. Tärkeä tekijä muutoksen onnistumiseksi on myös se, että muutos lähtee koulutasolta, ei ainoastaan esimerkiksi valtakunnalliselta tasolta. Muita merkittäviä tekijöitä ovat sosiaalisesti tukevan ympäristön puute, stressi, koulutus sekä työyh-

teisöön kuuluminen. [39–41]

Myös OAJ:n selvityksen mukaan enemmän täydennyskoulutusta saaneet opettajat suhtautuvat digitalisaatioon positiivisemmin kuin vähän täydennyskoulutusta saaneet [5]. Kyselyyn vastanneista lukion opettajista 34 % kokee kuitenkin TVT-valmiutensa heikoiksi, melko heikoiksi tai kohtalaisiksi. Lähes jokainen kyselyyn vastannut opettaja on osallistunut tarjottuun täydennyskoulutukseen, usein myös omalla vapaa-ajallaan, mutta lähes 60 % lukio-opettajista kokee, ettei koulutus ole ollut riittävää. Vantaan lukioiden opettajille tehdystä haastattelusta selviää, että koulutuksiin osallistuminen aiheuttaa opettajille lisää työtä [37]. Koulutukset eivät ole myöskään osoittautuneet sisällöiltään hyödyllisiksi tai motivoiviksi, joten niitä ei koeta vaivan arvoisiksi. Vaikka koulutus antaisikin tarvittavat lähtötiedot ohjelmien käytölle, opettajilla ei ole tarpeeksi aikaa perehtyä digivälineisiin ja -materiaaleihin oman työn ohella. Opettajat kaipaavatkin lisäkoulutusta ja enemmän aikaa sähköisten työkalujen käytön opetteluun. [5, 37]

IT-tuen vaikutuksesta opettajien TVT:n opetuskäyttöön on ristiriitaisia tuloksia. Euroopan komission vuonna 2013 julkaistussa tutkimuksessa havaittiin, että opettajien saamalla IT-tuen määrällä ei ollut vaikutusta opettajien aktiivisuuteen TVT:n käytössä [42]. Kuitenkin OAJ:n vuonna 2016 tehdyn selvityksen mukaan IT-tuen saaminen korreloi suomalaisopettajien TVT:n käytön kanssa [5]. Opettajan iällä ja opetuskokemuksella ei ole havaittu merkitystä TVT:n opetuskäyttöön [43, 44].

Lukio-opetuksen digitalisaatio herätti paljon keskustelua sen ongelmakohdista. Tämä näkyi myös aikakauslehtien mielipidepalstoilla. Laitinen kasasi tutkielmassaan Helsingin Sanomien mielipidekirjoituksia koulutuksen digitalisaatioon liittyen [4]. Mielipidekirjoituksissa digitalisaation suurimmiksi ongelmiksi nostettiin käytännön toteutukseen liittyvät asiat, kuten huonosti toimivat laitteet. Samat ilmiöt nousevat esiin myös muissa tutkimuksissa; OAJ:n tutkimusten perusteella lukion opettajia huolestuttaa digitalisaation nopea toteutus ja vähäiset resurssit, koulutuksen

ja oman osaamisen puute sekä näiden aiheuttamat käytännön ongelmat [5, 6]. Digitalisaatio on opettajien mukaan lisännyt työn tehokkuutta, mutta samaan aikaan enemmistö kokee digitaalisten työkalujen käytön lisänneen työmäärää, työn kuormittavuutta ja työhön käytettyä aikaa [6].

## 2 Tutkimus

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten lukion fysiikan opettajat suhtautuvat opetuksen digitalisaatioon. Tätä suhtautumista verrataan opettajien ikäluokkaan, tietotekniikkaosaamiseen ja opettajien tietoteknisen tukiverkon laajuuteen. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten lukion fysiikan opettajat suhtautuvat opetuksen digitalisaatioon?
2. Miten fysiikan opettajien ikäluokka ja opettajaopinnoista kulunut aika vaikuttaa heidän digitalisaatioon suhtautumiseen?
3. Miten fysiikan opettajien tietotekniikka- ja ohjelmointiosaaminen vaikuttaa heidän digitalisaatioon suhtautumiseen?
4. Miten fysiikan opettajien tietotekninen tukiverkko vaikuttaa heidän digitalisaatioon suhtautumiseen?

Tutkimustulokset antavat tietoa siitä, miten fysiikan opettajat kokevat opetuksen digitalisaation ja voidaanko esimerkiksi opettajankoulutusta kehittämällä, lisäkoulutuksella tai IT-tuen lisäämisellä vaikuttaa suhtautumiseen. Tutkimus on tärkeä, sillä digitalisaation vaikutuksia on tutkittu vain vähän, eikä sen vaikutuksia matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetukseen ja opettajiin ole tutkittu lähes lainkaan. Tulokset antavat päättäjille ja rehtoreille tietoa siitä, mikä digitalisaatiossa on onnistunut ja mikä on aiheuttanut haasteita. Tutkimus ehdottaa myös ratkaisuja digitalisaation ongelmakohtiin.



Aiempien tutkimusten perusteella voidaan odottaa, että opettajien suhtautuminen opetuksen digitalisaatioon on positiivista, mutta digitalisaation käytännön toteutuksessa koetaan myös epäkohtia [5, 6, 37]. Opettajien iällä ja opetuskokemuksella ei ole havaittu vaikutusta digitalisaation opetuskäyttöön, joten voidaan arvela, etteivät ne merkittävästi vaikuta myöskään suhtautumiseen [43, 44]. Myös TVT-osaamisella on aiempien tutkimusten perusteella mahdollisesti vaikutusta suhtautumiseen, mutta tietoteknisen tukiverkon vaikutuksesta saadut aiemmat tulokset ovat ristiriitaisia [1, 5, 41].

## 2.1 Tutkimusmenetelmä

Aineistoa kerättiin lukion fysiikan opettajille suunnatulla kyselyllä (Liite A). Kysely toteutettiin Webropol-palvelussa ja kyselyä lähetettiin lukion fysiikan opettajille sähköpostitse sekä sosiaalisessa mediassa opettajille suunnatuissa ryhmissä. Aineistoa kerättiin aikavälillä 7.11.-6.12.2019 ja vastauksia tuli 100. Kyselylomake muodostettiin seuraavien tutkimusten pohjalta: OAJ:n Toimivaa Digitalisaatiota [6], Topi Salmen Sähköinen ylioppilaskirjoitus ja sen vaikutus matematiikan opetukseen matematiikan opettajien näkökulmasta [38] ja Hannu Lakervin Tulevien lukion matematiikan opettajien odotukset, asenteet ja intentiot CAS-teknologian opetuskäyttöä kohtaan [45]. Juuri vastaavanlaista kyselyä ei oltu aiemmin toteutettu.

Kolmessa ensimmäisessä kysymyksessä selvitettiin taustatietoina vastaajien ikäluokka, opettajaopinnoista kulunut aika sekä muut opetettavat aineet. Kysymyksissä 4-7 selvitettiin opettajien osaamistasoa ohjelmoinnissa, opettajien lisäkoulututtamista digitalisaation myötä ja heidän ohjelmistojen käyttötaitoja ennen digitalisaatiota sekä vastaushetkellä. Kysymyksessä 8 kysyttiin osallistumista sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen. Tällä tarkoitetaan digitaalisiin kokeisiin liittyviä teknisiä valmisteluita, kuten tutkintoverkon rakentamista ja koetilan palvelimien valmistelua. Kysymyksissä 9 ja 10 selvitettiin tietoteknisen tukiverkon olemassaoloa ja

laajuutta. Kysymykset 11-14 olivat asennekysymyksiä, joissa selvitettiin opettajien suhtautumista digitalisaatioon.

Ohjelmistojen käyttötaidot ennen digitalisaatiota ja sen jälkeen kysyttiin neliporraisella asteikolla, jotta vastaaminen olisi mahdollisimman yksiselitteistä. Tässä vastausvaihtoehdot olivat 0=en osaa käyttää ohjelmistoa, 1=Osaan hieman ohjelmiston perusteita, 2=Osaan käyttää joitakin ohjelmiston ominaisuuksia ja 3=Osaan käyttää ohjelmiston eri ominaisuuksia monipuolisesti. Asennekysymykset kerättiin Likert-asteikolla 1 (täysin eri mieltä) - 5 (täysin samaa mieltä). Asennekysymyksissä oli lisäksi vastausvaihtoehto "en osaa sanoa".

Kyselyä lähetettiin ympäri Suomen, mutta siinä ei selvitetty otoksen kattavuuteen liittyviä tietoja, kuten paikkakuntia tai lukioden kokoja. Opetushallituksen ja Tilastokeskuksen selvitysten mukaan lukion fysiikan opettajia työskentelee Suomessa joitakin satoja; vuoden 2019 selvitykseen vastasi 179 ja vuoden 2005 selvitykseen 261 lukion fysiikan opettajaa [46, 47]. Tämän perusteella vastaajajoukko  $N=100$  on monipuolinen otos fysiikan opettajista. Vastaajajoukko voi kuitenkin olla painottunut esimerkiksi jollekin tietylle alueelle tai tietynkokoisiin lukioihin, mikä on huomioitava tuloksia tarkasteltaessa.

## 2.2 Aineiston analysointi

Aineiston Likert-asteikolla kerätyistä vastauksista määritettiin keskiarvot ( $\bar{x}$ ) ja keskihajonnat ( $s$ ). Näiden perusteella tarkasteltiin opettajien yleistä suhtautumista digitalisaatioon. Ikäluokan ja opettajaopinnoista kuluneen ajan, tietotekniikka- ja ohjelmointiosaamisen sekä tietoteknisen tukiverkon vaikutusta opettajien suhtautumiseen tarkasteltiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokerrointen ( $\rho$ ) avulla. Näiden taustatekijöiden vaikutusta verrattiin jokaiseen yksittäiseen asennekysymykseen, asennekysymysten keskiarvoon sekä yleiseen suhtautumiseen. Tuloksista huomioitiin ne, joille  $\rho > 0,20$  ja  $p < 0,05$ , joka määriteltiin heikon korrelaation rajaksi.

Asennekysymysten keskiarvoa varten negatiivista suhtautumista edustavien väittämien vastaukset käännettiin vastaamaan Likert-asteikolla vastaavaa positiivista väitettä.

Lisäkouluttautuneiden ja kouluttautumattomien sekä sähköisiä koejärjestelmiä rakentavien sekä rakentamattomien välistä vertailua tehtiin kahden riippumattoman otoksen t-testin avulla. Myös tässä verrattiin sekä yksittäisiin asennekysymyksiin, niiden keskiarvoon että yleiseen suhtautumiseen.

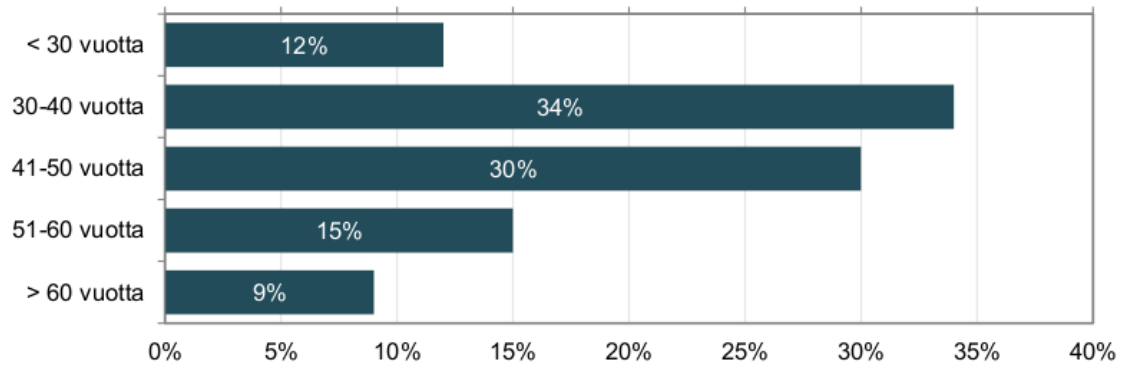
Kaikki avoimen tekstikentän vastaukset käytiin läpi ja niiden havaittiin jakautuvan selkeästi positiivisiin ja negatiivisiin kommentteihin. Tämän jälkeen jokainen virke käytiin läpi ja luokiteltiin induktiivisesti tarkempiin aihepiireihin. Yksi virke voi sisältyä useampaan aihepiiriin. Lopuksi laskettiin, kuinka monessa vastauksessa eri aiheet esiintyivät ja edustiko vastaus positiivista vai negatiivista suhtautumista.

## 3 Tulokset

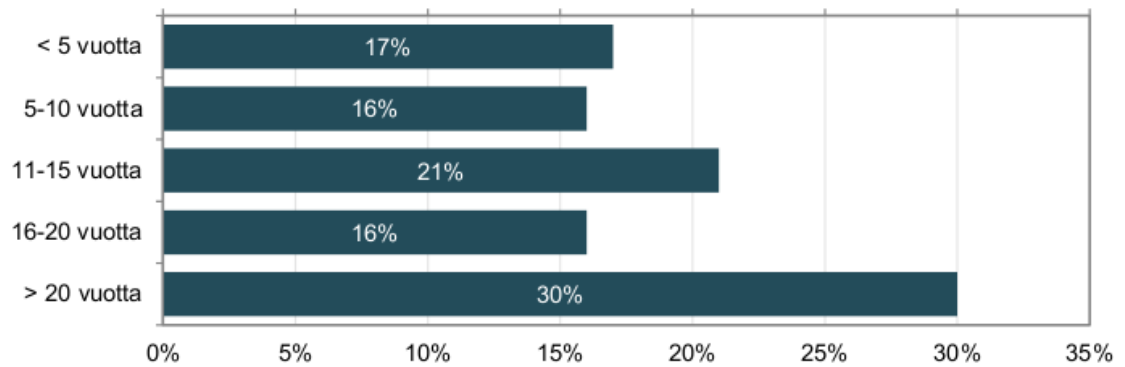
### 3.1 Taustatiedot

Vastaaajissa ( $N=100$ ) on kaikkien ikäluokkien edustajia, ikäluokat on esitetty kuvassa 1. Eniten vastaaajissa on 30-40 -vuotiaita (34 %). Vastaaajissa on myös monipuolisesti eri aikoina opettajaopintonsa suorittaneita. Opettajaopinnoista kulunut aika on esitetty kuvassa 2. Suurin osa (30 %) on suorittanut opintonsa yli 20 vuotta sitten.

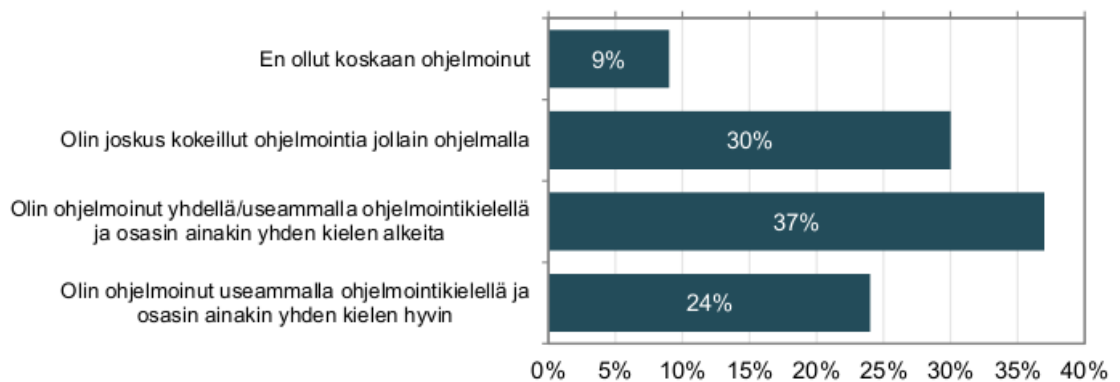
Vain 9 % vastaaajista ei ole koskaan ohjelmoinut, kuten kuvassa 3 esitetyistä vastauksista nähdään. Suurin osa vastaaajista (37 %) osaa ainakin yhden ohjelmointikielen alkeita. Yli puolet (54 %) vastaaajista on digitalisaation myötä lisäkouluttautunut tietotekniikkaan tai ohjelmointiin liittyen.



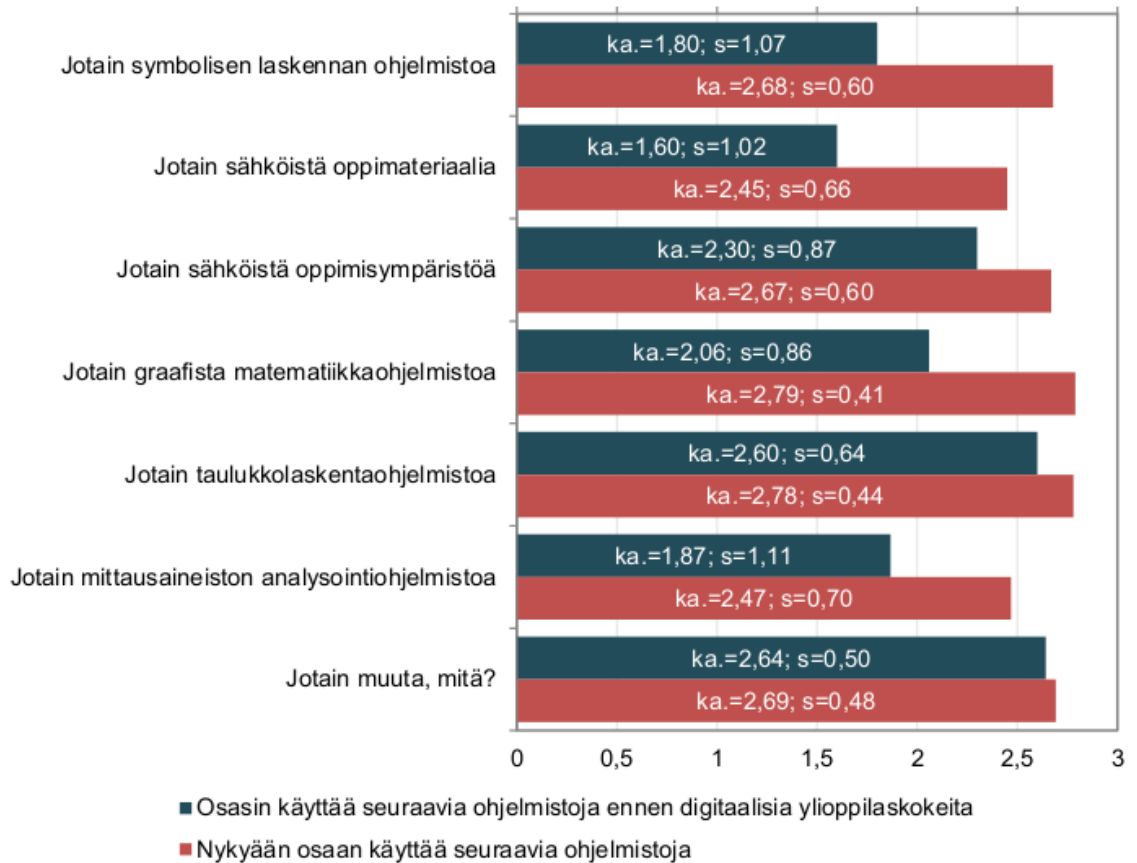
Kuva 1. Vastaaajien ikäluokat.



Kuva 2. Vastaaajien opettajaopinnoista kulunut aika.



Kuva 3. Vastaaajien ohjelmointikokemus ennen ylioppilaskirjoitusten digitalisaatiota.



Kuva 4. Eri ohjelmistojen käyttötaidot ennen ja jälkeen ylioppilastutkinnon digitalisaation. Vastausvaihtoehdot: 0=En osaa käyttää ohjelmistoa, 1=Osaan hie-man ohjelmiston perusteita, 2=Osaan käyttää joitakin ohjelmiston ominaisuuksia ja 3=Osaan käyttää ohjelmiston eri ominaisuuksia monipuolisesti.

Opettajat kokevat kehittyneensä ohjelmistojen käytössä digitalisaation myötä, kuten kuvassa 4 esitetyistä vastauksista nähdään. Erityisesti kehitystä on tapahtunut symbolisten laskinohjelmistojen, sähköisten oppimateriaalien ja graafisten matematiikkaohjelmistojen kohdalla. Opettajien osaaminen oli jo ennen digitalisaatiota korkealla erityisesti sähköisten oppimateriaalien käytössä. Digitalisaation jälkeisessä osaamisessa opettajien vastausten välillä on vähemmän hajontaa. Sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen osallistuu 58 % vastaajista.

Kuvassa 5 on esitetty IT-tukeen liittyvien vastausten määrät. 72 % eli suurin osa vastaajista saa tukea IT-asioissa kollegaltaan, 44 % koulun IT-tukihenkilöltä ja 32 % koulun omalta IT-tiimiltä. Harvoin IT-tukea saa omalta esimieheltä. Muita vastauskentässä mainittuja asioita olivat Facebookin tukiryhmät sekä internet (n=4), vastaaja on itse IT-tukihenkilö tai alan ammattilainen (n=3), muut kollegat tai läheiset (n=3), ei saa keneltäkään tukea IT-asioissa (n=2), kunnan IT-apu (n=2) ja MAOL (n=1).



Kuva 5. Vastaajien eri tahoilta saama IT-tuki.

Väitteen "saan mielestäni riittävästi tukea tietotekniikka-asioihin liittyen" vastausten keskiarvo on 3,80 ja keskihajonta 1,13. Suurin osa vastasi vaihtoehdon 4 asteikolla 1 (täysin eri mieltä) - 5 (täysin samaa mieltä).

### 3.2 Suhtautuminen digitalisaatioon

Kuvassa 6 on esitetty digitalisaation asennekysymysten vastausten keskiarvot ja keskihajonnat. Paperikokeiden ja sähköisten kokeiden laatimisen helppoudessa ei ole selkeää eroa vastausten perusteella, mutta sähköisten kokeiden tarkistaminen koetaan helpommaksi kuin paperisten. Hajontojen perusteella opettajat eivät ole erityisen yksimielisiä vastauksissaan.



Kuva 6. Vastaukset digitalisaatioon suhtautumiseen liittyviin kysymyksiin asteikolla 1 (täysin eri mieltä) - 5 (täysin samaa mieltä).

Opettajat kokevat, että digitalisaatio on lisännyt fysiikan opettamisen työmäärää ja että digivälineiden hyödyntämiseen menee ylimääräistä aikaa. Näissäkin vastauksissa on selvästi hajontaa. Digivälineitä ja niihin käytettyä aikaa ei kuitenkaan koeta turhaksi: opettajat ovat sitä mieltä, että digitalisaatio on tuonut opetukseen lisää mahdollisuuksia ja että työhön käytetty lisäaika tuo opetukseen lisäarvoa.

Väittämän "koen lukio-opetuksen sähköistymisen positiiviseksi asiaksi" vastauksien keskiarvo on 3,75 ja keskihajonta 0,99. 44 % vastaajista on valinnut vaihtoehdon 4 asteikolla asteikolla 1 (täysin eri mieltä) - 5 (täysin samaa mieltä). Vain yksittäiset vastaajat ovat eri mieltä väitteen kanssa.

### 3.3 Taustatekijöiden vaikutus digitalisaatioon suhtautumiseen

Ohjelmointikokemuksen, ohjelmistojen käyttötaitojen sekä IT-tuen riittävyyden korrelaatiot asennekysymysten kanssa on esitetty taulukossa I. Ikäluokalla sekä opettajaopinnoista kuluneella ajalla ei huomattu olevan tilastollisesti merkittävää vaikutusta suhtautumiseen. IT-tukiverkko korreloi väitteen "Digitalisoituminen on tuonut fysiikan opetukseen lisää mahdollisuuksia" kanssa ( $\rho = 0,21$ ,  $p = 0,04$ ). Mitä useamman kohdan on rastittanut "kyllä" IT-tukiverkosta kysyttäessä, sitä positiivisemmin väitteeseen suhtautuu.

Taulukko I. Taustatekijöiden ja asennekysymysten korrelaatio. Taulukossa on esitetty Spearmanin  $\rho$  -korrelaatiokertoimet sekä p-arvot.

	Ohjelmointikokemus ennen digitaalisia yo-kokeita		Ohjelmistojen käyttötaidot ennen digitaalisia yo-kokeita		Ohjelmistojen käyttötaidot digitaalisten yo-kokeiden jälkeen		Kokemus IT-tuen riittävydestä	
	$\rho$	p	$\rho$	p	$\rho$	p	$\rho$	p
Fysiikan digitaalisten kokeiden laatiminen on keskimäärin helpompaa kuin paperisten	0,04	0,70	0,17	0,10	-0,02	0,87	0,13	0,22
Fysiikan digitaalisten kokeiden tarkistaminen on keskimäärin helpompaa kuin paperisten	0,10	0,33	0,18	0,07	0,09	0,40	0,20	0,05
Yleisesti lukio-opetuksen digitalisoituminen on lisännyt fysiikan opettamisen työmäärää	-0,10	0,30	-0,07	0,51	0,01	0,96	-0,17	0,10
Digitalisoituminen on tuonut fysiikan opetukseen lisää mahdollisuuksia	0,20	0,05	0,21	0,03	0,26	0,01	0,23	0,02
Koen, että minulla menee ylimääräistä aikaa siihen, että käytän sähköisiä työvälineitä fysiikan opetuksessa	-0,07	0,49	-0,15	0,14	-0,04	0,67	-0,20	0,04
Tästä huolimatta koen, että sähköisiin työvälineisiin käyttämäni aika tuo jotain lisäarvoa fysiikan opetukseen	0,17	0,09	0,12	0,30	0,10	0,38	0,23	0,04
Väittämien keskiarvo	0,17	0,10	0,22	0,03	0,12	0,25	0,24	0,02
Koen lukio-opetuksen sähköistymisen positiiviseksi asiaksi	0,18	0,07	0,26	0,01	0,25	0,01	0,18	0,07

Opettajien ohjelmointikokemus, ohjelmistojen käyttötaidot ennen ja jälkeen digitalisaation sekä kokemus IT-tuen riittävydestä korreloivat väitteen "Digitalisoituminen (sähköistyminen) on tuonut fysiikan opetukseen lisää mahdollisuuksia" kanssa. Ohjelmistojen käyttötaidot ennen digitalisaatiota korreloivat myös väitteiden kes-



kiarvon ( $\rho = 0,22$ ,  $p = 0,03$ ) sekä erityisesti yleisen suhtautumisen ( $\rho = 0,26$ ,  $p = 0,01$ ) kanssa. Myös nykyisillä ohjelmistojen käyttötaidoilla havaitaan korrelaatiota yleiseen suhtautumiseen ( $\rho = 0,25$ ,  $p = 0,01$ ).

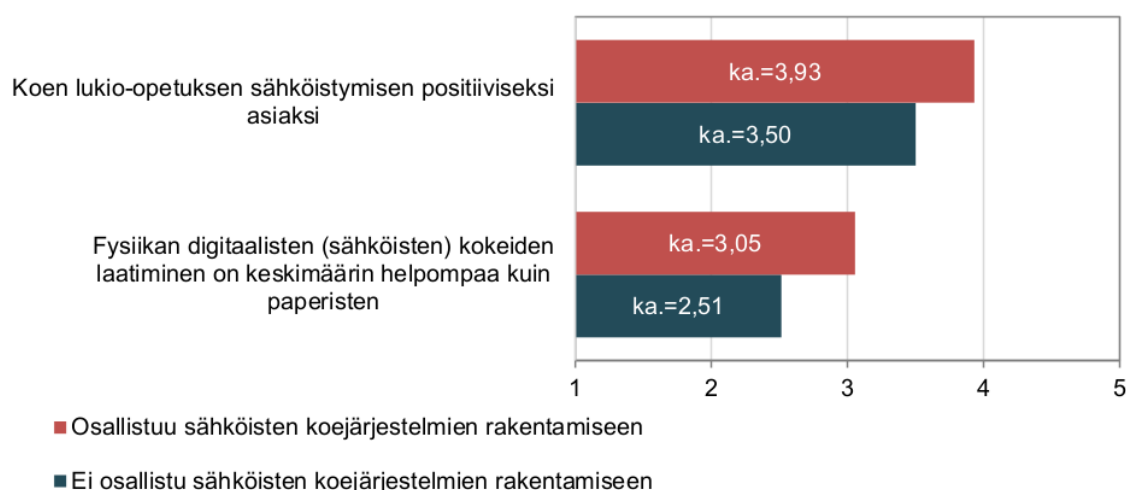
Väite "saan mielestäni riittävästi tukea tietotekniikka-asioihin liittyen" korreloi heikosti useiden asennekysymysten kanssa. Merkittäväntä korrelaatio on asennekysymysten keskiarvon kanssa ( $\rho = 0,24$ ,  $p = 0,01$ ): mitä riittävämmäksi kokee saamansa IT-tuen, sitä suurempi asennekysymysten keskiarvo on.

Lisäkouluttautuneita ja kouluttautumattomia verrattaessa havaittiin, että ryhmien vastaukset eroavat merkittävästi kysymyksen "Tästä huolimatta koen, että sähköisiin työvälineisiin käyttämäni aika tuo jotain lisäarvoa fysiikan opetukseen" kohdalla ( $t = -3,09$ ,  $p = 0,003$ ). Kuvassa 7 on esitetty kyseisten ryhmien vastauksien keskiarvot. Lisäkouluttautuneet ovat selkeästi enemmän sitä mieltä, että sähköisiin työvälineisiin käytetty aika tuo jotain lisäarvoa fysiikan opetukseen.



Kuva 7. Vertailu lisäkouluttautuneiden ja -kouluttamattomien vastausten välillä.

Sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen osallistuvien ja osallistumattomien vastaukset eroavat merkittävästi digitalisaatioon suhtautumisessa ( $t = -2,19$ ,  $p = 0,03$ ) sekä sähköisten kokeiden laatimisen helppoudessa ( $t = -2,08$ ,  $p = 0,04$ ), kuten on esitetty kuvassa 8. Koejärjestelmien rakentamiseen osallistuvat suhtautuvat selkeästi positiivisemmin digitalisaatioon, eivätkä koe digitaalisten kokeiden laatimista yhtä haastavaksi kuin muut vastaajat.



Kuva 8. Vertailu sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen osallistuvien ja osallistumattomien vastausten välillä.

### 3.4 Avoimen vastauskentän tulokset

Taulukossa II on esitetty avoimissa vastauksissa esiintyneet aiheet sekä kuinka monessa vastauksessa kyseinen aihe mainittiin. Määrät antavat kuvan siitä, mitkä aiheet nousivat opettajien vastauksissa eniten esille. Tyhjiä vastauskenttiä sekä asiaan liittymättömiä vastauksia oli 33.

18 vastaajaa tuo esille, että lukio-opetuksen digitalisaatio on lähtökohtaisesti positiivinen asia. Kuitenkin kuusi vastaajaa on sitä mieltä, että digitalisaatio on huono uudistus. Negatiivisesti suhtautuvat kokevat, että digivälineet ovat tarpeettomia lukiotason fysiikan opiskelussa ja että ylioppilaskokeiden digitaalinen toteutus vain vaikeuttaa kokeen tekemistä.

Useissa vastauksissa nostetaan esille digitalisaation toteutukseen liittyviä ongelmakohtia. Kritiikin kohteena ovat muun muassa uudistuksen nopea toteutus sekä koulutuksen vähyys. Vastaajat kokevat, että digivälineiden opettelu on jäänyt opettajien omalle vastuulle ja työmäärä on kasvanut merkittävästi. Opettajien mukaan digitalisaation toteutuksen ongelmakohdat ovat aiheuttaneet merkittäviä tasoeroja opettajien IT-taidoissa ja lisänneet opiskelijoiden eriarvoistumista. Lisäksi opettajat

Taulukko II. Avoimessa vastauskentässä esille nousseet aiheet ja niitä kommentoineiden lukumäärät.

Aihe	Positiiviset	Negatiiviset
Digitalisaation kokeminen	18	6
Digitalisaation toteutus	1	16
Digitalisaation huomioiminen opetuksessa	3	13
Digitalisaatio jatko-opintojen tai työelämän kannalta	3	6
Digitaalisten välineiden vaikutus tekemiseen ja ajankäyttöön	10	22
Digitalisaation vaikutus opiskelijoihin tai oppimiseen	4	20
Digitalisaation vaikutus opettajien työmäärään	1	6
Digitalisaation opetukseen tuoma lisäarvo	22	2

kokevat olevansa epätietoisia digitalisaation käytännön toteutuksesta. Eräs vastaaja summasi mainitut ongelmat toteamalla, että uudistus on toteutettu digitalisaatio edellä, pedagogiikkaa ajattelematta.

*"Käytännössä koko ajan ollaan menty YTL:n tiedonmurusten varassa, yritetty arvata mitä kirjoituksissa vaaditaan ja mitä ylipäätään pitäisi nykyään opettaa. Kuukaan/mikään ei ole johtanut sähköistymistä lukioissa. Ja tämä on tuonut kentälle välillä melkoisen kaaoksen ja samalla myös kielteisen ajatuksen koko sähköistymistä vastaan."*

Vastaajista kolme ei koe digitalisaation tuoneen haasteita opetuksen sisältöjen pohtimiseen, mutta 16 opettajaa kertoo olevansa epävarma siitä, mitä asioita opiskelijoiden tulee osata tehdä ilman ohjelmistoja, kuinka laajasti ohjelmistoja tulee osata käyttää ja minkälaista osaamista opetuksessa tulisi painottaa.

Kolme vastaajaa ajattelee, että digitalisaation myötä opetus vastaa paremmin jatko-opintojen ja työelämän vaatimuksia. Kuusi vastaajaa taas on sitä mieltä, että opiskelijoiden jatkon kannalta digitalisaatio on turhaa, sillä jatko-opinnoissa ja

niiden pääsykokeissa ohjelmistoja ei hyödynnetä.

Aiheeseen ”digitaalisten välineiden vaikutus tekemiseen ja ajankäyttöön” laskettiin ne vastaukset, joissa mainitaan digitaalisten välineiden vaikuttaneen jonkin asian tekemisen helppouteen tai siihen kuluvaan aikaan. Suurimmaksi ongelmaksi nostetaan digivälineiden opetukseen kuluva aika. Digivälineiden opettaminen vie opettajien mukaan aikaa itse fysiikan opiskelusta, sillä ohjelmistojen opettelua ei ole huomioitu esimerkiksi lukion opetussuunnitelman perusteissa. Opettajien välillä on suuria eroja siinä, kuinka paljon ohjelmistojen käyttöä opetetaan oppitunneilla; osa opettajista on tehnyt ratkaisun jättää ohjelmistojen opetuksen minimiin tai täysin opiskelijoiden harteille.

*"Välillä työssä tulee mieleen kysymys: Opetanko tietotekniikkaa vai fysiikkaa?"*

*"Opiskelijan ei tarvitse osata kikkailla jokaisen nippelin kanssa eikä minun tehtäväni ole todellakaan niitä hänelle opettaa. Opetan fysiikkaa ja matematiikkaa ja autan digijutuissa sen minimin, mitä tarvitsee."*

Opettajat nostavat esille myös digitalisaation vaikutukset opiskelijoiden hyvinvointiin ja osaamiseen. Positiivisena asiana mainitaan opiskelijoiden hyötyminen ohjelmistoista; matematiikan osuuden väheneminen avaa mahdollisuuden syvällisemmälle fysiikan ymmärtämiselle, eikä matemaattisesti heikkojen opiskelijoiden suoriutuminen jää kiinni yhtälönratkaisun taidoista. Myös mallintamisen ja datankäsittelyn taitojen on huomattu kehittyneen digitalisaation myötä, mutta samalla ollaan huolissaan osaamisen heikentymisestä muilla osa-alueilla. Esimerkiksi keskittymiskyvyn, matemaattisen osaamisen sekä tiedonrakentumisen taitojen on havaittu heikentyneen sähköisten apuvälineiden myötä. Opettajat ovat huolissaan myös opiskelijoiden kuormittumisesta työmäärän lisääntymisen seurauksena. Huolenaiheena on myös opiskelijoiden epätasa-arvoisuuden kasvaminen. Tämän syiksi mainitaan opettajien eriävät IT-taidot sekä maksulliset ohjelmistot.

Kuusi vastaajaa nostaa esille, että digitalisaatio on kasvattanut opettajien työ-

määrää. Opeteltavia ohjelmistoja on paljon, varsinkin jos opettaa sekä fysiikkaa että matematiikkaa. Opettajien mukaan tämän syynä on ollut erityisesti vähäinen koulutus.

*"On hyvä, että lukio-opetus pysyy ajan hermolla, myös digitalisaation osalta. On vain järjetön määrä sovelluksia, jotka opettajan olisi syytä hallita. Koulutusta tähän on varsin vähän. Pääosin ohjelmat on otettu haltuun itse opiskellen ja kollegoiden avulla. Kaikki tämä kaiken muun työn ohella."*

Suuri osa vastaajista sanoo digitalisaation tuoneen jotain lisäarvoa opetukseen. Digitalisaation positiiviseksi puoliksi nostetaan ainakin työtapojen, opetusmenetelmien ja arvioinnin monipuolistuminen, työskentelyn helpottuminen sekä innostuksen lisääntyminen oppimiseen ja opetukseen. Moni vastaaja sanoo kuitenkin, että digivälineiden käyttöä olisi tullut rajata; jotkut asiat on hyvä osata myös ilman ohjelmistoja ja välillä digivälineet ovat hidasteena. Opettajat ovat myös huomanneet suuria eroja esimerkiksi sähköisissä oppimateriaaleissa. Osa sähköisistä materiaaleista ei anna lisäarvoa paperisiin verrattuna, kun taas osa esimerkiksi helpottaa arviointia tai monipuolistaa sitä. Vastaavanlaisia eroja on havaittu myös maksullisten ja maksuttomien ohjelmistojen välillä.

## 4 Pohdinta

Opettajien suhtautumisen selvittämisessä tärkein painoarvo on viimeisellä asennekysymyksellä: "koen lukio-opetuksen sähköistymisen positiiviseksi asiaksi". Tämän vastaukset kertovat suoraan opettajien yleisen suhtautumisen digitalisaatioon. Vastausten keskiarvo on 3,75 eli suhtautuminen digitalisaatioon on fysiikan opettajien keskuudessa pääosin positiivista. Muut asennekysymykset antavat lisätietoa opettajien asenteista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Digitalisaation aiheuttama työn helpottuminen tai vaikeutuminen sekä työmäärän muutos voi vaikuttaa suhtautumiseen, vaikka se ei aiheesta tehtyjen tutkimusten mukaan olekaan tärkeimpiä suhtau-

tumiseen vaikuttavia tekijöitä [41]. Tärkeämmät kysymykset suhtautumisen kannalta ovatkin ne, jotka kertovat, kokevatko opettajat digitalisaation hyödylliseksi; tuoko se opetukseen lisää mahdollisuuksia ja lisäarvoa. Kyselyn vastauksista selvisi, että opettajat kokevat digitalisaation tuoneen opetukseen lisää mahdollisuuksia – tästä opettajat ovat myös yksimielisimpiä. Myös digivälineisiin käytetyn ajan koetaan tuovan lisäarvoa opetukseen. Digitalisaatiota ei siis koeta turhaksi muutokseksi. Usko muutokseen ja sen seurauksiin onkin tutkittu olevan tärkeä tekijä siinä, muuttavatko opettajat käyttäytymistään uudistuksen vaatimalla tavalla [40]. Nämä vastaukset siis tukevat johtopäätöstä opettajien positiivisesta suhtautumisesta digitalisaatioon.

Opettajat kokevat sähköisten kokeiden tarkistamisen hieman helpommaksi kuin paperisten kokeiden. Tämän syynä voi olla muun muassa Abitin monivalintatehtävien automaattitarkastus sekä pistemäärien vertailun helppous ja kokeiden ja tehtävien välillä siirtymisen vaivattomuus. Myös paperin määrän väheneminen on vastaajien mukaan helpottanut opettajien työtä. Sähköisten kokeiden laatiminen koetaan kuitenkin haastavaksi. Avoimen tekstikentän perusteella syynä ovat ainakin Abitin ominaisuudet, jotka koetaan alkeellisiksi fysiikan kokeen tekemisen näkökulmasta.

Opettajien ikäluokka ja opettajaopinnoista kulunut aika ei korreloi suhtautumisen kanssa. Tämä vastaa aiempien tutkimusten tuloksia [43, 44]. Tähän tulokseen vaikuttaa todennäköisesti se, että opettajaopintoihin digivälineet ovat tulleet vasta viime vuosina. Esimerkiksi vuonna 2016 tehdyn OAJ:n kyselyn mukaan TVT:tä ei kattavasti käsitelty opettajaopinnoissa [5]. Kyselyyn vastanneiden opettajien koulutus on siis todennäköisesti ollut keskenään hyvin samanlaista TVT:n osalta, tai ainakaan ohjelmistoja ei ole laajasti käsitelty heidän opettajaopinnoissaan. Myös otoksen rajallisuus mahdollisesti vaikuttaa tulokseen. Viiden vuoden sisään valmistuneita opettajia oli tässä kyselyssä vain 17 % vastaajista, minkä vuoksi viime vuosina opettajakoulutuksessa tapahtunut muutos ei todennäköisesti näy tämän tutkimuksen tuloksissa. Mielenkiintoista olisikin tehdä kysely, jossa verrattaisiin juuri

valmistuneiden ja pidempään työelämässä olleiden opettajien suhtautumista.

Tilastollisesti merkittävintä korrelaatio oli yleisen suhtautumisen ja ohjelmistojen käyttötaitojen välillä. Ohjelmisto-osaaminen sekä ennen digitaalisia ylioppilas-kirjoituksia että niiden jälkeen korreloi sen kanssa, kokeeko digitalisaation positiiviseksi asiaksi. Tämä tulos ei ole erityisen yllättävä, sillä taitavalle ohjelmistojen käyttäjälle digitalisaatio ei ole vaatinut niin paljon sopeutumista. Vastaavasti myös ohjelmistojen opettelu on mielekkäämpää, jos suhtautuminen digitalisaatioon on positiivista. Tämä on kuitenkin merkillepantava tulos, sillä opettajien kouluttamisella voitaisiin lisätä ohjelmisto-osaamista ja siten myös positiivista suhtautumista. Lisäkouluttautuneet olivat myös vahvemmin sitä mieltä, että sähköisiin työkaluihin käytetty aika tuo lisäarvoa opetukseen. Taitavat ohjelmistojen käyttäjät osaavatkin todennäköisesti hyödyntää ohjelmistoja monipuolisemmin ja he saavat niistä siten enemmän hyötyä myös opetukseen.

Myös kokemus IT-tukiverkon riittävydestä korreloi usean asennekysymyksen kanssa. Merkittävää on huomata, että mitä riittävämmäksi opettaja kokee IT-tukiverkon, sitä vähemmän aikaa opettajalla kuluu sähköisten työvälineiden käyttämiseen. Tarjotulla IT-tuella on siis vaikutusta opettajien työmäärään ja riittävällä tuella voidaan helpottaa opettajien työtaakkaa digivälineiden osalta. Digitalisaatioon suhtautuminen on selkeästi positiivisempaa myös sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen osallistuvilla. Tähän on useita mahdollisia syitä. Useat koejärjestelmien rakentajat ovat esimerkiksi alusta asti seuranneet aktiivisesti digitalisaation etenemistä. He ovat myös mahdollisesti asennoituneet ja valmistautuneet muutokseen paremmin kuin muut opettajat. Lisäksi oma kiinnostus aiheeseen on todennäköisesti ainakin osasy siihen, miksi kyseiset opettajat osallistuvat koejärjestelyihin. Heidän TVT-taitonsa ovat myös todennäköisesti keskimääräistä parempia. Ainakin nämä tekijät selittävät kyseisen ryhmän positiivista suhtautumista.

Mielenkiintoinen esille noussut huomio oli, että digitalisaatiosta on ollut hyötyä

erityisesti matemaattisesti heikommille opiskelijoille. Opiskelija voi keskittyä fysiikan ymmärtämiseen ja menestyä opinnoissaan hienosti, kun hänen edistymisensä ei riipu yhtälönratkaisutaidoista tai muusta matemaattisesta osaamisesta. Aihetta olisi hienoa tutkia lisää, jotta saataisiin selville miten ohjelmistojen käyttö vaikuttaa opiskelijoiden välisiin eroihin fysiikan osaamisessa ja parantaako se heikompien opiskelijoiden oppimistuloksia. On myös tärkeää huomata digitalisaation tuoma muutos siihen, mikä on lukion fysiikan opetuksessa tärkeää. Yhtälöiden ratkaisulla ei ole enää samanlaista painoarvoa opetuksessa kuin aiemmin. Onkin tärkeää, että opettajille olisi selvää mitä lukion fysiikassa nykyisin painotetaan ja mitä opiskelijoilta vaaditaan ylioppilaskokeissa.

Opettajat nostavat digitalisaation toteutuksen ongelmiksi muun muassa uudistuksen nopeuden, liian vähäisen koulutuksen ja heikon tiedotuksen. Vastaaajien mukaan näistä on seurannut opettajien työmäärän merkittävä lisääntyminen, opettajien eritasoiset TVT-taidot ja epävarmuus opetuksen sisällöistä. Opettajat ovat huolissaan myös opiskelijoiden eriarvoistumisesta. Nämä ongelmat olisi voitu välttää tai minimoida selkeämmällä tiedotuksella ja tarkemmalla suunnittelulla. Nyt digitalisaation toteutus on ollut hieman irrallista muusta lukio-opetuksesta ja vastausten perusteella moni opettaja pohtii edelleen, mitä opiskelijan tulee osata tehdä ohjelmistoilla ja mitä ilman apuvälineitä. Opettajia olisi täytynyt kouluttaa ajoissa ohjelmistojen käyttöön, ohjelmistoista ja niiden opetuksesta olisi voitu sopia yhteisiä suuntalinjoja ja digitalisaatio olisi täytynyt huomioida selkeämmin lukion opetussuunnitelman perusteissa. Myös selkeät linjaukset siitä, miten digitalisaatio muuttaa opetuksen sisältöjä ja painotettavia asioita olisi helpottanut opettajien työtaakkaa ja epävarmuutta. On myös vartenotettava huomio, ettei ohjelmistojen käyttötaidoista ole vielä suoraa hyötyä jatko-opintojen kannalta. Korkeakouluilla onkin nyt pohdittavaa siinä, miten digitalisaatio ja uusien opiskelijoiden digitaidot voidaan huomioida tai hyödyntää koulutuksessa.



Digitalisaation vaikutuksista opiskelijoiden tasavertaisuuteen on syytä puhua. Digitalisaation myötä kaikilla opiskelijoilla on pääsy uusimpaan tietoon, mikä yhdenvertaistaa opiskelijoita. Myös opettajien digivälineiden käyttötaidot ovat digitalisaation myötä yhdenmukaistuneet, kuten vastauksien hajonnoista nähdään (ks. kuva 4). Opettajien eriävät asenteet ja digitaidot voivat kuitenkin aiheuttaa eriarvoistumista. Onkin havaittu, että opettajien asenteilla ja digiosaamisella on suuri vaikutus siihen, kuinka paljon opettaja hyödyntää ohjelmistoja opetuksessaan [35]. Opettajien erilaiset lähtökohdat vaikuttavat myös opiskelijoiden asenteisiin ja oppimiseen ja voivat siten aiheuttaa opiskelijoiden eriarvoiset asemat ylioppilaskirjoituksissa. Tästä ovat huolissaan myös kyselyyn vastanneet opettajat. Osa vastaajista käyttää paljonkin aikaa ohjelmistojen opettamiseen oppitunneilla ja joissakin kouluissa on myös erillisiä kursseja aiheesta. Jotkut opettajat taas jättivät ohjelmistojen opetteluun opiskelijoiden vastuulle. On suuri ero sillä, tuetaanko ja kannustetaanko opiskelijaa alusta asti ohjelmistojen käytössä vai jääkö niiden opettelu täysin opiskelijan vastuulle. Myös käytettävät ohjelmistot voivat aiheuttaa eriarvoistumista. Osa ylioppilaskokeissa käytössä olevista ohjelmistoista on maksullisia, osa ilmaisia. Linjaus siitä, käytetäänkö ilmaisohjelmistoja vai maksullisia vaihtelee lukioittain. Ohjelmistojen helppokäyttöisyyden ja ominaisuuksien välillä on kuitenkin eroja: opettajien vastausten perusteella ilmaisohjelmat koetaan vaikeakäyttöisiksi. Näiden seikkojen vuoksi opiskelijoilla voi olla hyvin erilaiset lähtökohdat ja siten eriarvoinen asema ylioppilaskokeissa, joissa ohjelmistojen käyttötaitoja tarvitaan.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan nostaa esille kolme asiaa, joilla digitalisaation ongelmakohtiin ja opiskelijoiden eriarvoistumiseen voitaisiin vaikuttaa. Tätä tukevat myös aikaisemmat tutkimukset. Ensimmäinen asia olisi kattavan ja kohdistetun IT-tuen lisääminen. IT-tuen riittäväksi kokevat opettajat suhtautuvat positiivisemmin digitalisaatioon ja sen tuomiin mahdollisuuksiin ja heidän työtaakkansa on pienempi. Tämä edesauttaa yhdenvertaista opetusta ja opettajien

jaksamista.

Toinen asia, jolla epäkohtiin voidaan vaikuttaa, on koulutus. Lisäkouluttautuneet opettajat olivat vahvemmin sitä mieltä, että digivälineisiin käytetty aika tuo lisäarvoa opetukseen. Koulutus edesauttaisi myös IT-tuen saavutettavuutta, kun ympärillä on kouluttautuneita ihmisiä, joilta voi pyytää apua ongelmatilanteissa. Avoimissa vastauksissa nostettiin myös esille, että koulutuksen vähyden vuoksi opettajien tulisi perehtyä ohjelmistoihin vapaa-ajallaan omaehtoisesti, mitä kaikki eivät jaksakaan tehdä. Opettajien johdonmukainen, eri aineiden opettajille kohdennettu koulutus voisi siis helpottaa opettajien työtaakkaa, yhdenvertaistaa opettajien taitoja ja vähentää opiskelijoiden eriarvoistumista.

Kolmas opettajien työtä selkeyttävä asia olisi yhteinen linjaus ohjelmistoista: miten ohjelmistoja tulisi hyödyntää ja onko niiden käytön opettelu täysin opiskelijan vastuulla, vai sisällytetäänkö ne esimerkiksi tiettyihin kursseihin. Avoimissa vastauksissa oltiinkin ihmeissään siitä, miksei ohjelmistojen opetteluun kuluvaa aikaa ole huomioitu LOPS:ssa. Yhteisellä linjauksella voitaisiin yhdenvertaistaa opetusta ohjelmistojen osalta. On myös pohdinnan arvoista, tulisiko linjata tietyt opetuksessa käytettävät ohjelmistot. Päätös joko maksullisten tai maksuttomien ohjelmistojen käytöstä edesauttaisi sitä, ettei ohjelmistojen ominaisuudet tai helppokäyttöisyys olisi enää ratkaisevassa asemassa eriarvoistumisen kannalta. Tämä vähentäisi myös opettajien taakkaa ohjelmistojen opettelun kannalta, mutta toisaalta se taas rajaisi opettajien vapauksia päättää omasta opetuksestaan. Mielenkiintoista on, miten syksyllä 2021 voimaan astuva pidennetty oppivelvollisuus vaikuttaa opetuksessa käytettäviin ohjelmistoihin. Käytettävät ohjelmistot riippuvat varmasti siitä, kustantavatko kunnat opiskelijoille maksullisia ohjelmistoja vai siirrytäänkö käyttämään ainoastaan ilmaisohjelmistoja. Lisäksi olisi hyödyllistä pohtia, tulisiko ohjelmistojen käyttöä harjoitella jo yläkoulussa.

## 5 Yhteenveto

Lukion fysiikan opettajat suhtautuvat opetuksen digitalisaatioon pääosin positiivisesti ja kokevat sen tarpeelliseksi uudistukseksi. Opettajien tietoteknisillä taidoilla, IT-tuella sekä lisäkoulutuksella havaittiin yhteys positiiviseen digitalisaatioon suhtautumiseen. Uudistuksen toteutus on kuitenkin jäänyt pitkälti opettajien harteille, ilman merkittävää koulutusta aiheeseen. Tästä on seurannut epätietoisuutta opetettavista asioista sekä opettajien työmäärän lisääntyminen. Opettajat olivat huolissaan myös digitalisaation vaikutuksista opiskelijoiden eriarvoistumiseen. Opettajien eritasoinen TTVT-osaaminen, erilaiset suhtautumiset digitalisaatioon sekä epäselvät opetuksen sisällöt asettavat opiskelijat eriarvoiseen asemaan ylioppilaskirjoituksissa. Näitä ongelmia olisi voitu ehkäistä jo digitalisaation suunnitteluvaiheessa, jos opettajien kouluttamiselle, opetettaville ohjelmistoille sekä opetuksen sisällöissä tapahtuville muutoksille olisi tehty selkeät suuntaviivat. Nyt on tärkeää panostaa opettajien määrätietoiseen kouluttamiseen, helposti tavoitettavaan IT-tukeen sekä linjauksiin fysiikan opetuksen tärkeimmistä sisällöistä myös digivälineet huomioiden. Näillä keinoilla voidaan yhdenvertaistaa opetusta ja siten edesauttaa opiskelijoiden välistä tasa-arvoa.

## Viitteet

- [1] European Commission, Education and Training Digital Education at School in Europe, 2019.
- [2] P. Saarikoski, Tekniikan Waiheita **3**, 5 (2006).
- [3] Opetushallitus, Lukion opetussuunnitelman perusteet 2019, 2019.
- [4] E. Laitinen, Digikonsulttien vouhotusta vai välttämätön uudistus? Koulujen

digitalisaatio opettajien ja oppilaiden kirjoittamissa Helsingin Sanomien mielipidekirjoituksissa, 2018.

- [5] OAJ, Askelmerkit digiloikkaan, 2016.
- [6] OAJ, Toimivaa digitalisaatiota! OAJ:n kysely digityövälineistä perusopetuksen ja lukion opettajien sekä rehtoreiden työssä, 2019.
- [7] Opetushallitus, Tieto- ja Viestintäteknikka Opetuskäytössä - Välineet, vaikuttavuus ja hyödyt, 2011.
- [8] J. Joutsenlahti, Lukiolaisen tehtäväorientoituneen matemaattisen ajattelun piirteitä: 1990-luvun pitkän matematiikan opiskelijoiden matemaattisen osaamisen ja uskomusten ilmentämänä, 2005.
- [9] Opetushallitus, Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003, 2003.
- [10] S. Kivelä, *Dimensio* 4, 52 (2012).
- [11] P. Ruoste ja J. Lehto, *Matematiikkalehti Solmu* (2013).
- [12] Opetus- ja Kulttuuriministeriö, *Gaudeamus igitur-ylioppilastutkinnon kehittäminen*, 2017.
- [13] Ylioppilastutkintolautakunta, *Tarkennus laskinohjeeseen*, 2014.
- [14] Opetushallitus, *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2015*, 2015.
- [15] Opetus- ja Kulttuuriministeriö, *Valmiina valintoihin. Ylioppilastutkinnon parempi hyödyntäminen korkeakoulujen opiskelijavalinnoissa*, 2016.
- [16] Ylioppilastutkintolautakunta, *Ylioppilastutkinnon kehittämis- ja toimeenpanosuunnitelma 2019-2022*, 2019.
- [17] Opetus- ja Kulttuuriministeriö, *Lukioselvitys - Kooste lukion nykytilaa ja kehittämistarpeita koskevista selvityksistä ja tutkimuksista*, 2017.

- [18] Ylioppilastutkintolautakunta, Koejärjestelmässä olevat ohjelmat, 2016.
- [19] Ylioppilastutkintolautakunta, Tiedote fysiikan opettajille ja opiskelijoille - Fysiikan digitaalinen ylioppilaskoe, 2018.
- [20] Valtioneuvosto, Valtioneuvoston asetus lukiolaissa tarkoitetun koulutuksen yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta, 2014.
- [21] Mikä Abitti?, <https://www.abitti.fi/fi/abitti/>, 8.2.2020.
- [22] Opiskelun ja koulutuksen tutkimussäätiö Sr, Lukiolaisbarometri - Oppimisen digitalisaatio, 2019.
- [23] P. Pöllänen, Fysiikan aineenopettajien Abitti-ohjelmien hyödyntäminen opetuksen tukena, 2020.
- [24] O. Koklu ja A. Topcu, International Journal of Mathematical Education in Science and Technology **43**, 999 (2012).
- [25] G. Kish, S. A. Cook ja G. Kis, Anatomical Sciences Education **6**, 42 (2013).
- [26] Ö. Özyurt ja H. Özyurt, Computers in Human Behavior journal **52**, 349 (2015).
- [27] D. M. K. Akinsola ja I. A. Animasahun, The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET **6**, 11 (2007).
- [28] B. Means, Y. Toyama, R. Murphy, M. Bakia ja K. Jones, Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies, 2009.
- [29] V. T. Ho, Y. Nakamori, T. B. Ho ja C. P. Lim, Education and Information Technologies **21**, 185 (2016).
- [30] I. Novo-Corti, L. Varela-Candamio ja M. Ramil-Díaz, Computers in Human Behavior **29**, (2013).

- [31] A. Hussain, S. Morgan ja D. Al-Jumeily, How does ICT affect teaching and learning within school education, 2011.
- [32] T. Korhonen, Kodin ja koulun digitaalinen kumppanuus, 2017.
- [33] J. Kulesza, G. Dehondt ja G. Nezelek, (2011).
- [34] N. Bergdahl, J. Nouri, U. Fors ja O. Knutsson, *Computers & Education* **149**, (2020).
- [35] K. Kreijns, F. Van Acker, M. Vermeulen ja H. Van Buuren, *Computers in Human Behavior* **29**, 217 (2013).
- [36] B. Pynoo, P. Devolder, J. Tondeur, J. Van Braak, W. Duyck ja P. Duyck, (2010).
- [37] S. Kupiainen ja R. Ahtiainen, Vantaan digitaalisen oppimisen seuranta tutkimus 2015-2017 - Lukiot, 2017.
- [38] T. Salmi, Sähköinen ylioppilaskirjoitus ja sen vaikutus matematiikan opetuksen matematiikan opettajien näkökulmasta, 2015.
- [39] M. Vakola ja I. Nikolaou, *Employee Relations* **27**, 160 (2005).
- [40] C. Kennedy ja J. Kennedy, *Teacher Attitudes and Change Implementation*, 1996.
- [41] M. Spiteri ja S.-N. Chang Rundgren, *Technology, Knowledge and Learning* **25**, 115 (2020).
- [42] European Union, *Survey of schools: ICT in Education*, 2013.
- [43] H. Saleh Mahdi, A. Sa'ad Al-Dera ja H. Saleh, *English Language Teaching* **6**, (2013).

- [44] S. R. Tweed, Technology Implementation: Teacher Age, Experience, Self-Efficacy, and Professional Development as Related to Classroom Technology Integration, 2013.
- [45] H. Lakervi, väitöskirja, 2013.
- [46] Opetushallitus, Opettajat Suomessa 2005, 2005.
- [47] Opetushallitus, Opettajat ja rehtorit Suomessa 2016, 2017.

# A Liitteet

## Tutkimuskysely: Lukio-opetuksen digitalisaatio

Hyvä lukion fysiikan opettaja.

Tämä kysely on osa pro gradu -tutkielmaani Turun Yliopistossa. Kyselyn tavoitteena on selvittää, miten lukion fysiikan opettajat suhtautuvat lukio-opetuksen digitalisaatioon eli sähköistymiseen. Tutkimuksessa tarkastellaan myös, kuinka eri tekijät, kuten IT-tukiverkko, vaikuttavat digitalisaatioon suhtautumiseen.

Kyselyyn vastaamiseen menee 5-10 minuuttia ja kyselyyn voi vastata 6.12.2019 asti.

Halutessasi voit kysellä tutkimuksen tuloksia minulta tai ohjaajaltani. Yhteystietoni löytyvät alta. Ohjaajan yhteystiedot: Minnamari Saloaro minnamari.saloaro@utu.fi.

Vastaamalla kyselyyn annat luvan käyttää vastauksiasi tutkimustarkoitukseen sekä luvan hyödyntää vastauksiasi opinnäytetyössäni. Kaikki vastaukset ovat täysin luottamuksellisia ja nimettömiä.

Kiitos yhteistyöstä ja vastaamiseen käyttämästäsi ajasta.

Henna Pesonen  
henna.k.pesonen@utu.fi

### 1. Ikäluokka: \*

- < 30
- 30-40
- 41-50
- 51-60
- > 60

### 2. Opettajaopinnoista kulunut aika \*

- < 5 vuotta
- 5-10 vuotta
- 11-15 vuotta
- 16-20 vuotta
- > 20 vuotta



**3. Fysiikan lisäksi opetan lukuvuonna 2019-2020: \***

Matematiikkaa

Kemiaa

Tietotekniikkaa

Muuta, mitä?

**4. Kokemuksesi ohjelmoinnista ennen ensimmäisiä digitaalisia yo-kokeita: \***

Ensimmäiset digitaaliset eli sähköiset ylioppilaskokeet olivat syksyllä 2016, jolloin sähköisinä kirjoitettiin saksa, maantiede ja filosofia. Vastaa mielestäsi sopivin vaihtoehto, joka kuvaa osaamistasi ennen syksyn 2016 ylioppilaskokeita.

En ollut koskaan ohjelmoinut

Olin joskus kokeillut ohjelmointia jollain ohjelmalla

Olin ohjelmoinut yhdellä/useammalla ohjelmointikielellä ja osasin ainakin yhden kielen alkeita

Olin ohjelmoinut useammalla ohjelmointikielellä ja osasin ainakin yhden kielen hyvin

**5. Oletko saanut/hankkinut lisäkoulutusta tietotekniikassa tai ohjelmoinnissa sähköistymisen myötä? \***

Vastaa tähän kyllä, jos olet lisäkouluttautunut lukio-opetuksen sähköistymiseen liittyen.

Kyllä

En

## 6. Osasin käyttää seuraavia ohjelmistoja ennen digitaalisia ylioppilaskokeita:

Ensimmäiset digitaaliset eli sähköiset ylioppilaskokeet olivat syksyllä 2016, jolloin sähköisinä kirjoitettiin saksa, maantiede ja filosofia. Vastaa mielestäsi sopivin vaihtoehto, joka kuvaa osaamistasi ennen syksyn 2016 ylioppilaskokeita. 1=osasin hieman ohjelmiston perusteita, 2=osasin käyttää joitakin ohjelmiston ominaisuuksia, 3=osasin käyttää ohjelmiston eri ominaisuuksia monipuolisesti.

	1	2	3	En osannut käyttää ohjelmistoa
Jotain symbolisen laskennan ohjelmistoa (esim. Casio ClassPad Manager, GeoGebra, TI-Nspire, wxMaxima) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain sähköistä oppimateriaalia (esim. Sanoma Pron sähköinen oppimateriaali, Otavan sähköinen oppimateriaali, Tabletkoulu) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain sähköistä oppimisympäristöä (esim. Microsoft Office 365, VILLE, Peda.net, Moodle, Edmodo) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain graafista matematiikkaohjelmistoa (esim. GeoGebra, Dia, Inkscape, LibreOffice, TI-Nspire) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain taulukkolaskentaohjelmistoa (esim. LibreOffice CALC, Microsoft Excel) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain mittausaineiston analysointiohjelmistoa (esim. LoggerPro, Vernier Graphical Analysis) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain muuta, mitä? <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 7. Nykyään osaan käyttää seuraavia ohjelmistoja:

Vastaa mielestäsi sopivin vaihtoehto asteikolla 1-3. 1=Osaan hieman ohjelmiston perusteita, 2=Osaan käyttää joitakin ohjelmiston ominaisuuksia 3=Osaan käyttää ohjelmiston eri ominaisuuksia monipuolisesti.

	1	2	3	En osaa käyttää ohjelmistoa
Jotain symbolisen laskennan ohjelmistoa (esim. Casio ClassPad Manager, GeoGebra, TI-Nspire, wxMaxima) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain sähköistä oppimateriaalia (esim. Sanoma Pron sähköinen oppimateriaali, Otavan sähköinen oppimateriaali, Tabletkoulu) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain sähköistä oppimisympäristöä (esim. Microsoft Office 365, VILLE, Peda.net, Moodle, Edmodo) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain graafista matematiikkaohjelmistoa (esim. GeoGebra, Dia, Inkscape, LibreOffice, TI-Nspire) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain taulukkolaskentaohjelmistoa (esim. LibreOffice CALC, Microsoft Excel) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain mittausaineiston analysointiohjelmistoa (esim. LoggerPro, Vernier Graphical Analysis) *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jotain muuta, mitä? <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 8. Osallistun sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen \*

Vastaa kyllä, jos osallistut aktiivisesti/säännöllisesti sähköisten koejärjestelmien rakentamiseen yo-kokeisiin ja/tai kurssikokeisiin.

- Kyllä  
 En

**9. Minulla on käytettävissä työssäni: \***

- IT-alan ammattilainen
- Koulun oma IT-tiimi
- Koulun IT-tukihenkilö
- Kollega, jolta saan tukea IT-asioissa
- Esimies, jolta saan tukea IT-asioissa
- Kouluttautumismahdollisuus
- Joku muu, joka tukee minua IT-asioissa, kuka?

**10. Saan mielestäni riittävästi tukea tietotekniikka-asioihin liittyen \***

	1	2	3	4	5	
Täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Täysin samaa mieltä



**12. Vastaa seuraaviin väittämiin matematiikan opettamisen näkökulmasta asteikolla 1 (täysin eri mieltä) – 5 (täysin samaa mieltä) \***

	1	2	3	4	5	en osaa sanoa
Matematiikan digitaalisten (sähköisten) kokeiden laatiminen on keskimäärin helpompaa kuin paperisten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matematiikan digitaalisten (sähköisten) kokeiden tarkistaminen on keskimäärin helpompaa kuin paperisten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yleisesti lukio-opetuksen digitalisoituminen (sähköistyminen) on lisännyt matematiikan opettamisen työmäärää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalisaatio (sähköistyminen) on tuonut matematiikan opetukseen lisää mahdollisuuksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen, että minulla menee aikaa sähköisten työvälineiden käyttämiseen matematiikan opetuksessa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tästä huolimatta koen, että sähköisiin työvälineisiin käyttämäni aika tuo jotain lisäarvoa matematiikan opetukseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**13. Koen lukio-opetuksen sähköistymisen positiiviseksi asiaksi: \***

1=täysin eri mieltä, 3=en osaa sanoa, 5=täysin samaa mieltä

	1	2	3	4	5	
Täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Täysin samaa mieltä

**14. Voit halutessasi kertoa lisää suhtautumisestasi lukio-opetuksen sähköistymiseen: \***
