



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Teemu Tuomela

Sähköisen opetuksen kehittäminen sähköalan perusopetuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Älykäs teollisuus

Opinnäytetyö

30.8.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Teemu Tuomela Sähköisen opetuksen kehittäminen sähköalan perusopetuksessa 64 sivua 22.11.2020
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	Älykäs teollisuus
Ammatillinen pääaine	Älykäs teollisuus
Ohjaajat	Sampsa Kupari, tekn. lis. Jarno Varteva, DI
<p>Ammatilliset perustutkinnot ovat työelämälähtöisiä tutkintoja, joiden toteutustavat vaihtelevat. Saman tutkinnon voi suorittaa ammatillisessa oppilaitoksessa tai lähes kokonaan työelämässä oppisopimuksella. Opiskelun ei tarvitse tapahtua samassa tahdissa suuremman opetusryhmän kanssa, vaan jokaisen opiskelijan aikataulu voi olla erilainen. Aikataulujen erilaisuus asettaa haasteita opetuksen tarjontaan ja sen tasapuoliseen saatavuuteen.</p> <p>Tämän opinnäytetyötutkimuksen tarkoituksena on kehittää ammatillisen perustutkinnon joustavia opetusmalleja Rasekon ammattiopiston sähköosastolla. Joustavuus tarkoittaa opetusvideoiden ja muun sähköisen opetusmateriaalin kehittämistä. Tutkimuksen tuloksena saadaan malli opetusmateriaalin kehitystyön resurssilaskentaan. Tutkimuksen tarkoitus on myös selvittää erilaisten työkalujen soveltuvuutta sähköalan opetuksen tukemiseen.</p>	
Avainsanat	Raseko, opetusvideo, ammatillinen koulutus

Author Title Number of Pages Date	Teemu Tuomela Improving e-learning materials in vocational school for electricians 64 pages 22 December 2020
Degree	Master's thesis
Degree Programme	Intelligent industry
Professional Major	Intelligent industry
Instructors	Jarno Varteva, Lic.Sc. Sampsa Kupari, M.Sc.
<p>Vocational studies in Finland are strongly based in work life. You can study in vocational school or fully or partially in work life environments. The timetable of the studies doesn't need to be synchronized with a larger group of students. Differences in individual student's timetables are challenging for schools to give fair and equal amount of teaching for every student.</p> <p>The goal for this master's thesis is to investigate and develop flexible teaching methods for electrician students in Raseko vocational college. Flexibility in teaching means developing teaching videos and other e-materials. In result we have an estimation for resources when teaching videos are made by teacher. One result is the list of tools and software that are needed for these videos.</p>	
Keywords	raseko, teaching videos, vocational college

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Oppimisesta ja opettamisesta	2
2.1	Opetustyön kehittäminen	3
2.2	Työpaikalla tapahtuva oppiminen	4
2.3	Muutama sana opetussuunnitelmista	7
2.4	Niin kuin aina ennenkin	12
3	Tarve, tavoite ja tutkimus	14
3.1	Tarina alkaa	16
3.2	Vuosi 2017	17
3.2.1	Haastattelut ensimmäisistä videoista	19
3.2.2	Ryhmäjohtoon kytkeä- ja mittausvideo	20
3.3	Kokemukset etätyöskentelystä 2020	21
3.4	Etäopetuksen jälkeen	28
3.5	Olenko oikeassa?	30
3.6	Amk-maailman näkemys	32
4	Rahan näkökulma	33
4.1	Paljonko resursseja videointi todellisuudessa vaatii?	34
4.1.1	Esimerkkivideo A – Ryhmäjohtoon käyttöönottomittaukset	35
4.1.2	Esimerkkivideo B – Vektorilaskennan perusteet	36
4.1.3	Esimerkkivideo C – Vektorilaskennan komponentit	37
4.1.4	Esimerkkivideo D – RJ-45 liittimen asennus	37
4.1.5	Esimerkkivideo E – Matematiikan tehtävät	37
4.1.6	Esimerkkivideo F – Sarjaresonanssi	38
4.1.7	Esimerkkivideo G – Eristysresistanssin mittaus	38
4.1.8	Esimerkkivideo H – Oikosulkuvirran muodostuminen jakeluverkossa	39
4.2	Jatkajan polku – ammatillisten opintojen paikallinen opintokokonaisuus	39

5	Työkalupakki	42
5.1	Puhe ja liikkuva kuva	42
5.2	Qucs – simulointiohjelmistot	44
5.2.1	Simuloinnin rajoitukset	45
5.2.2	Fourier-analyysi	45
5.3	Geogebra – matematiikan havainnollistaja	46
5.3.1	Simuloitu sisältö	47
5.3.2	konstruktio	47
5.3.3	Dynaaminen geometria	49
5.3.4	Miksi Geogebra?	50
5.4	whiteboard	50
5.5	Bbs	51
5.6	Kameratekniikka	53
6	Tekijänoikeuksista	56
7	Konkreettiset ehdotukset	58
7.1	Videoideoita	60
7.1.1	Antennitekniikka	60
7.1.2	Suojaus lämmön vaikutuksilta	61
7.1.3	Jännitteestä ja virrasta	61
7.1.4	Sähköasennuksen perusteet	62
8	Yhteenveto	62
	Lähteet	64

1 Johdanto

Opetusta kehitetään usein erilaisilla projekteilla ja hankkeilla. Hankkeet jäävät usein piiloon muilta kuin hankkeen tekijältä itseltään. Eri koulutuksenjärjestäjät uudistavat metodeitaan ja kehittävät kilpaa erilaisia video- ja itseoppimissisältöjä. Usein opettajat suhtautuvat tekemäänsä materiaaliin hyvin omistushaluisesti, eikä hyvätkään sisällöt jakaudu edes omaan työyhteisöön. Tekijänoikeus on kiistattomasti materiaalin kehittäjällä, mutta onko työnantajalla oikeus hyödyntää materiaalia parhaaksi katsomallaan tavalla.

Opetushallituksen sivuilta löytyy hankkeilla toteutettuja ilmaisia opetusmateriaaleja. Pikaishalla arviolla suuri osa näistä on tehty nopeasti ilman suurta suunnitelmallisuutta ja valmistelua. Joukossa on poikkeuksia, joten siksi kaikkien näiden hankkeiden tulosten mitätöinti olisi väärin. Osa julkiseksi tarkoitetuista materiaaleista on ylevistä tavoitteista huolimatta tehty käytännössä yhden opetusympäristön käyttöön.

Voiko materiaalin kehittämistä ja tuottamista tuottaa systemaattisesti? Mitä materiaalin tuottaminen maksaa? Itse kannatan monessa kohdassa julkisesti jaettua materiaalia, joka samalla käy läpi julkisen tarkastuksen. Mikäli julkisessa materiaalissa on virheitä, todennäköisesti joku jossain vaiheessa huomauttaa asiasta.

Tämän opinnäytetyön tuotteena on sähköalan opetusvideoita ja tietoa niiden tekemisestä. Osa videoista on julkisesti jaettu ja osa taas käytössä vain Rasekon ammattiopiston sisäisessä video-palvelussa. Lisäksi tämä dokumentti itsessään kertoo videoiden tuottamisen työmäärästä ja kehitystyön jatkomahdollisuuksista. Olen pyrkinyt keräämään vinkkejä ja hyviksi huomaamani käytäntöjä ja se voi auttaa muita työyhteisön jäseniä tekemään omia materiaalejaan.

Lopuksi esitän konkreettisia kehitysideoita tutkimustyön muuttamiseksi kehitysprojektiksi, jonka rahoitus ja resursointi olisi mitoitettu todellisen työmäärän mukaan. Tutkimuksen tuloksen perusteella Rasekon ammattiopiston johto voi päättää projektin perustamisesta tai unohtamisesta.

2 Oppimisesta ja opettamisesta

Uuden oppiminen on rakennettu ihmisen perusolemukseen. Se, miten oppimista tuetaan ja miten oppimista voi tehostaa, on oma tieteenalansa. En tiedä, saako oppimisesta käyttää termiä tehostaminen, mutta käytän sitä tarkoituksella. Itse uskon, että on olemassa oikoteitä onneen. Matematiikkaa ja fysiikkaa voidaan esittää havainnollisesti siten, että ihminen voi ymmärtää ilmiön osaamatta kaikkea siihen liittyvää matematiikkaa. Haluan uskoa, että ilmiön vaikutusten ymmärtäminen lisää myös halua ymmärtää sen taustalla olevaa matematiikkaa.

Oppiminen on myös prosessi, mikä vie oman aikansa. Uuden asian omaksumiseen kuluu aikaa ja se vaatii omaa motivaatiota. Mikäli opiskelijalla ei ole sisäistä motivaatiota opiskeluun, ei oppimista voi tapahtua. Osa opettajan työstä on mielestäni tämän sisäisen motivaation herättämistä. Työstään ja opetettavasta asiastaan innostunut opettaja toimii varmasti opiskelijankin motivaation kehittäjänä

Tarkoitukseni on kehittää sähkö- ja automaatioalan ammatillisen perustutkinnon opetusta. Tässä raporttini alkuvaiheessa kerron teille, jotka eivät tunne ammatillista koulutusta hieman tästä työstä. Mikäli olet ammatillisen koulutuksen ammattilainen, niin voit lukea minun mielipiteeni yhteiseen työhömmme. Kenties näkökantomme eroavat, mutta tätä raporttia lukiessa on tärkeää, että tiedät minun näkökulmani aiheeseen.

Pidän työstäni ja mielestäni ammatillinen koulutus on hyvä asia. Ammatillisilla opettajilla on kokonaisvaltainen käsitys työstä, opettamisesta ja nuorista. Rasekon ammattiopistolla on perinteenä huolehtia opiskelijan henkilökohtaisesta kohtaamisesta. Henkilökohtainen kohtaaminen ei tarkoita kerran vuodessa tehtävää haastattelua, vaan toisen ihmisen jokapäiväistä kohtaamista. Opiskelijan ja opettajan persoonat kohtaavat opetustilanteessa. Se tarkoittaa hyvin subjektiivista tapahtumaa, jossa molempien kohtaaminen tapahtuu omista lähtökohdista ja monta kertaa tulkinnat puhutuista asioista voi olla tapaamisen jälkeen erilaisia. Opettajan ammattiin kuuluu myös mukautuminen opiskelijan tarpeisiin. Opettajan tapa ei välttämättä ole ainoa oikea tapa. Se voi olla oikea tapa yhden opiskelijan kanssa, mutta toisen kanssa se ei toimi. Opettaja on aikuinen ja yleensä opiskelija nuori, käytännössä lapsi. Aikuinen voi muuttaa tapaansa toimia lapsen hyväksi. Aikuinen toimii myös kasvattajana. Suuri osa ammatillisen opettajan työstä on kasvatus-työtä ja siinä auttaa parhaiten esimerkin näyttäminen. Mielestäni opettajan tulee näyttää

esimerkkiä myös joustavuudesta ja inhimillisyydestä. Vaikka olen kehittämässä sähköistä opetusta, en ole viemässä opetusta verkkoon tai pelkkien video-oppituntien vaaraan. Tarkoitukseni on kehittää uusia mahdollisuuksia vaikeiden asioiden esittämiseen opetuksessa. Sähköiset opetusmenetelmät eivät kuluta vanhoja hyviä tapoja pois, vaan tuo uuden tavan lähestyä asioita. Opiskelijat kuluttavat jatkuvasti sähköisiä medioita vapaa-ajallaan. Koulun, eli käytännössä opettajan pitää näyttää tässäkin esimerkkiä siitä, että samoja työkaluja voi käyttää myös ammatillisesti.

2.1 Opetustyön kehittäminen

Opettajuus on perinteisesti yksinäinen ammatti. Tietenkin opettajalla on oma työyhteisönsä, eikä hän siinä mielessä ole yksin. Luokassa opiskelijaryhmän edessä opettajalla harvoin on kollegaa, jonka kanssa työ jaettaisiin. Oppilaitoksissa on nykyisin erilaisia tiimejä, osastoja ja muita tapoja ryhmitellä opetustyötä tekevää henkilöstöä. Opetustilanteessa opettaja on kuitenkin usein yksin. Yhteisopettajuus on edelleen uutinen, josta lehdistö silloin tällöin kirjoittaa uutena ilmiönä. Itse olen opettanut yhdessä kollegan kanssa opetusryhmän edessä ja voin kertoa sen olevan todella helppoa. Kahden ammattilaisen dialogin seuraaminen on hyvä opetustilanne myös opiskelijoille. Oppilaitoksen sisäisessä koulutuksessa kuulee hyvin harvoin mitään sellaista, jonka tarkoituksena olisi kehittää itse opetustapahtumaa. Siis sitä minkä vuoksi opettajalle palkkaa maksetaan.

Opettajan pedagoginen vapaus on käsite. Opettaja saa hyvin itsenäisesti päättää miten jonkun tietyn asian käsittelee opiskelijoiden kanssa. Opettaja saa myös päättää siitä, koska hän tulkitsee asian opetetuksi ja opituksi. Ammatillisessa koulutuksessa ensimmäinen pakotettu poikkeama tähän vapauteen on ollut näyttöjen käyttö opiskelijan saavuttaman osaamisen arvioinnissa. Opiskelijan opiskelua kutsutaan näyttöön valmistautuvaksi toiminnaksi. Näyttöjen ajatus on hieno. Opiskelija saa neutraalisti kerätä tietoa ja taitoa opintokokonaisuudesta. Oppimisen aikana saa tehdä virheitä ja virheistä saa oppia. Oppimisympäristönä voi olla työpaikka tai koulu. Osaamisen keräämisen lopuksi opiskelija näyttää osaamisensa näytössä. Periaate on selkeä. Opiskelun aikainen toiminta ei ole arvioinnin perustana, vaan opiskelijan arviointiin vaikuttaa vain näytössä näytetty osaaminen.

Opettajalla on silti edelleen valta valita opiskelijan puolesta, miten osaamista hankitaan. Mielestäni liian usein opettajat valitsevat hyvin teoriapainotteisen lähestymistavan. Tapa on opettajalle helppo. Ostetaan kirja, luetaan ja tehdään tehtäviä. Pidetään kokeita ja lasketaan niiden keskiarvoja ja kirjataan siitä numero todistukseen. Perinteisellä kokeisiin perustuvalla menetelmällä rikotaan tutkinnon nykyistä periaatetta. Siinähan osaamisen hankkimisen pitäisi olla neutraali tapahtuma ja vasta lopuksi kertynyttä osaamista arvioidaan näytöllä.

Opetusorganisaation tasolla kehitystyö kohdistuu usein toissijaisiin asioihin. Muutamien vuosien välein tulee uudet opetussuunnitelmat, arviointisuunnitelmat, tutkinnon perusteet tai miksi niitä nyt milläkin aikakaudella kutsutaan. Näiden suurin anti on usein vain termien muuttaminen.

2.2 Työpaikalla tapahtuva oppiminen

Viime vuosina ammatillisen koulutuksen vastuuta on siirretty enemmän työpaikoille. Opetuksen tulee olla työelämälähtöistä. Työelämälähtöisyys voi tarkoittaa täsmällisesti ja hyvin hoidettua yritystä, jossa opiskelijan on turvallista harjoitella ja kerätä itselleen osaamista. Valitettavasti se voi myös tarkoittaa epämääräistä toimintaa, jossa opiskelija asetetaan itselleen liian suuren vastuun eteen. Pahimmassa tapauksessa opiskelija saattaa joutua vaaraan väärin työturvallisuuskäytäntöjen vuoksi tai vielä pahempaa, hän saattaa omaksua nämä väärät tavat omiksi tulevaisuuden työtapoikseen. Ensimmäisten työpaikalla tapahtuvien opintojen vaikutus opiskelijan olemukseen ja ammatilliseen kasvuun on huima. Työpaikoilla on erittäin suuri vaikutus opiskelijan ammatilliseen identiteettiin. 17-vuotias teinipoika tai -tyttö vaikuttaa kasvaneen kymmenen senttiä juuri sillä hetkellä, kun hän palaa takaisin ensimmäiseltä työpaikalla tapahtuvalta koulutusjaksoilta. ”Oman” firman toimintatavat ovat muutaman viikon ajan kaikkein tärkein fakta tämän nuoren opiskeluissa. Tekemällä oppii ja oppii nimenomaan sellaisia asioita, joita ei välttämättä tutkinnon perusteissa lue.

Edellisen opetussuunnitelman mukaan työssäoppimista piti olla ammatillisessa perustutkinnossa vähintään 20 viikkoa. Uusimmassa versiossa ei puhuta työpaikalla tapahtuvan oppimisen aikamäärästä mitään. Määrälliset tavoitteet on korvattu epämääräisellä viittauksella siihen, että näytöt pitäisi pääosin suorittaa työpaikoilla. Varsinaista määrällistä

vaatimusta ei siis ole olemassa. Sanamuodon muutoksesta huolimatta opetusministeriön tavoitteena on varmasti säilyttää työelämässä tapahtuvan oppimisen määrä vähintään aikaisemmalla tasolla. Käytän tekstissäni tarkoituksella vanhaa termiä opetussuunnitelma. Mielestäni on samantekevää, kutsutaanko valtakunnallista tiettyä ammatillista tutkintoa koskevia suuntaviivoja opetussuunnitelmaksi vai tutkinnon perusteiksi vai mahdollisesti uudella vielä keksimättömällä termillä. Nykyisin vanhaa opetussuunnitelmaa vastaavaa dokumenttia kutsutaan siis tutkinnon perusteiksi.

Oppisopimusta pidetään usein ammatillisen oppimisen ihanteena. Onnistuessaan se on yksilötasolla loistava tapa hankkia ammatillinen tutkinto. Itse pelkään välillä sitä, tuleeko opetusorganisaatiosta tässä mallissa vain kumileimasin tai nyky maailman tapaan muutamien sähköisen allekirjoituksen välitysorganisaatio. Kannattaa pitää mielessä, että näilläkin tutkinnoilla on yleinen jatko-opintokelpoisuus.

Työpaikalla tapahtuvan työharjoittelun kehityskulku on muuttunut työharjoittelusta työssäoppimiseen ja edelleen koulutussopimuksella työpaikalla tapahtuvaan oppimiseen. Joskus puhutaan yleisemmin työelämäjaksosta. Lisääntyneestä paperimäärästä huolimatta en usko, että työpaikoilla tapahtuvaan opiskeluun suhtaudutaan yhtään enemmän tai vähemmän vakavasti, kuin aikoinaan suhtauduttiin työharjoitteluun. Viime kädessä opiskelijan työtehtävän valitsee työnantaja sen perusteella, mistä hänen asiakkaansa sillä hetkellä on valmis maksamaan korvausta. Mikäli opiskelijan työpaikalla on käynnissä kerrostalon sähkökalusteasennukset, niin silloin opiskelija asentaa sähkökalusteita. Siinä kohdassa on samantekevää mitä hänen koulutus- tai oppisopimuksensa hoks-liitteessä on kirjoitettu. Sain aikanaan omasta ammattikoulun työharjoittelupaikasta jälkikäteen vihertävän itsejäljentävän paperin, jossa kerrottiin saamastani kolmen viikon työkokemuksesta. Nykyisin tarvitaan muutama sopimuspaperi ensin työpaikan ja oppilaitoksen välille sekä sen lisäksi kolme sopimuskappaletta muhkeine liitteineen opiskelijalle, koululle ja työpaikalle. Arviointi hoidetaan tietenkin vastaavien paperipinojen kanssa. Nähtävästi vaatimus kestävästä kehityksestä ei kuulunut tähän opetussuunnitelman sisältöön.

Monipuolisuus ja mahdollisuuksien kirjo on oikein käytettynä suuri vahvuus ammatillisessa koulutuksessa. Koulutuksen laadun varmistaminen työpaikoilla on haasteellista mutta mahdollista. Kaiken työpaikoilla tapahtuvan oppimisen lisäksi olisi hyvä, että tietyt

teoreettiset perusasiat tulisi käsiteltyä kaikkien opiskelijoiden kanssa. Tämä on yksi keskeinen peruste itselleni pyrkiä lisäämään opetuksen sähköistä sisältöä. Se toimii ilman aikasidonnaisuutta. Työpaikoilla on pakko toimia työpaikan aikataulun mukaan, mutta voisiko koulun opetusta saada ilman tiukkaa aikataulua? Voisiko käänteisen opetuksen teoriaa soveltaa myös ammatillisessa peruskoulutuksessa?

Seuraavassa listassa on muutama tarina. Kirjoitin ne herättämään mielenkiintoa työpaikalla tapahtuvaa oppimista kohtaan. Tarinat ovat keksittyjä, mutta täysin mahdollisia

- Sähköalan opiskelija oli opiskelijana työnsaannin kannalta haasteellisena aikana. Sähköalan työssäoppiminen suoritettiin työskentelemällä rautakaupan myyjänä. Tutkinto on jatko-opintokelpoinen, vaikka työharjoittelussa sähköasennustekniikka oli jatkojohtojen hyllyttämistä.
- Opiskelija teki oman alansa koulutuksen ohessa kesätöitä ravintolassa. Oman tutkintonsa lisäksi hänelle on kirjattu hotelli- ja ravintola-alan perustutkinto hyväksilukemalla kesätyöt opinnoiksi. Ravintola-alan työnantajan antamien loistavien arviointien kautta hänellä on hotelli- ja ravintola-alalta sähköalan todistusta parempi jatko-opintokelpoisuus hakiessaan ammattikorkeakouluun.
- Lehdistö antaa usein ymmärtää nykyisen rakentamisen heikon laadun. Opiskelija on päässyt opiskelemaan oppisopimuksella huonoa työtä tekevään rakennusliikkeen. Työpaikalta saadut arviot ovat kiitettävät ja ne näkyvät opiskelijan tutkintotodistuksessa. Opiskelijalta jää mahdollisesti kokonaan puuttumaan käsitys siitä, miten työt oikeasti pitäisi tehdä. Työmaalla ”hyvä kaveri” arvioidaan kiitettävällä arvioinnilla.
- Sähköalan opiskelija työskentelee kaikki työelämäjaksonsa saman työnantajan palveluksessa. Osaaminen muodostuu yksipuoliseksi ja kapea-alaiseksi, mutta pidetty työkaveri saa kiitettävät arviot.

Olisiko näiden esimerkkien kuvitteelliset opiskelijat saaneet enemmän tietoa omasta alastaan, mikäli heillä olisi ollut käytössään kattava videopankki oman alansa vakiintuneista käytännöistä tai teoreettisista kysymyksistä? Olisiko kukaan heistä katsonut näitä videoita? Sitä en tiedä, mutta ainakaan heillä nykytilanteessa ei ole mahdollisuutta saada

näitä tietoja mistään. Kaikesta yksilöllisyydestä huolimatta opetus on monesti sidottu perinteiseen ryhmämuotoiseen opetukseen. Mikäli opiskelija on työpaikalla oppimassa, niin hän ei saa kaikkea sitä tietoa, mitä hänen ryhmänsä muut opiskelijat saavat koulussa samaan aikaan. Onko tällä väliä, on sitten täysin oma kysymyksensä? Monipuolisuus ja joustavuus pitää mielestäni sisällään myös lupauksen siitä, että tietoa ja opetusta on saatavilla monipuolisesti ja joustavasti.

2.3 Muutama sana opetussuunnitelmista

Olen opettanut sähkötekniikkaa noin 20 vuotta. Tutkintojen nimikkeet ja opetussuunnitelmat on vaihtuneet sinä aikana moneen kertaan. Monet virkamiehet on sinä aikana opetushallituksessa vaihtuneet, mutta ohmin lakia he eivät sentään ole saanut muutettua muuksi, eikä sähkötekniikan muutkaan perusteet onneksi muutu poliitikkojen suuntausten muuttuessa. Millä tasolla opetusta sitten pitäisi antaa ja mitä opiskelijoiden pitäisi osata, on aina ollut vaikeaa. Aloittaessani 20 vuotta sitten koko sähköalan kirjo oli yhden opetussuunnitelman sisällä. Opetin silloin tietoliikenteeseen suuntautuneita elektronikka-asentajia. Laiteläheisen ohjelmoinnin opettamiseksi oli siihen aikaan järkevää käyttää laiteläheistä assembly-kieltä. Elektroniikassa oli järkevää käsitellä diskreettejä komponentteja ja tietoliikennettä hoidettiin edelleen puhelinverkon modeemien ja isdn-liittymien avulla. Nykyisille datanomeille, jotka ovat nykyisten tutkintojen lähin vastine tietoliikenneasentajalle, ei tulisi mieleenkään opettaa mitään näistä asioista. Jossain vaiheessa tutkinnosta karsittiin vanhanaikaiset sisällöt pois ja sitä muutettiin tähän hetkeen sopivaksi. Minun tekisi mieli siivota näitä vanhoja perusteita myös sähköalan tutkinnosta ja keskittyä enemmän käytännön soveltamiseen. Ajatuksissani törmään jatkuvasti kuitenkin siihen, että en tiedä mitä perusteiden opettamisesta pitäisi siivota pois ja mitä jättää. Nykytilanne on kuitenkin monen opiskelijan kohdalla se, että he pystyvät asentamaan laitteita ja järjestelmiä, joiden ymmärtämiseen vaadittuja perusteita he eivät osaa. Samaan aikaan heille opetetaan sähkötekniikan perusteita, joita he eivät oikeastaan tarvitse työssään mihinkään.

Opetussuunnitelmien muuttumaton tosiasia vaikuttaa olevan se, että ne liioittelevat aina. Varsinkin opetussuunnitelman alkusanat ovat usein täysin vieraantuneet todellisesta maailmasta. Muutamia versioita sitten opetussuunnitelman alussa luvattiin opiskelijoiden

olevan kansainvälisesti suuntautuneita omatoimisia elämänmittaiseen opiskeluun orientoituneita superkansalaisia. Toivottavasti kenenkään maailmankuva ei murru, kun kerron että valmistuneita opiskelijoita ei useinkaan tunnista kuvauksesta.

Vanhassa vitsissä sanottiin opetussuunnitelman olevan opettajainhuoneen paras piilo suurille seteleille. Kukaan ei kuulemma koskaan rahoja sieltä löytänyt. Olisiko niin, että todellisuudesta vieraantunut opetussuunnitelma mahdollistaa opetustyön ”niin kuin on aina ennenkin tehty”. Suurin osa opetussuunnitelmista on kirjoitettu niin laveasti että se antaa mahdollisuuden toteuttaa opetusta lähes tavalla kuin tavalla. Opetukseen ei siis tarvitse tehdä muutoksia.

Aloitin toimintatutkimukseni syksyllä 2019 haastattelemalla opettajakollegoitani ja koulumme silloista pedagogista rehtoria. Pedagogisen rehtorin Olli Vuorisen haastattelussa kysyin mitä mieltä hän on siitä, että osaako jokainen meidän koulustamme valmistunut opiskelija kaikki tutkinnon perusteiden kohdat. Hänen vastauksensa oli varsin realistinen ei.

Tutkintojen perusteet ovat menneet koko ajan parempaan suuntaan ja nykyiset listaukset osattavista asioista ovat hyvin käytännönläheisiä ja sinällään oikein käyttökelpoisia. Meidän opettajien pitäisi myös sisäistää ne nykyistä paremmin. Edelleen ongelmaksi muodostuu opintojen laajuudet ja suoritusajankohdat. Kerron seuraavaksi esimerkin. Nykyisin voimassa olevien tutkinnon perusteiden mukaan opiskelija:

- tuntee sähköisen perussuureet ja niiden riippuvuussuhteet
- tekee käyttöönottotarkastuksen asennuksilleen, tulkitsee mittaustuloksia sekä laatii käyttöönottotarkastuksesta asianmukaisen dokumentaation

Näiden lisäksi samassa opintokokonaisuudessa on 30 muuta opeteltavaa kohtaa. Opetussuunnitelman lukijat osaavat tietenkin sijoittaa lukemansa oikeaan kontekstiin. Sähköalan ammatillista koulutusta ei aloiteta Maxwellin yhtälöistä, vaikka ne kuvaavatkin sähköisiä perussuureita varsin hyvin. Ensimmäisiin harjoitustöihin tehtävistä käyttöönottomittauksesta ei myöskään vaadita heti st-kortiston mallin mukaista neljän sivun käyttöönottomittauspöytäkirjaa.

Edellä mainitut ja ne muutkin 30 kohtaa on mahdollista saavuttaa. Monet opiskelijat pysyvät ne suorittamaan jopa kiitettävällä tasolla. Ongelmaa lisää entisestään ammatillisen koulutuksen rahoitusjärjestelmä. Edelliset esimerkit ovat ensimmäisestä pakollisesta sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon opintokokonaisuudesta. Kuvatun tutkinnon osan laajuus on 30 osaamispistettä ja laskennallisesti se vastaa noin puolta ensimmäisen vuoden opinnoista. Kova vaatimus 16-vuotiaalle nuorelle. Mopolla koulun edessä keuliessaan hän varmasti miettii sitä, miten hän ”toimii työn eri vaiheissa pitkäaikaisia asiakassuhteita edistäen” tai ”tekee yhteistyötä muiden työalueella toimivien henkilöiden kanssa”. Opintokokonaisuudet voisi arvioida vasta kolmen vuoden opiskelun jälkeen. Silloin osaamista on kertynyt monista eri paikoista ja opiskelijasta voisi oikeasti sanoa, että hän ”liikkuu ja toimii turvallisesti asennusympäristössä erilaiset vaaratekijät tunnistuen ja huomioiden” sekä ”selvittää työmaan turvallisuussvastuuhierarkian, noudattaa sovittuja turvallisuussääntöjä ja -ohjeita”.

Lainaukset ovat siis tällä hetkellä voimassa olevasta sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon tutkinnon perusteista. Lainaukset löytyvät ensimmäisestä pakollisesta opintokokonaisuudesta sähkö- ja automaatioalalla toimiminen. Käytännössä ammatillisen koulutuksen rahoitusmalli pakottaa suoritusten nopeampaan kirjaamiseen, joten edellä mainitut lauseet kirjataan ensimmäisen vuoden jälkeen suoritetuiksi ilman, että opiskelija on koskaan sähköasennustyömaalla käynytkään. Rahoituksen kannalta on järkevintä merkitä opintokokonaisuus heti siihen liittyvän opettamisen jälkeen. Koulutuksen järjestäjältä jäisi osa rahoituksesta saamatta, mikäli kirjaaminen ja arviointi siirrettäisiin myöhempään ajankohtaan ja opiskelija keskeyttää opinnot. Tällöin opettajien työ opiskelijan osaamisen kartuttamiseksi on kulutettu, mutta siitä työstä opetuksen järjestäjä ei saisi valtion-osuusrahoitusta. Toki perusrahoitus tulee opiskelijatyöpäivien mukaan, mutta osa rahoituksesta on siis sidottu opintokokonaisuuksien suoritusten kirjaamiseen. Väärien käsitysten välttämiseksi painotan, että käytännön opetustyössä tästä kirjaamisajankohdasta ei ole mitään haittaa. Ei nuorella opiskelijalla ole tuon taivaallista käsitystä siitä, mitkä kohdat hänen todistuksessaan näkyvä arviointi kattaa. Sisällöllisesti nämä jo arvioidut tutkinnon perusteiden kohdat tulevat vastaan silloin kun opiskelija oikeasti lähtee opiskelemaan työpaikalle.

Ammatillisen koulutuksen tutkinnon perusteet on kirjoitettu osaamisperusteiseksi. Mitä sitten tämä osaaminen oikeastaan on. Arkikielellä osaaminen tarkoittaa jonkun konkreet-

tisen tehtävän suorittamista onnistuneesti. Pirkko Kepanen (Kepanen 2018, 32) on koonnut väitöskirjassaan osaamisperusteisuuden perusasioita. Hän kertoo osaamis-sanana taustaksi latinankielisen sanan *competentia*. Mikäli siis tutkinnon perusteiden osaamis-sana korvataan kompetenssilla, saadaan huomattavasti armeliaampi ohjenuora opetukselle.

Esimerkiksi sähkö- ja energiatekniikan tutkinnon perusteissa on lause:

”opiskelija osaa asentaa valmistajien asennusohjeiden mukaan esim. patterilämmityksen, lattialämmityksen, kattolämmityksen, saattolämmityksen, sulanapitolämmityksen, sähkökattilan ja sähkövastuksilla lämmitettävän vesivaraajan”

Osaamis-sanana käyttö tässä yhteydessä tuo arkikielellä mielleyhtymän siitä, että opiskelija on tehnyt näitä töitä kymmeniä ja kymmeniä eri laitevalmistajan tuotteilla. Näinhän kokenut sähköasentaja voi sanoa osaavansa asentaa erilaisia lämmitysratkaisuja. Mikäli opetussuunnitelman osaamis-sana korvataan kompetenssilla, niin ollaan lähempänä nykyistä tilannetta. Opiskelija ei ole välttämättä koskaan asentanut kattolämmitystä, mutta hänellä on niin hyvät perustaidot asennustöistä ja hän osaa lukea ja tulkita asennusohjeita oikein, joten hänellä on kompetenssi suoriutua tästä työstä. Mielestäni tämä on ainoa vaihtoehto ajatella kaikki opetussuunnitelman kohdat täytetyksi nykyisillä opetusresursseilla. Resurssit eivät enää voi nykyisistä laskea, koska silloin opiskelijoilta häviää jo tässä kuvailtu kompetenssikin töiden suorittamiseen.

Haastattelin tutkimukseni alussa Rasekon opettajaa Seppo Konkolaa. Hän on toiminut aikoinaan puhelinyhtiön toimitusjohtajana ja hän on rekrytoinut useita puhelinasentajia töihin. Kysyin häneltä, onko hänen urallaan ollut tilanteita, joissa on pitänyt irtisanoa joku työntekijä. Jatkokysymyksenä oli se, että johtuiko irtisanominen koskaan ammatillisen osaamisen puutteista. Vastaus oli, että irtisanomisten perusteet oli aina olleet jotain muuta kuin ammatillisen osaamisen puute. Kenties ammatillisessa perustutkinnossa pitäisi enemmän keskittyä yleisiin elämänhallinnan taitoihin, kuin pelkästään ammatilliseen osaamiseen. Tässä on yksi kohta, jossa voi miettiä, oliko koulutusreformissa järkevää niputtaa nuoret ja aikuiset samojen tutkinnon perusteiden alle.

Liioittelevien ja mahdottomien opetussuunnitelmien yksi ongelma on se, että niillä pystyy perustelemaan arvioinnista mitä tahansa. Itse kannatan hyvin yksinkertaista arviointia.

Mielestäni keskeneräistä nuorta ei pitäisi leimata kolmea vuotta huonon arvosanan mukaan. Olen nähnyt hienoja kasvutarinoita nuorista, joiden ensimmäisen vuoden opintojen tulokset olivat ala-arvoisia ja jotka ovat kuitenkin valmistuneet kolmen vuoden jälkeen huippuammattilaisena. Itse kannatan hyväksyty – täydennettävä -tyylistä arviointia. Olen aikojen saatossa keskustellut monien eri mieltä olevan opettajan kanssa ja heidän argumenttinsa arvioinnin puolesta liittyy kilpailuun. Heidän mukaansa hyvät arvosanat kannustavat opiskelijoita niin paljon, että he eivät usko opiskelijoiden tekevän mitään ilman mahdollisuutta hyviin arvosanoihin. Itse ajattelen, että oppimista voisi tapahtua ihan vain oppimisen ilosta. Voi olla, että minulle kävisi ideologiani kanssa samoin kuin kävi sosialistiselle ideologialle 1980-luvun lopussa.

Mikä oli siis arvioinnin ja liian laajan opetussuunnitelman ongelma? Lähtökohta on se, että opetussuunnitelman kaikkia tavoitteita ei voi kukaan täyttää. Opetussuunnitelma siis valehtelee. Toisaalta opetussuunnitelma on velvoittava määräys, joka sitoo opettajaa. Opettaja arvioi opiskelijoita asteikolla yhdestä viiteen. Kiitettävän saaminen perustuu siis opettajan mielessä johonkin muuhun kuin opetussuunnitelman tavoitteisiin, koska niitä ei kukaan pysty saavuttamaan. Tämä johtaa siihen, että kiitettävän saa helposti se ”hyvä kaveri” -tyyppinen opiskelija. Vastaavilla tiedoilla joltakin toiselta opiskelijalta voidaan kiitettävä arviointi evätä siksi, että eihän hän täyttänyt opetussuunnitelman kohtia. Arviointi on aina opettajan mielipide, eikä sitä valitettavasti pysty muuksi muuttamaan. Joku opettaja saattaa arvostaa teoreettista osaamista ja toinen taas käytännön työskentelyn sujumista. Kumman mielipide on parempi? Siihen ei kukaan pysty antamaan vastausta. Arvioinnin objektiivisuuden lisäämiseksi on tehty erilaisia kokeiluja. Esimerkiksi aikuisten näyttötutkinnoissa oli vaatimus siitä, että kouluttaja ei saanut arvioida näyttöä. Käytännössä näytön arvioi joku toinen opettaja samasta organisaatiosta. Nykyisin tällaista jääviyssääntöä ei enää noudateta. Ajatus opettajan jääviydestä arvioitsijana jäi pois siinä vaiheessa, kun näyttöjä lähdettiin tuomaan nuorisoasteen koulutukseen. Kenelläkään koulutuksenjärjestäjällä ei olisi ollut resursseja järjestää opetuksesta irrallaan olevaa arviointia.

Arvioinnista voisi kirjoittaa loputtomasti. En usko arvioinnin objektiivisuuteen missään järjestelmässä tai kouluasteella. Muutama vuosi sitten kokeiltiin arviointiasteikkona yhdestä kolmeen. Itse olisin mielelläni jatkanut sen käyttöä. Käytännössä kaikki saivat kakosen. Ykkönen ja kolmonen vaativat erityisansioita. Tämä vastasi aika lähellä hyväksyty – täydennettävä arviointia. Toisaalta en koe arviointia ongelmaksi, koska en arvosta

sitä. Arvostan innokkuutta ja halua oppia, koska näistä ajan myötä kehittyy osaaminen, eli se aiemmin mainittu kompetenssi. Yksi objektiivisen arvioinnin ongelma on jatko-opintoihin pääsy edellisten opintojen arviointien perusteella. Suon mielelläni kaikille mahdollisuuden jatko-opintoihin, mutta raja voi joskus olla armoton. Esimerkiksi opiskelemaan pääsee se, jolla on kaikki numerot viitosia. Yhden arvosanan tippuminen neloseen voi jo evätä pääsyn opiskelupaikkaan. Verrataan opiskeluvalintaa vaikkapa autokauppaan. Korkeakoulu, joka valitsee opiskelijan ilman pääsykoetta, on kuin auton ostaja joka tilaa Saksasta auton luottaen vain myyjän puheeseen auton hyvästä kunnosta. Itse en ostaisi autoa ilman koeajoa, mutta korkeakoulut tekevät niin.

Olen viime aikoina oppinut ihailemaan lukiokoulutuksen järjestelmää. Koko koulutuksen ajan arviointia tehdään. Kokeisiin luetaan, niihin osallistutaan ja niihin turhaudutaan taiseisesti koko kolmen vuoden ajan. Opiskelun aikana kerätyillä arvosanoilla ei ole juuriakaan merkitystä loppuelämän kannalta ja opintojen lopussa odottaa täysin tasavertainen tilaisuus näyttää oma osaamisensa juuri siinä hetkessä. Ensimmäisellä luokalla nelosia saanut voi ihan yhtä hyvin kirjoittaa laudaturin kuin kuka tahansa muukin. Todennäköisyys tälle on tietenkin pieni, mutta järjestelmä ei sitä estä. Ammatillisessa koulutuksessa vanhat synnit säilyvät todistuksessa ikuisesti. Ylioppilastodistuksen perusteella tehtävä korkeakouluhaku täyttää objektiivisen arvioinnin vaatimukset. Vastaava järjestelmä ammatillisella puolella olisi mahdotonta toteuttaa, koska perustutkintoja on satoja erilaisia ja niiden sisällä kymmeniä eri opintokokonaisuuksia.

2.4 Niin kuin aina ennenkin

Opetussuunnitelmista huolimatta opetus soljuu kuten aina ennenkin. Moni opettaja tekee asiat kuten itse ovat aikanaan opiskelleet. Olen vuosien varrella käynyt keskusteluja useiden kollegoideni kanssa. Osa on ollut ehdottomasti sitä mieltä, että ennen minkäänlaista käytännön työn aloittamista pitäisi osata se ohmin laki. Sitä on sitten tentitty ja tenttejä uusittu useita kertoja. Viimeksi kun olen opettanut ykkösluokkalaisia, vähensin teoriaopinnot minimiin. Käytin paljon uusia menetelmiä havainnollistamaan matematiikkaa. Eri tapojen vertailuna voin kertoa, että lopputulos ei paljoa muutu. Valmistuneista opiskelijoista pieni osa pystyy jäsentämään sähkötekniikkaa matemaattisesti. Osa pärjää autettuna ohmin lain kanssa ja loput ovat sen suhteen täysin kuutamolla. Monet näistä

kuutamolla olevista ovat kuitenkin haluttua työvoimaa asennustöihin ja väitän heidän olevan myös erittäin hyviä työssään. Yksi parhaista palautteista, jonka olen saanut työstäni, oli näiden opiskelijoiden valmistumistilaisuudessa keväällä 2020. Korona-pandemian vuoksi valmistumisjuhla oli pieni ja karu, mutta toisaalta äärimmäisen henkilökohtainen. Harvoin tulee valmistumisjuhlassa puhuttua opiskelijoiden kanssa niin paljon kuin silloin. Tilaisuudessa eräs opiskelija totesi kovaan ääneen: ”Me ei sitten vittu koskaan unohdeta niitä sun siniaaltoja.” Kukapa opettaja ei olisi näin suuresta kohteliaisuudesta äärimmäisen tyytyväinen. Minä ainakin olin.

Miksi siis pitäisi mennä muuttamaan hyvää järjestelmää. Opetushallitus saa työllistettyä omat virkamiehensä uudistamalla silloin tällöin opetussuunnitelmaa. Muutamien pullakahvien jälkeen opetussuunnitelman nimi saatetaan jopa muuttaa tutkinnon perusteiksi. Näitä suunnitelmia harva lukee. Lomakkeiden uudistajat ja tietojärjestelmien päivittäjät saavat leipänsä päälle voita ja ohjelmistoyritykset sijoittajilleen osinkoja. Järjestelmä tuottaa riittävän hyvää työvoimaa teollisuudelle ja muutamat huippuyksilöt päätyvät korkeakouluihin jatkamaan opintojaan. Setelit pysyvät tallessa opetussuunnitelman välissä, joten kaikki on hyvin. Pitäisiköhän omat haihatelmani opetuksen kehittämisestä panna tässä kohtaa jäihin?

Muutamia vuosia sitten ajattelin, että olisi samantekevää käydäänkö ammattikoulussa teoriaa läpi lainkaan. Tehtiin niin tai näin, niin lopputulokseen sillä ei näyttänyt olevan suurtakaan vaikutusta. Kollegani ja ystäväni Janne Lindroosin kanssa kävin paljon keskusteluja aiheesta ja hän sai minut ymmärtämään, ettei asia olekaan ihan niin yksinkertainen. Oppiminen on pitkäkestoinen prosessi. Itse esimerkiksi tajusin, että minulle oli ammattikorkeakoulussa helppo omaksua sähkötekniikan vektorilaskentaa yms, koska minulla oli niistä jonkinlainen hämärä käsitys jo ammattikoulun pohjalta. Nykyisin tätä hämärän käsityksen luovaa pohjatyötä ei juurikaan ehditä tekemään. Se on tämän kehitystutkimuksen taustalla. Mikä estäisi automatisoimasta tätä pohjatyötä. Itselläni oli ammattikoululaisena positiivinen kuva matematiikasta ja vaikka en siitä kaikkea ymmärtänyt, niin tiesin sen tärkeyden ilmiöiden taustalla. Mikäli minulla olisi ollut videoita katseltavaksi sähkötekniikan aiheista, niin olisin varmasti katsonut niitä. Samaan aikaan moni luokkatoverini olisi yhtä varmasti jättänyt videot katsomatta. En tietenkään väitä sähköisen oppimateriaalin toimivan kaikille, vaan se olisi yksi vaihtoehto muiden vaihtoehtojen joukossa. Nuorilla vaikuttaa olevan hyvin matala kynnys videomateriaalin käyttämiseen ja se on harvoja tiedon välittämisen tapoja, joihin nuori keskittyy hyvin.

Ammattikoulussa minä sain matemaattisen herätyksen sähkötekniikkaan ja osa luokkatovereistani lähes kuoli tylsyyteen samoilla oppitunneilla. Nykyisin omat oppilaani saavat tehdä halujensa ja kykyjensä mukaan sähköasennustöitä, mutta monelta jää puuttumaan se mainittu matemaattinen herätys. Yksi tämän työn tavoite on antaa se mahdollisuus myös omille opiskelijoilleni.

3 Tarve, tavoite ja tutkimus

Sähköalan opetus alkaa usein ohmin laista. Itse olen aloittanut sähköalan opintoni Aho-rannan kirjasta Coulombin lain avulla. Tärkeä pelastava seikka tässä lähestymistavassa oli hyvä ja havainnollinen opettaja. Teoreettinen lähestymistapa ja käytännön asennustöiden lähestymistapa erosivat toisistaan täysin. Ensimmäisen vuoden opintojen jälkeen osasin ratkaista vaikkapa kelan ja vastuksen sarjakytkennän impedanssin ja ratkaista komponenttien osajännitteet. Tehokertoimen laskenta oli vain pala kakkua. Samaan aikaan en kuitenkaan tiennyt, mikä oli sulake. Saati että olisin osannut vaihtaa sellaisen. Käytäntö ja opetettu teoria eivät siis kohdanneet lainkaan. Matemaattisen lähestymistavan ja käytännön työn välinen yhteys on itselleni selvinnyt vasta myöhemmin.

Rasekon ammattiopiston sähköalan opetus ei toista vanhoja kaavoja. Meidän vuosien kierto ei koskaan ole samanlainen edellisen kanssa. Olemme opiskelijoiden kanssa sähköistäneet monia eri opetustiloja ja ylläpidämme kuntayhtymän kiinteistöjen sähköasennuksia. Jokainen meiltä valmistunut opiskelija on joutunut valitsemaan sähkölaitteita rikkoutuneen tilalle. Jokainen opiskelija on joutunut ratkaisemaan käytännöllisiä sähköasennustekniikan ongelmia. Samalla on voinut käydä niin, että joku lause opetussuunnitelman lausekokoelmasta on jäänyt käymättä läpi. Uskon, että opiskelijoillamme on kuitenkin kompetenssia tehdä nekin työt kunnialla (kts. esimerkki sivulta 10).

Kyky saada joku työ tehdyksi ei välttämättä vaadi asian ymmärtämistä. Käytännössä vianhaku voi olla sitä, että sivistyneellä arvailun perusteella kokeillaan uusilla varaosilla, milloin jokin laite lähtee taas toimimaan. Väitän, että tällä tekniikalla toimii vaikkapa suuri osa Suomen autokorjaamoista. Työn valmiiksi saamisen kyky on siis näppäryyttä ja nopeutta yhtä hyvin kuin teoreettisen asian ymmärtämistä. Näppäryys ja nopeus kehittyvät vain tekemällä. Näitä taitoja ei voi oppia videoita katsomalla tai värittämällä kirjan sivuille sähköjohtoja oikean väriseksi.

Opiskelijamme ovat haluttua työvoimaa paikallisille yrityksille. Tässä on suurin syy siihen, miksi olen toiminut opettajana Rasekossa jo lähes 20 vuotta. Opettaminen ei ole viimevuotisten kalvojen sisällön toistamista vaan parhaimmillaan opiskelijoiden kanssa monipuolisissa ja vaihtelevissa projektitoissa toimimista. Viimevuotiset kalvot pitäisi tehdä videoiksi, jolloin projekteille ja opiskelijoiden henkilökohtaiselle kohtaamiselle jäisi entistä enemmän aikaa. Tästä ajatuksesta alkaa kehittymään tarina ja tutkimus siitä, miten sähköalan opetuksen sisältöjä voisi muuttaa videotallenteiksi Rasekon ammattiopiston sähköosastolla. Mitä videointi vaatii, mitä se maksaa ja kuka sitoutuu videoita käyttämään? Mitä hyötyä opiskelija, opettaja, koulutuksen järjestäjä tai muut sidosryhmäläiset saavat videoista? Onko hyöty niin suuri, että niitä kannattaa ammattimaisesti tehdä? Mitä työkaluja videointiin tarvitaan, mitä ne maksavat jne. Kysymyksiä on paljon ja tutkimuksen edetessä niitä kertyy vielä aimo annos lisää. Tämän tutkimuksen tavoitteena ei ole tehdä muutamaa opetusvideota, vaan esitellä uusi vaihtoehtoinen toimintatapa.

Tämä kappale kertoo aikaan sidotun tarinan siitä, miten tutkimusprojektini eteni. Esitän tässä kappaleessa paljon viittauksia muihin narratiivia kehystäviin kappaleisiin. Tärkeimmät oheistutkimukset videoiden käytön tukemiseksi on niiden tekemiseen tarvittavien työkalujen mahdollisuuksien ja rajoitusten kartoittaminen (kappale 5 sivulla 42) ja rahoituksen näkökulma (kappale 4 sivulla 33). Itselleni tärkein on ollut jäsentää omia suunnitelmia videoiden sisällöiksi. Niitä esitän kappaleessa 7 sivulla 58.

Opiskelujeni alkuvaiheessa tutkimusmenetelmät ja -valmiudet -opintojaksossa käsiteltäväkseni tuli kirja Toiminnasta tietoon vuodelta 2006. Ihastuin kirjan lähestymistapaan ja toimintatutkimuksen vapauteen. Seuraavassa on suora lainaus kirjasta.

Juonellinen raportti – Tiukkoja raportointisääntöjä on pidetty toimintatutkimuksen alkuperäisille emansipaation ja autonomian ajatuksille vastaisina, joten toimintatutkijat ovat raportoineet myös vaihtoehtoisilla tavoilla. (Esa Rovio 2006, 117)

Opinnäytetyöni raportti on siis tarinallinen, reflektiivinen kertomus pyrkimyksestäni lisätä modernia tietotekniikkaa yli sata vuotta sitten keksittyjen sähkötekniikan teorioiden opettamiseen ja vähän muutakin siinä ohessa.

3.1 Tarina alkaa

Aloitin ammatillisen opettajan pedagogiset opinnot vuonna 2002. Itselleni tyypilliseen tapaan opintoni venyivät viimeisille opiskeluoikeuden metreille saakka. Koulutukseen kuului ensimmäisiä kertoja videon käyttö opetusvälineenä. Aihe herätti itsessäni lähinnä koomisia mielikuvia opiskelijoista katselemassa videota kömpelösti dvd-soittimesta luokan yhteisestä televisioruudusta. Tuohon aikaan video tarkoitti lähinnä televisiosta tai videotykillä kaikille samaan aikaan näytettyä sisältöä. Opintojeni yksi tehtävä oli selvittää oppilaitoksemme tietotekninen strategia. Silloisen apulaisrehtorimme vastaus on jäänyt itselleni lentäväksi lauseeksi moneen kahvipöytäkeskusteluun: ”Se tietotekninen strategia on kuules Teemu sellainen, että tuota takki pois ja taulu täyteen.” Pedagogisista opinnoista jäi mielen pohjalle termi synopsis. Siis se pieni videon käsikirjoituksen alkuvaihe, jossa kuvataan videon tärkeimmät käsiteltävät asiat ja käsitteet.

Tietokoneet on aina olleet suuri osa elämäni. Vaikka puolivirallinen ohje käski vain täyttämään taulun liitupölyllä, niin siitä huolimatta olen koko opettajaurani ajan käyttänyt tietotekniikkaa opetuksen apuna. Olen käyttänyt erilaisia sähkötekniikan simulointiympäristöjä aina. Aplac, Microcap, Crocodile clips ja muut vastaavat tuotteet on olleet osa opetustani aina. Eri ohjelmilla on erilaisia rajoitteita. Osa tuotteista on järkyttävän kalliita ja toisista saa ilmaisia kokeiluversioita jne. Nykyisin olen simulaattorina käyttänyt täysin ilmaista Qucs-ympäristöä (Quite Universal Circuit Simulator). Opiskelijoilleni simulaattori tuottaa hyvin abstrakteja ja vaikeasti käsiteltäviä asioita. Suuri osa opiskelijoista ei saa tästä opetuksesta kuin hieman tietokoneohjelman käyttökokemusta. Varsinainen ymmärrys simuloidusta sisällöstä jää hämäräksi. Ammatillisen perustutkinnon tarkoitus ei ole antaa opiskelijoille täydellistä ymmärrystä jostain ilmiöstä, vaan lähinnä ensimmäinen kosketus asiaan. Se voi olla vain sana tai käsite, joka jää muhimaan vuosiksi, ehkä siihen saakka, että jatko-opinnoissa se kaivetaan uudestaan esille. Niistä voi kehittyä pitkän ajan kuluttua uusia ideoita ja ne poikivat uutta oppimista. Ihan samalla tavalla itselleni jäi termi ”synopsis” kummittelemaan vanhoista opettajaopinnoista. Silloin aikanaan naureskelin termille ja sille luennotte, jossa se esiteltiin. Nyt yli kymmenen vuotta myöhemmin olen kaivanut termin esiin ja ymmärtänyt mistä siinä oikeasti oli kysymys. Ehkä jotain samanlaista tapahtuu omille opiskelijoilleni.

3.2 Vuosi 2017

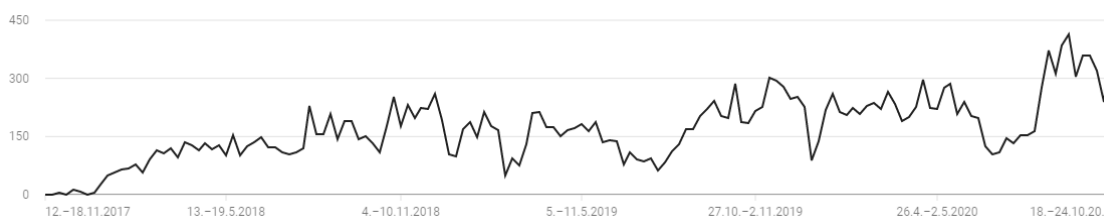
Lukuvuonna 2017-2018 opetin samaan aikaan nuorisoryhmälle ja pienelle aikuisryhmälle sähköalan perusteita. Aikuisten ja nuorten välillä on huima ero tiedon omaksumiskyvyssä. Edelliseen koulutusuudistukseen lipsahti mielestäni suuri vääryys. Ajatus siitä, että nuoret ja aikuiset olisivat samalla viivalla oppimisen suhteen, on käsittämätön. Peruskoulun jälkeen opiskelijat ovat noin 16-vuotiaita. Valmistuessaan ammatillisesta perustutkinnosta he ovat yleensä 19-vuotiaita. Tässä iässä aika harva on oikeasti aikuinen. Minä ainakaan en ollut.

Kontrasti opetuksen järjestämisessä oli suuri. Suurin osa opiskelijoistani oli 16-vuotiaita ja joukon ääriesimerkkinä oli noin 40-vuotias luonnontieteiden maisteri, joka oli kyllästynyt akateemiseen työttömyyteen ja halusi sähköasentajaksi. Kyky tiedon vastaanottoon oli aika erilainen näiden ääripäiden välillä. Vuosi oli työläs, mutta äärimmäisen palkitseva.

Opetustilat olivat tässä tapauksessa erittäin hyvät opetuksen eriyttämiseen. Aloitimme usein päivän yhtenä suurena ryhmänä. Nuoriso aloitti viimeistään muutaman tunnin jälkeen työskentelyn viereisessä työsalissa. Aikuisten kanssa jatkettiin teoria-asioita, koska heillä oli jo sisäinen kiinnostus myös teoreettiseen lähestymiseen. Paras puoli oli se, että myös nuoriso-opiskelijat saivat halutessaan jäädä seuraamaan teoreettista opetusta. Tässä tilanteessa ensimmäistä kertaa oman opetushistoriani aikana toteutui todellinen opetuksen eriyttäminen. Ne nuoret, joilla ei vielä ollut kykyä omaksua teoreettista tietoa saivat rauhassa tehdä asennusharjoituksia ilman itsetuntoa heikentävää kokemusta siitä, ettei ymmärrä mitään mitä puhutaan. Ne joilla oli kyky, saivat opetusta ja mahdollisuuksia kehittyä entisestään. Asioiden edetessä usein nuoriso alkoi siirtyä asennustöiden pariin ja lopuksi vain aikuisryhmä kävi teoriaa läpi. Aikuisten kompetenssi moniin asennustekniikan asioihin lähti teoriasta ja nuorison käytännön toistosta. Mielestäni tämä oli loistava kokemus opetuksen eriyttämisestä.

Harmonista kokonaisuutta hämmensi se, että samaan aikaan piti opettaa myös koulumme tietoliikenneasentajille sähköasennustekniikan perusteita. Tässä kohdassa alkoi iskeä tietynlainen resurssipula. Yksi yleisimpiä toistettavia asioita opiskelijoilla on sähköasennusten käyttöönottomittaukset. Aika harva varsinkaan nuorista ymmärtää, mitä siinä

oikeasti tehdään ja miksi. Jo mittauksen mekaaninen suorittaminen koetaan todella vaikeaksi. Opettajana jouduin toistamaan mittausten suorituksen useita kertoja päivässä, eikä siltikään siitä tahtonut tulla loppua. Vastauksena tähän riittämättömyyteen oli se, että aikuisryhmän kanssa eräänä rauhallisena iltapäivänä videoitiin nämä käyttöönottomittaukset kolmeen erilliseen videoon. Latasin videot koulun videopalvelimelle. Sen käyttö ei sujunut, koska opiskelijoilla oli aina puhelimesta tila loppu jne. Ajattelin, että Youtube nyt ainakin löytyy kaikilta opiskelijoilta valmiina puhelimesta, joten se lienee ainoa vaihtoehto, joka ei aiheuta valitusta. Jostain hetken mielihohteesta ajattelin, että laitetaan ne videot myös julkiseksi. Samantekevää, löytyvätpä sitten helpommin hakukoneella. Kuvassa Kuva 1 on esitetty jännitteettömät käyttöönottomittaukset - videon katselukerrat julkaisuhetkestä lähtien. Kuvaajan pystyakselilla on viikoittaiset katselumäärät. Tätä videota on katsottu 24.10.2020 jo noin 26000 kertaa. Olen ollut opettajana vuodesta 2001. Jos minulla olisi vuosittain kaksi eri opetusryhmää á 20 henkilöä ja kävisin jokaisen kanssa viisi kertaa vuodessa läpi samat mittaukset, niin toistoja olisi tähän mennessä kertynyt vasta 19 vuotta x 40 opiskelijaa/vuosi x 5 toistoa/opiskelija = 3800 toistoa. Videon käyttö toiston välineenä on siis huikea mahdollisuus, jota ei pitäisi missään tapauksessa jättää käyttämättä.



Kuva 1. Jännitteettömät käyttöönottomittaukset – videon katselukerrat julkaisusta lähtien.

Samalla kuvauskerralla kuvattiin myös video [aistinvaraisesta tarkastelusta](#) ja [jännitteistä käyttöönottomittauksista](#). Jälkimmäistä näistä on katsottu noin 20000 kertaa. Itseleni nämä katsojamäärät ovat ainakin käsittämättömiä. Tarinan alku oli siis sattuma.

Samoihin aikoihin etsiskelin myös sopivaa jatko-opintopolkua itselleni. Monen mutkan kautta löysin Metropolian sähkö- ja automaatiotekniikan yamk-tutkinnon perillisen älykkään teollisuuden yamk-tutkinnon. Ajatus videoiden tekemisestä sähköalan opetuksen tueksi lähti oman kiinnostuksen ja harrastuksen pohjalta. Ajatus laajeni kuitenkin täksi

opinnäytetyöksi ja siihen on tuotu opetusorganisaation näkemys. Jatkuuko videoiden kehitys suunnittelemani mallin mukaisesti, vai palaanko harrastuksen pariin, on vielä auki-nainen kysymys. Molemmat mahdollisuudet ovat olemassa. Kirjoitan tätä tarinaa nyt jäl-kikäteen omien muistiinpanojeni pohjalta. En ehkä olisi valinnut tätä aihetta, mikäli olisin tiennyt, miten paljon työtä se todellisuudessa teettää. Työni on kehittynyt matkan varrella ja sitä on käsitelty opintojen osana eri vaiheissa. Erillisinä seminaaritöinä olen esitellyt osan matemaattisesti vaativimmista malleista. Niitä en enää käsittele tässä dokumen-tissa. Osa tuotetuista videoista perustuu kuitenkin näihin malleihin.

3.2.1 Haastattelut ensimmäisistä videoista

Lähdin etsimään käyttäjien kokemuksia ensimmäisistä videoista. Haastattelin muutamia kollegoitani ja esimiehiäni. Kyselin kokemuksia ja kehitysideoita myös opiskelijoilta. Kaik-kien haastattelujen ongelma oli se, että pohjana oli jo olemassa olevat käyttöönottomit-tauksia käsittelevät videot. Lähes kaikki haastattelujen teemat liittyivät myös käyttöönot-tomittauksiin. Ehkä haastattelun pohjavire oli halu tukea minun jo tekemiäni asioita. Uu-sia ideoita ei paljoakaan tullut. Haastattelut olivat muuten hyvä tapa tutustua kollegoihin ammatillisesti.

Aikuisopiskelijoiden ryhmästä sain hyviä ehdotuksia teoria-aiheiden videoinnista. He ko-kivat, että opintojen alkuvaiheessa olisi heille ollut hyötyä sähköoppia ja muuta teoriaa käsittelevistä videoista. Tämä kyseinen aikuisryhmä aloitti opinnot eri tahdissa nuoriso-ryhmän verrattuna. He joutuivat hyvin oma-aloitteisesti käymään läpi sähköalan perus-teet. Yksi kehitysmallini olisi tehdä materiaalia nimenomaisesti opintopolun alkuun. Jous-tava haku mahdollistaa nykyisin opintojen aloittamisen koska vain vuoden aikana. Mikäli videomateriaali olisi riittävän hyvä, niin joustava haku voisi toteutua nykyistä paremmin. Joustavan haun toteutumisessa olen selvästi hieman toisinajatteleva verrattuna muihin Rasekon sähköosaston opettajiin. Haastattelujen ja keskustelujen perusteella kollegois-tani suurin osa pitää lähes mahdottomana, että opiskelijaryhmään tulisi joku kesken kai-ken aloittamaan opinnot alusta. Vuoden 2017 kokemusten perusteella olen itse toista mieltä. Oikeilla järjestelyillä opettajalla on aikaa perehdyttää uutta opiskelijaa perustei-siin, vaikka loput opetusryhmästä tekisikin jo vaativampia harjoitustöitä. Mikäli opettajan ehdottomana periaatteena on näyttää tietyt kalvot tietyssä järjestyksessä, niin silloin uu-

den opiskelijan opastaminen muuttuu varmasti mahdottomaksi. Haastattelussa keskeimmäksi teemaksi nousi käyttöönottomittaukset, joten myös seuraava vaihe tutkimuksessa liittyy niihin.

3.2.2 Ryhmäjohton kytkentä- ja mittausvideo

Ryhmäjohton kytkentä ja mittaus on aihe, joka toistuu opiskelijoiden tekemissä asennustöissä jatkuvasti. Teemme siis ihan oikeita käyttöön jääviä sähköasennuksia koulumme eri kiinteistöissä. Yleisin työ on uuden pistorasian tai valaisimen asentaminen. Asennukset on tietenkin käyttöönottotarkastettava määräysten mukaisesti. Mikäli käyttöönottotarkastuksen mittaukset tehdään oikealla ajanhetkellä, niin säästetään aikaa ja mikä tärkeintä vältetään mittauksissa vaadittavista nollajohtimen irrotustöistä. Nollajohtimen irrottaminen keskuksesta on aina erittäin vaarallinen toimenpide. Mikäli keskus palautetaan jännitteiseksi nollajohtimen ollessa irti, luodaan nollavikatilanne, joka saattaa rikkoa paljon sähkölaitteistoon kytkettyjä sähkölaitteita.

Opiskelijoille tämäntyyppinen työ on turvallinen. Asennustyöt voidaan ensin tehdä kuntoon ja kytkentä sähköverkkoon tehdään viimeiseksi. Opettaja valvoo kytkentä- ja mittaushetkellä työn tekemistä, mutta videon avulla opiskelijat pystyvät usein tekemään mittauksenkin itsenäisesti. Opiskelijoiden työturvallisuus varmistetaan tietenkin aina tapauskohtaisesti ja käyttöönottoilanteissa opettaja on aina paikalla valvomassa työskentelyä. Tästä huolimatta videon käyttö tuo mielestäni hyvän lisän oppimiseen. Lisäarvo tulee siis nimenomaan oppimiseen, ei opettamiseen. Videosta huolimatta työmenetelmät kerrataan paikan päällä, mutta ennakkoon katsottu video lisää selvästi opiskelijan omaaloitteisuutta työkohteessa.

Tämä oli ensimmäinen videoni julkiseen levitykseen, jossa videon tarinaan ja editointiin on panostettu. Julkaisin videon syksyllä 2019 ja 2.11.2020 mennessä videota on katsottu Youtubesta noin 1100 kertaa. Keskimäärin videota on katsottu 42 prosenttia, eli mittaus tulosten käsittely jää usein katsojalta katsomatta. Neljäsosa videon katselukerroista päättyy noin 0,04 sekunnin kohdalla, joten käytännössä videota on katsottu noin 750 kertaa. Mielenkiintoista, että huolella ja yrittämällä tehty ei saavuta läheskään samaa, kuin hätäisesti yhdellä otolla kuvatut alkuperäiset käyttöönottomittausvideot.

Jännitteettömät käyttöönottomittaukset -videotani on katsottu reilusti yli 20000 kertaa. Sen tilastoista pystyy lukemaan, että 31 prosenttia katsojista on katsonut videon loppuun saakka. Tämä on video, jossa on vain tekemistä ja se on kuvattu yhdellä otolla. Ryhmäjohtoon kytkentävideota on loppuun saakka katsonut vain 19 prosenttia katsojista. Tämä antaisi viitteitä siitä, että Satu Hakanurmen esittelemä tutkimus erappu-blogissa todella on oikeassa. Tutkimuksessa on todettu aitojen autenttisten tilanteiden olevan katsojien mielestä parempia, kuin laboratorio-olosuhteissa tehdyt videot. Videoiden määrä on tietenkin liian pieni yleistämään tätä tulosta mihinkään suuntaan. Tämä tutkimus pitää pitää mielessä videoiden jatkokehittelyssä.

3.3 Kokemukset etätyöskentelystä 2020

Kevät 2020 oli poikkeuksellista aikaa, kun koko Suomen oppilaitokset siirrettiin etäopetukseen. Itse koin etäopetuksen erittäin mielenkiintoisena ja uusia näkemyksiä avaavana kokemuksena. Opiskelijoiden henkilökohtainen kohtaaminen oli myös etäopetuksen avaintekijä. Monelle opiskelijalle kevät 2020 tarkoitti vain loputonta tehtävien saamista ja palauttamista. Todellinen vuorovaikutus opettajan kanssa jäi monella väliin ja siksi nyt myöhemmin näitä oppimisvajeita on korjattu lisärahoituksella. Omasta mielestäni pelkkien tehtävien jakamista ei saisi kutsua etäopetukseksi, vaan sitä pitäisi kutsua itsenäiseksi opiskeluksi. Etäopetus on mahdollisuus uuteen ja erilaiseen opetus- ja oppimiskokemukseen. Itsenäinen opiskelu on monelle aikuisellekin mahdoton tehtävä. En yhtään ihmettele, jos moni koki etäopetuksen ja etäoppimisen mahdottomana tehtävänä.

Itse päätin kokeilla erilaisia uusia tekniikoita hylkäämättä kuitenkin sitä itselleni tärkeintä, eli opiskelijoiden henkilökohtaista kohtaamista. Pidin lähes poikkeuksetta kaikkina opiskelupäiväni opiskelijoita teams-kokouksessa. En yhdessä, vaan järjestin työskentelyn ryhmiin. Jotkut opiskelijat halusivat mieluummin työskennellä yksin ilman ryhmää, mutta hekin pitivät omaa kokoustaan päällä, jotta pääsin opastamaan myös heitä. Nuorisolle tehtävän antaminen aamulla ja vastauksen odottaminen illalla ei ole mielestäni kohtuullista. Muutamat opiskelijat ovat oikeasti kykeneviä tällaiseen työskentelyyn, mutta valtaosa ei kykene. Nuoriso haluaa ”olla rauhassa”, mutta samalla he haluavat jatkuvaa opastusta työskentelyssä. Tässäkään kohdassa en voi olla ihmettelemättä mitä opetushallituksen päättäjien päässä on liikkunut, kun he ovat päättäneet niputtaa aikuisten ja nuorisoasteen koulutuksen samojen sääntöjen alle.

Miksi puhun etäopetuksesta videoiden tuottamisesta kertovassa opinnäytetyössä? Syy on varsin yksinkertainen. Käyttämäni työkalut ovat samoja molemmissa. Mietin paljon sitä, miten etäopetuksesta saa tehtyä tekemistä oppilaille. Menetelmien vaihtelu on avaintekijä opiskelijoiden mielenkiinnon ylläpitämisessä. Mielikuvitukselle oli käyttöä ja usein vasta jälkikäteen keksi paremman idean jonkun asian toteuttamiseen. Onneksi oppilaani ovat hitaita oppimaan, joten uutta keksittyä tapaa pääsi seuraavana päivänä kokeilemaan.

Käytetyistä tekniikoista voit lukea enemmän siitä käsittelevässä kappaleessa 5 sivulta 42 alkaen. Tässä kappaleessa kerron työkalujen käytöstä etäopetuksen näkökulmasta.

Tiedonvälityksen kulmakivi oli koko ajan Microsoftin whiteboard. Valkotaulu on riittävän yksinkertainen käyttää, mutta se mahdollistaa silti tiedon jakamisen halutuille henkilöille nopeasti. Monta käyttäjää voi samanaikaisesti käyttää jaettua valkotaulua, eikä tiedon eheydestä tule ongelmia. Itse käytän whiteboardia luokkatilanteissakin fyysisen valkotaulun korvikkeena. Asettelen ohjelmasta sopivan näkymän tietokoneelta videotykkille ja kirjoitan taululle tabletilla tai kynällä tietokoneella. Yhdelläkin laitteella pärjää, mutta kynällä varustettu kosketusnäytöllinen näyttö liikaa omassa käytössäni liian helposti. Erillisellä laitteella voi myös lähentää käsiteltävää asiaa ilman, että esittävä näkymä muuttuu levottomasti. Automaattisen tallennuksen ansiosta edellisillä tunneilla käsitellyt asiat voi koska vaan palauttaa nopeasti takaisin taululle. Suosittelen kaikille opettajille. Itselläni on luokissa käytössä yleensä kaksi videotykkiä. Saman valkotauluohjelman voi asettaa näkymään eri kohdista eri videotykeille. Tällöin ohjaavalla laitteella voi muuttaa kätevästi kummankin näytön sisältöä.

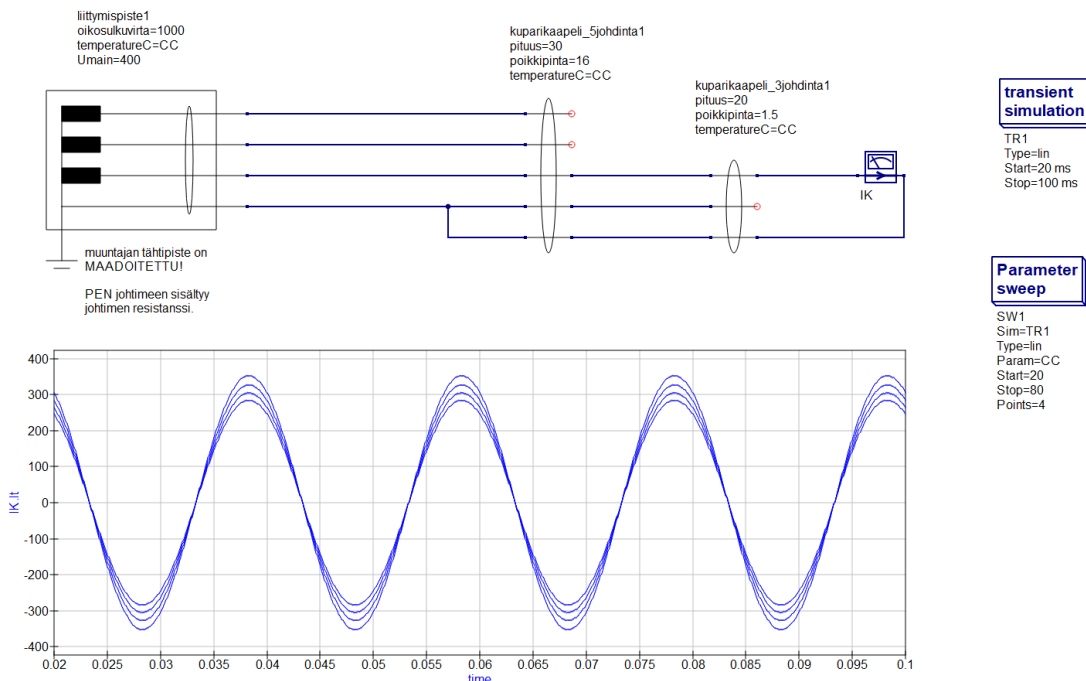
Microsoftin tuotteista kouluille on suunnattu myös Onenote muistikirjaohjelma. Siinä on kattavampi kokonaisuus piirtotyökaluja ja sen ominaisuudet lomittuu hieman tuon valkotauluohjelman kanssa. Ennen korona-aikaa onenoten palvelimet olivat vähemmän kuormitettuja. Silloin pystyi muistikirjaakin näyttämään toiselta laitteelta ja piirtämään toisella laitteella samalle sivulle. Etätöiden alettua keväällä 2020 tämä ohjelmistojen viive oli selvästi huomattavissa, joten muistikirjat jäivät vain tehtävien palauttamisen käyttöön. Live-tilanteessa päivitysnopeus on liian hidas.

Koulussa ei tunnu koskaan olevan tarpeeksi aikaa erilaisten ohjeiden ja määräysten läpikäyntiin. Etäopetuksessa kävimme useita st-kortiston käsikirjoja läpi siten, että opiskelijat lukiessaan poimivat kuvaruutukaappauksia lukemastaan tekstistä. Kuvat tekstistä koottiin samaan valkotauluun ja myöhemmässä vaiheessa niitä analysoitiin yhdessä tai ryhmittäin. Ammattikoululaiselle toiminnan pitää olla tosi yksinkertaista, jotta sitä lähde-tään tekemään. Esimerkiksi jäsennellyn kalvoesityksen vaatiminen monelta ammattikou-lulaiselta vastaa parin kilometrin uintia Aurajoen vastavirtaan. Aika helposti matka jää kesken tai kokonaan tekemättä. Usein opettajat vierastavat kopiointia. Itse olen huomannut, että oikeiden sisältöjen kopioiminen ja liittäminen oikeaan asiayhteyteen on myös hyvin vaativa ja järkevä tehtävä ammattikoululaiselle.

Oppituntien pohjana oli usein opiskelijoiden tehdyistä töistä otetut valokuvat. Tarina saat-toi alkaa vain yhdestä tai kahdesta valkotaululle liitetystä kuvasta. Opetuksessa autoin keräämään esitystä yhdessä opiskelijan kanssa. Jaettuun valkotauluun pystyin itse liit-tämään helposti kuvan tai tekstiä, jolloin esiintyjän rooli helpottui. Varsinkin opiskelijoiden työelämäjaksoilla tehtyjä asennustöitä käsiteltiin kuvien avulla paljon. Opiskelijoiden töistä kertynyttä tietoa jaettiin etäopetusjaksolla paljon enemmän kuin koulussa pysty-tään käsittelemään.

Matemaattinen lähestymistapa on opiskelijoilla vaikeaa. Matematiikka taitaa monelle nuorelle olla synonyymi sanaparille ”hyvää yötä”. Sähkötekniikassa monimutkaisesta matematiikasta syntyy sellaisia käsitteitä kuin oikosulkuvirta tai jännitehäviö. Lähdin näitä käymään läpi piirisimulaattorin avulla. Aluksi kävin rakennetta läpi perinteisillä kom-ponenteista tehdyillä piirikaavioilla. Valitettavan monella opiskelijalla ei hahmotuskyky riittänyt tähän käsittelyyn, vaan keskusteluissa huomasin itse asian hukkuvan teknisiin yksityiskohtiin. Rakensin qucs-simulointiympäristöön oman kirjaston tätä tarkoitusta var-ten. Nyt saimme tehtyä piirikaavion, jossa oli vain kuva kaapelista. Kaapelin yhteydessä oli merkitty pituus, johtimien pinta-ala ja lämpötila. Näillä tiedoilla päästiin lähelle käytän-nön maailmaa ja opiskelijoiden kokemuksia asennustöistä. Kuvassa (Kuva 2) on esitetty pieni esimerkki valmiin kirjaston käytöstä opetuksessa. Vaikka yleensä vierastan simu-laattoreiden käyttöä opetuksessa, niin nyt etäopetuksessa tein poikkeuksen. Kuvan esi-merkki on täysin keksitty, mutta opiskelijoiden kanssa käytin lähtötietoina opiskelijoiden kotien sähköverkon rakennetta. Googlen katunäkymä antaa myös rajattomat mahdolli-suudet löytää käytännöllisiä esimerkkejä sähköverkon rakenteista eri paikoissa. Kanta-

verkon tutkiminen ei ole millään niin helppoa kuin Googlen satelliittikuvasta tai katunäkymästä. Tässä suhteessa maakaapelointi hävittää yhden hyvän tavan löytää opiskelijoille tutkittavaa materiaalia.



Kuva 2. Esimerkki oikosulkuvirran laskemisesta qucs-ohjelmistolle tehdyllä kaapelikirjastolla. Käyrät näyttävät oikosulkuvirran huippuarvon eri lämpötiloissa.

Kaapelikirjasto laskee siis johtimien resistanssit materiaalin, pituuden, poikkipinta-alan ja lämpötilan mukaan. Ohjelmalla opiskelijoiden voi antaa etsiä oikosulun vaikutuksia eri lämpötiloissa, vaikka normaalisti lämpötilan vaikutus resistanssiin on jo liian vaikea las-kutehtävä suurimmalle osalle opiskelijoista. Itse unohdan usein sen, että simulaattorin laskema tulos on kuitenkin matemaattisen mallinnoksen tulos. Simuloinnin tulos ei aina vastaa todellisen kytkennän toimintaa todellisessa maailmassa. Ammatillisen perusope-tuksen opiskelijoille esitettävät kytkennät ovat yleensä niin yksinkertaisia ja niiden toi-mintataajuudet ovat alhaiset, joten simuloinnin tulos vastaa todella hyvin todellisuutta. Tekemäni komponenttikirjasto yksinkertaistaa kaapeloinnin impedanssin pelkäksi resis-tanssiksi. Asia ei juurikaan vaikuta tuloksiin, joissa esimerkiksi todellisen lämpötilan vai-kutusta ei kuitenkaan pystytä täydellisesti simuloimaan. Tietoisen simuloinnin virheen vaikutusta olen pohtinut kappaleessa 3.5 sivulla 30. Saman ongelman koin hyvin vah-

vasti tämän kirjaston käytön yhteydessä. Periaatteessa yksinkertaistamisesta pitäisi kertoa opiskelijoille, mutta toisaalta se myös sekoittaa nuorten ajatusta liiaksi pois itse aiheesta. Valmiin oppimateriaalin käytössä ei kukaan juurikaan pohdi sen oikeellisuutta, vaikka sitä silloinkin pitäisi tehdä. Toinen tavallaan pahempi virhe oikosulkuvirtojen tutkimisessa tällä tavoin on se, että oikosulkuvirtaa mitataan oikeasti piirin kanssa sarjassa olevan virtamittarin kanssa. Aluksi lähdin ohjeistamaan tekemään mittauksen simulaattorissakin samalla tavalla kuin mittari tekee mittauksen. Siinähan verkosta mitataan kuormittamaton verkon tyhjäkäyntijännite ja tutkitaan pienen kuormavirran vaikutusta jännitteen alenemaan. Tästä olisi helppo laskea oikosulkuvirta ilman, että edes simulaattorissa oikeasti kulkisi suuri virta. Meni aika vaikeaksi. Tavallaanhan virtamittari tässäkin kytetään samoin kuin käyttöönottomittari oikeassa elämässä. Se sai itselleni riittävä ja todennäköisesti oppilaatkin ovat samaa mieltä. Oikeassa elämässä vaiheen ja nollan väliin kytketty virtamittari lähtisi autuaampiin mittaustehtäviin. Luotan siihen, että yksikään oppilaistani ei muista tätä virhekohtaa simulaatiotehtävissä.

Samalla simulaattorilla kävimme läpi jakelujärjestelmien paluuvirran hallintaa. Simulaattorilla piirtämällä voi tarkastella vaikka TN-C järjestelmän paluuvirran harhautumista vesiputkistoon tai vastaavaan johtavaan reittiin talon sisällä. Koskaan koulussa en ole näin paljoa aikaa voinut irrottaa näin teoreettiseen asiaan. Muutamat opiskelijat pääsivät keväällä todella hyvin jyvälle sähköverkon ominaisuuksista. Onneksi kesäloma tyhjensi nämäkin tiedon varastot aika hyvin, joten taas voidaan aloittaa alusta. Oppiminen on hidas prosessi ja toistoa vaaditaan paljon. Tämä tosiasia kannattaa jokaisen opettajan muistaa omassa työssään. Vaatimus eilen käsitellyn tiedon osaamisesta on oikeasti todella suuri. Tässä näkyy taas yksi ilmiö, jossa olen huomannut suuren eron nuorison ja aikuisopiskelijoiden välillä. Toki yksilöllisetkin erot ovat huomattavat.

Olen pohtinut, pitäisikö tätä simulaattorille luotua kirjastoa käyttää myös videoilla. Tulin tulokseen, että kirjaston käyttö soveltuu paremmin opiskelijoiden aktiiviseen toimintaan. Etäopetuksessa oli aikaa selvittää opiskelijoille kirjaston käyttöä ja mitä mikäkin piirros tarkoitti. Videolla pitäisi selvittää simuloinnin toiminta videon katsojille, joten olen päättänyt jättää tämän tekniikan pois videoiltani. Mikäli videoiden oheen tulee harjoitustöitä tai vastaavia, niin tekniikan käyttö on jälleen perusteltua. Suuri osa perustutkinnon opiskelijoista ei esimerkiksi hahmota, miten simulaattorin piirikaavio ja vaikkapa automaatiokytkennän piirikaavio eroavat toisistaan. Ensimmäinen on sähköteknisesti toimivan kytkennän kuvaus ja jälkimmäinen kuvaa oikeasti todellista fyysistä asennusta. Opiskelijat eivät

ymmärrä sitä, miksi simulaattoria ei voisi käyttää automaatiojärjestelmän piirikaavion piirtämiseen.

Etäopetusjaksolla oli myös mahdollisuus käydä läpi kiinteistöjen pienoisjännitejärjestelmien teoriaa. Yleiskaapelointi, antennijärjestelmät ja erilaiset ilmoitusjärjestelmät on keskeinen osa sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkintoa. Tekniikka on hyvin erilaista verrattuna sähkövoimatekniikkaan. Opiskelijoilta puuttuu ymmärrys tietoliikennekaapelin ja sähköjohdon eroista. Ominaisimpedanssi tai vaikka kulkuaikaviive on käsitteinä hyvin kaukana sähkötekniikan perusteista. Näitäkin pystyy käsittelemään simulaattorin avulla niin, että niistä voi jäädä joku muistijälki tulevaisuuden opintoja tukemaan. Käytännön elämässä asentajan tarvitsee vain tehdä liitokset huolellisesti ohjeiden mukaisesti, niin ominaisimpedanssit ja vastaavat tulevat automaattisesti huomioitua.

Tietoliikenteen peruskäsitteitä signaalista ja kohinasta pystyy opettamaan vaikkapa puhelimeen asennetulla signaaligeneraattorihjelmalla ja tietokoneeseen asennetulla audiokäyttöön tarkoitettulla spektrianalyysaattorilla. Molempia ohjelmistoja on saatavilla ilmaiseksi sovelluskaupoista. Äänen tuottava puhelin voidaan viedä lähemmäs ja kauemmas mikrofonista, jolloin signaalin voimakkuus tulee hyvin havainnollistettua. Mikrofonit tuottaa luontaisesti hyvän kohinatason, jota voi vielä lisätä vaikkapa rapistelemalla paperia mikrofonin ja signaalilähteen välissä. Signaalin ja kohinan suhteen demonstrointi on näin hyvin yksinkertaista. Kuulijat havaitsevat ilmiön vaikutuksen kuuntelemalla ja näkemällä samanaikaisesti. Etäopetuksen kuvan viivästyminen puheeseen verrattuna aiheuttaa häiriötä, mutta käyttämällä tarpeeksi pitkiä esimerkkiäänä ongelman vaikutus pienenee. Tämän etäoppitunnin tallenne on minulla käytössä signaalin ja kohinan käsitteiden opettamisessa silloin, kun tehdään käytännön antenniasennustöitä.

Käyttämäni tekniikat etäopetuksessa on sinällään samoja kuin videoiden tuottamisessa. Tärkeää on kuitenkin muistaa se, että etäopetus tai opetus yleensä ei voi olla pelkkien videoiden katselua. Etäopetuksessa tärkeintä oli opiskelijoiden henkilökohtainen ohjaus, eikä se toteudu pelkästään antamalla tehtäviä aamulla ja kertomalla vastaukset illalla. Videointi oli silti läsnä myös etäopetusjaksolla. Kokousohjelmat mahdollistavat opetuksen tallentamisen helposti. Esimerkiksi kaikki simulaattorin käyttöön liittyvät asiat tallensin luentotallenteeksi. Tällöin luennoilta poissa ollut opiskelija pystyi kirmamaan muut kiinni katsomalla videon ja tekemällä sen mukaan tehtäviä. Mielenkiintoinen havainto oli se, että tallennuksen käynnistyttyä kaikki keskustelu etätunnilla loppui kuin seinään.

Etäopetuksen ja videoinnin työkalut ovat siis samoja, mutta opetustekniikkana ne ovat kuitenkin valovuoden päässä toisistaan. Etäopetuksessa voi luokkaopetuksen tapaan perustella ilmiöiden syitä ja syntymistä. Virheitä voi tapahtua ja niihin pystyy reagoimaan ja niitä voi korjata. Opetus voi kehittää itse itseään. Opiskelijoilta saatu palaute vaikuttaa seuraavaan otettuun askeleeseen ja oppimisen prosessi ei ole ennalta määriteltä. Videoinnissa taas videota tehdessä pitäisi tiivistää kaikki perusteet äärimmäisen lyhyeen aikaan. Opetus on pilkottava muutamien minuuttien tiukkoihin paketteihin. Videossa on ennakoitava ja tunnettava opiskelijat ennakkoon. Palaute videosta tulee mahdollisesti kommenttien kautta tai katselumäärien tilastosta pitkällä viiveellä. Välitön reagointi on mahdotonta.

Muutamia etäopetuksen aikana tehtyjä videotallenteita on jäänyt käyttöön nyt lähiopeutukseen palaamisen jälkeen. Opiskelijat harjoittelevat paljon moottoriohjauskytkentöjä, jotka perustuvat usein Jukka Ahorannan kirjoista löytyviin piirikaavioihin. Tein etäopetuksen aikana käytetyimmistä kytkennöistä videot, joilla relekaavio käydään läpi vaihe vaiheelta. Muutin paperin staattisen kuvan animaatioksi hyvin alkeellisesti piirtämällä kuvan päälle tai leikkaamalla kuvasta palan ja siirtelemällä sitä näytöllä. Havainnollisuutta voi lisätä yllättävän yksinkertaisilla keinoilla. Tekijänoikeussyistä en ole näitä videoita julkaissut Youtubessa, vaan ne löytyvät ainoastaan koulun sisäiseltä videopalvelimelta.

Itse pidin etäopetuksesta, mutta rehellisyyden nimissä on sanottava, että se ei vaikuta parhaalta oppimistavalta ammattikoululaiselle. Keräsin palautetta etäopetusjakson päätteeksi ja ilokseni totesin, että myös suurin osa opiskelijoista piti etäopetuksesta ja valitsemistani tekniikoista. Sitä en tiedä, millä tunneilla joku vastaajista oli ollut, koska yhdessä palautteessa keuhuttiin hyviä vitsejä.

Kyselyn tilastollinen otos oli pieni, sillä kyselyyn vastasi vain 17 opiskelijaa. Ennen etäopetusta opiskelijoita pyrittiin siirtämään työpaikalla tapahtuvan oppimisen pariin. Opiskelijoita oli myös pienissä ryhmissä koululla tekemässä urakointitöitä rajatuilla alueilla. Näistä syistä vastausmäärä jäi pieneksi. Kaikki etäopetukseen osallistuneet vastasivat kyselyyn. Rasekon opiskelun vaihtelevuutta kuvaa hyvin se, että vastaajista vain kuusi oli sellaisia, jotka olivat mukana koko etäopetusjakson ajan. Muut joko tulivat työpaikoilta tai lähtivät työpaikalle opiskelemaan. Tässä näkyy numeroina se, miten suuri vaihtelu opiskelijoiden oppimisympäristöissä on Rasekossa. Vertailuna voisi käyttää vaikka tieto-

liikenteen peruskäsitteitä synkronisesta ja epäsynkronisesta tiedonsiirrosta. Synkronisessa tiedonsiirrosta kello lyö tahtia tiedonsiirron ajoittamiseksi. Kuulostaa ihan perinteiseltä koululta. Asynkronisessa tiedonsiirrosta tiedonsiirtoa tehdään silloin kun tietoa on siirrettäväksi ja vain tarpeeseen. Tiedonsiirrosta lähes kaikki tiedonsiirto on nykyisin asynkronista, koska se on selvästi kustannustehokkaampi tapa tiedon siirtämiseksi.

Yllättävää etäopetusjaksossa oli se, että teoria-asioiden oppimisen kannalta etäopetusta pidettiin parempana vaihtoehtona. 11 vastaajaa 17:stä oli sitä mieltä, että teoriaa oppi paremmin etäopinnoissa, kuin koulussa opiskelemalla. Yksi sanallinen palaute ehdotti jopa sitä, että koulun teoritunnit lopetettaisiin kokonaan ja kaikki teoria siirrettäisiin etäopetukseen jatkossakin. Minulle etäopetuksen käyttäminen jatkossakin sopisi ja kyselyn mukaan joku muukin on samaa mieltä. Työrauha oppitunneilla sai myös erityisesti kehuja. Uskoakseni kevään etäopetusjakson hyvä tulos johtui siitä, että toimintatapa tuli kaikille pakotettuna mallina. Mikäli sitä olisi ehdotettu oppilaille ilman koronapandemiaa, niin en usko, että se olisi toiminut niin hyvin kuin nyt. Pituudeltaan jakso oli aika äärimäinen. Jakson loppupuolella tekemällä oppimaan tottuneet opiskelijat olivat jo aika puutuneita. Kenties osasyys väsymykseen oli koko koronatilanteella, mutta myös etäopetus tekniikkana oli hyvin raskasta. Oman opetukseni kulmakivi oli se, että opiskelijat olivat tehneet paljon erilaisia asennustöitä. Näiden tehtyjen töiden läpikäynti oli suuri osa etäopintoja.

En lähtisi itse vertailemaan esimerkiksi ykkösluokan opiskelijoiden ja omien opiskelijoideni saavutuksia, sillä lähtötilanne oli täysin erilainen. Tilanne oli myös monelle opettajalle hyvin vieras ja tunne asian vieraudesta välittyy varmasti opiskelijoille. Se on itsessään selvää, että kenestäkään ei tule sähköasentajaa pelkästään etäopetuksen tai videoiden avulla.

3.4 Etäopetuksen jälkeen

Syksyllä 2020 sain Rasekon organisaatiosta tukea omalle työlleni. Etäopetusjakso oli omiaan havahduttamaan myös oppilaitoksen johtajat kehitystarpeesta. Ajatukseni on kehittää oppimateriaalia ja oppimateriaalin kerääminen ja kehittäminen ajatellaan helposti osaksi opettajan normaalia opetustyötä. Nykyisin tätä työtä kutsutaan sitomattomaksi työksi ja sitä ammatillisen koulutuksen opettajalle annetaan hieman vaihteleva määrä

riippuen alasta ja koulutustaustasta. Ennen nykyistä palkkajärjestelmää puhuttiin opetusvelvollisuuteen kuuluvasta työajasta. Silloin jokaista pidettyä oppituntia kohden oli puolen tunnin resurssi oppitunnin valmisteluun. Nykyisin ei siis ole kuin erilaisiin tehtäviin määritettyä sidottua työaika ja sen lisäksi tietty prosenttiosuus sitomatonta työaika. Sitomattomaan työaikaan kuuluu oppituntien valmistelut jne. Työnantajan ajatus on siis ymmärrettävästi se, että opetusmateriaalin valmistelu kuuluu nimenomaan tähän sitomattomaan työaikaan. Siitä ei siis makseta ylimääräistä palkkiota. Ketään ei velvoiteta materiaalin tuottamiseen, eikä sitä tekevälle yleensä myöskään makseta. Lähdin esittämään koulumme johtavalle rehtorille Maria Taipaleelle mahdollisuutta hakea opintovapaata opintojen loppuun saattamiseen. Hän tarjosi opintovapaan sijasta mahdollisuutta tehdä loput tutkimuksestani työajalla. Tässä kohdassa esitän suuret kiitokset tästä mahdollisuudesta. Todennäköisesti en olisi valmistunut ajoissa ilman tätä tilaisuutta.

Lähdimme yhdessä pienen työryhmän kanssa miettimään, mitä tuloksia työni antaisi Rasekon opetukseen. Pääajatus oli lähteä kehittämään videosisältöä niille opiskelijoille, joiden urasuunnitelmassa on tavoitteena jatkaa opiskelua ammattikorkeakouluun. Nämä jatkajan polun valinnan tehneiden opiskelijoiden ammatilliset valinnaiset sisällöt ovat olleet muutamia vuosia jo hieman huonosti määriteltyjä. Ainakaan sellaisia sisältöjä ei ole voitu tarjota, joista olisi selkeää hyötyä jatko-opinnoissa. Suunnittelupalaverissa minulta kysyttiin, paljonko aikaa näiden videoiden tekemiseen kuluisi aikaa. En osannut siihen vastata. Tämän kysymyksen vastauksen selvittämisestä tuli yksi keskeisimpiä tutkimukseni tuloksista. Siitä kirjoitan kappaleessa 4 (Rahan näkökulma sivulla 33).

Tärkeä tulos tutkimukselleni on myös kappaleen 5, Työkalupakin sisältö (sivulla 42). Tuotetun materiaalin tekijänoikeuksista kirjoitan kappaleessa 6 (sivulla 56). Tekijänoikeudet on tutkimuksen keskiössä, sillä materiaalin käyttö muiden kuin materiaalin tekijöiden antamassa opetuksessa on suojattu tekijänoikeuksin. Pääsääntöisesti tekijällä tai tekijöillä on tekijänoikeudet omiin oppimateriaaleihin. Asia ei kuitenkaan ole aivan yksikäsitteinen.

Tutkimuksen kulkua kuvaava narratiivinen osuus loppuu tähän. Seuraavat kappaleet liittyvät tarinaan ja kehystävät sitä. Ne ovat kuitenkin koko tutkimuksen ajan mukana olleita teemoja, joten niitä ei voi sijoittaa tutkimuksen aikajanelle.

3.5 Olenko oikeassa?

Opettajat ovat virheettömiä. Ainakin osa opettajista luulee näin. Oikeasti kaikki opettajat ovat kokeneet opetustilanteessa sen hetken, jossa pitää vain myöntää, että opetti jonkin asian väärin. Terveellä itsetunnolla varustettu opettaja kääntää tilanteen voitoksi ja kehuu virheen havainnutta opiskelijaa ja nostaa hänet keskiöön. Kaikki tekevät virheitä. Osa meistä myöntää virheensä, osa kehittää suojakseen erilaisia henkisiä turvarakenteita, joiden takaa voi aina syyttää virheitä muiden syyksi. Luokkatilanteessa opettajan virheestä seuraa parhaimmillaan loistava interaktiivinen opetustilanne, jossa kaikki opiskelijat ovat voittajia. Tilanne havahduttaa kuulijat ja antaa hyvän keskeytyksen oppitunnin normaaleihin rutiineihin.

Virheitä siis tapahtuu opetuksessakin. Voiko samantyyppistä virhettä alkaa selittelemään videolla? Mielestäni videon sisällön pitää olla enemmän oikeassa, kuin opettaja oppitunilla. Videolla olevat virheet korostuvat silloin, jos video on julkisesti jaettuna. Virheellistä asiaa videolla ei pysty korjaamaan seuraavalla videolla, koska kukaan ei takaa katsojan jatkavan seuraavankin videon katsomista. Vertaa vaikkapa sitä, miten hyvin ihmiset lukevat seuraavan päivän lehdestä pienellä kirjoitetut vanhojen uutisten oikaisut. Pelkoni on, että videolta saatu väärä tieto jää helposti kummittelemaan opiskelijoille oikeana tietona. Oletan myös, että mitä lähempänä omaa organisaatiota videon tekijä on, sitä luotettavampana sen sisältöä pidetään. Mikäli videoiden suunnitteluun saadaan mukaan suurempi määrä asiantuntijoita, niin virheiden todennäköisyys laskee.

Mikä tieto on virheellistä ja mikä on yksinkertaistettua? Opettajan tehtävänä on usein kertoa asiat yksinkertaisemmin, kuin ne todellisuudessa ovat. Videolla tehdyssä opetuksessa pitää aina miettiä, mikä on sopiva yksinkertaistamisen taso. Milloin yksinkertaistaminen muuttuu virheeksi? Sähköopin esimerkkitehtävissä johtoa käsitellään ideaalisena ja häviöttömänä. Miten opiskelijoiden pitäisi ikään kuin automaattisesti ymmärtää, ettei asia ole näin todellisuudessa?

Nopeasti ajateltuna sähköalan laskennassa ei pitäisi olla epäselvyyksiä. Asiat perustuvat fysiikkaan ja se ajatellaan hyvin yksiselitteiseksi. Sähköala on kuitenkin täynnä standardeja ja sovittuja tapoja tehdä joku tietty asia. Esimerkiksi omakotitalon sähkönkulutus on

monen mitoitustehtävän pohjana. Laskennan lähtöarvot ovat tilastollisesti tutkittuja keskimääräisiä arvoja. Todellinen omakotitalon sähkönkulutus määräytyy tietenkin talon asujan käyttäytymisestä. Mikäli videolla kerrotaisiin kaikki ilmiön lähtökohdat ja huomioitaisiin kaikki mahdolliset ilmiöön vaikuttavat seikat, niin videoista tulisi liian laajoja ja vaikeatajuisia ammatillisen perustutkinnon suorittajan käyttöön. Sama ongelma on esimerkiksi ST-kortiston käyttämisestä perustutkinnon suorittajan opetuksessa.

Esimerkki tällaisesta turhasta monimutkaisuudesta on vaikkapa ST-kortiston käyttämä laskukaava yksivaiheisen oikosulkuvirran laskemiseksi:

$$I_k = (c \times U) / (\sqrt{3} \times Z)$$

Kaava on tuttu vaikkapa D1-käsikirjasta tai ST-kortiston johdon mitoituksesta kertovista ohjeista. Ammatillisen perustutkinnon suorittajan on ihan mahdollista ymmärtää kaavan sisältö, mutta tässä muodossa se on tehty turhan hankalaksi. Kaavan pääjännite U on normaalissa sähköverkossa 400 voltia. Pääjännitteestä johdetaan vaihejännite $400 \text{ V} / \sqrt{3} \approx 230 \text{ V}$. Silmukan impedanssin käsitettä on st-kortiston kaavoissa joka tapauksessa yksinkertaistettu. Impedansseja ei voi laskea aritmeettisesti yhteen, joten voitaisiin kutakuinkin samalla yksinkertaistuksen tasolla puhua silmukan resistanssista. Kaavassa kerroin c on aina vakio 0,95. Yksinkertaistettuna perustutkinnon suorittajalle kaava voidaan esittää muodossa:

$$I_k = 230 \text{ V} / R_s$$

Kaavassa R_s on siis silmukan resistanssi. Kaavalla saatua oikosulkuvirran arvoa vähennetään lopuksi viidellä prosentilla, jotta liitosten aiheuttama resistanssi tulisi laskennassa huomioitua (kerroin c).

Oikean tiedon syvyyden löytäminen videoihin on haasteellista. Yksi ratkaisu voisi olla eri tasoihin jaotellut sisällöt. Tasokurssi-tyyppiset ajattelumallit eivät kuitenkaan nauti suurta suosiota nykyisessä koulutusjärjestelmässämme. Eriyttämisellä tarkoitetaan yleensä vain erityistä tukea tarvitsevien opiskelijoiden selvästi yksinkertaistetun materiaalin käyttämistä. Tässä yhteydessä myös oppimisen tavoitteita pienennetään, eli opiskelijan henkilökohtaista tavoitetta mukautetaan. Sähköalalla en katso tällaista mukauttamista kovinkaan hyväksi. Usein tätä ehdottavilta kysyn, haluaisiko hän omaan kotiinsa mukautetun

sähköasentajan tekemään asennustöitä. Tämä kysymys usein herättää siihen, että ehkä mukauttamista ei kaikille aloille voi sallia. Pitäisikö myös luokan huippuopiskelija eriyttää ja sallia hänelle vaativampi opiskelusisältö? Nykyisen ajattelun mukaan huippuopiskelija voi valmistua ennen muita, mutta parempi tai laadukkaampi opetus huipuille ei nauti opetushallituksen suojelusta. Omasta mielestäni myös huippuihin kannattaisi satsata.

Julkisessa levityksessä oleva materiaali joutuu monien eri tasoisten katsojien tutkittavaksi. Mikäli videoissa esitetään yksinkertaistuksia tai video ei muuten ole täydellinen, niin sen huomaa videon saamista kommenteista. Toisaalta julkisesti katseltavana oleva video tulee myös monipuolisesti tarkistettua. Videoiden kohdentaminen vain omille opiskelijoille ratkaisee osan tästä oikeassa olemisen problematiikasta. Julkisessa jaossa olevissa videoissa voisi toimia videon alkuun sijoitettu tiedote siitä, minkä tasoiselle katsojalle video on suunnattu.

3.6 Amk-maailman näkemys

Lähtiessäni suunnittelemaan tutkimustani, lähdin samalla miettimään, miten saan palautetta ammattikorkeakoulun taholta. Pidin tärkeänä sitä, että työn vastaanottavassa ammattikorkeakoulussa on nimenomaan sähköalan substanssiosaamista. Esittelin tekniikoita tarkemmin opintoihini kuuluvissa seminaaritöissä. Loin Geogebraa mallin esimerkiksi kolmivaihemoottorin pyörivästä magneettikentästä ja harmonisten säröjen esittämisestä pyörivän osoitinpiirroksen avulla. Osoitinpiirroksessa harmoniset särökomponentit esitettiin nopeammin pyörivinä osoitinkomponentteina perustaajuuden vektori-nuolen päässä.

Ammattikorkeakoulussa on tietenkin käytetty erilaisia laskentaohjelmistoja jo ikuisuuden. Itse olen valmistunut ammattikorkeakoulussa insinööriksi vuonna 1999. Omissa opinnoissani oli simulaattorit ja erilaiset matematiikan laskentaohjelmat jo vahvasti mukana. Näiden ohjelmien käyttötarkoitus on ollut ratkaista jokin ongelma ja olla vaikkapa elektroniikkasuunnittelijan apuna tuotekehityksessä. Opetusta ja asioiden havainnollistamiseen käytettyjä ohjelmistoja ei silloin yli 20 vuotta sitten juurikaan ollut käytössä. Uskoisin, että tilanne ammattikorkeakoulussakin nojaa samaan periaatteeseen kuin muissakin koulutusasteissa. Mikäli opettajalla on itsellään kiinnostusta monipuoliseen opettamiseen, niin hän etsii siihen sopivia työkaluja.

Seminaaritöistäni sain kiitettävät arvosanat, joten niiltä osin palaute oli erittäin positiivinen. Mietin pitkään, mikä olisi helpoin tapa antaa ammattikorkeakoulun opettajalle jotain, jota hän voisi soveltaa omassa opetuksessaan. Päädyin lopulta Geogebra-avulla toteutettuihin videoihin, joissa ei ole lainkaan ääntä. Ne on tarkoitettu havainnollistamaan harmonisten säröjen ilmiötä normaalilla oppitunnilla. Opettaja saa itse sanoittaa ne, mutta matemaattisesti ilmiö on esitetty liikkuvana ja paperia elävämpänä versiona. Valitettavasti en tähän tutkimukseen ehtinyt tekemään vaikuttavuustutkimusta näistä videoista. Itseäni kiinnostaisi erittäin paljon tehdä videoita myös ammattikorkeakoulun matemaattisesti haastavampiin opetustehtäviin. Rehellisesti sanottuna ammatillisen perustutkimuksen teoreettisen tiedon määrä on aika pintapuolinen ja ihmisen olisi hyvä haastaa itseään.

4 Rahan näkökulma

Raha pyörittää maailmaa, eikä ilmaisia lounaita ole. Opetusmateriaalin tekeminen on oikeasti työtä. Olen tehnyt harrastuspohjalta useita eri videoita, mutta mitä enemmän niitä tekee, sitä enemmän niiden tekeminen alkaa vaikuttaa todelliselta työltä.

Todellinen työ taas on sitä mitä työntekijä myy työnantajalleen. Usein tässä yhtälössä unohtuu se, että tehty työ pitäisi myös tuottaa työnantajalle. Riittävä tuotto on ehto, jotta työnantajan kannattaa maksaa työstä.

Oppilaitosten yhteydessä joudutaan usein pohtimaan sitä, kuka tai mikä onkaan se todellinen oppilaitoksen asiakas. Asiakkuusteeman keskiössä on tietenkin opiskelija, mutta usein asiakkaaksi mielletään myös yritysmaailma. Mikäli asiakkuuden lähtökohdaksi otetaan se, kuka leikin maksaa, niin myös valtio muuttuu oppilaitoksen asiakkaaksi. Asiakkaana on siis myös veronmaksaja.

Asiakkuutta on syytä pohtia oppimateriaalin tuottamisessa siksi, että varsinkin julkisessa jakelussa ilmaiseksi olevan materiaalin hyötyjä ei välttämättä ole vain oppilaitoksen omat opiskelijat, vaan kaikki, jotka materiaaliin pääsevät käsiksi ja jotka sitä pystyvät hyödyntämään. Tätä näkökulmaa ajatellen hankkeina rahoitettavat oppimateriaaliprojektit tuntuvat varsin järkeviltä. Valtion maksajana pitäisi pystyä hankkeissa vaatimaan myös laadua.

4.1 Paljonko resursseja videointi todellisuudessa vaatii?

Syyskuun alussa 2020 kävin oppilaitoksemme johtavan rehtorin Maria Taipaleen kanssa palaveria. Palaverin tarkoituksena oli määrittää resursseja minun opinnäytetyöhöni. En osannut vastata kysymyksiin. Sovimme tuntiresursseista ja sen, että työn aikana valmis-tuneet materiaalit kohdistuisivat jatkajan polun paikallisen tutkinnonosan oppimateriaalin kehittämiseen.

En pystynyt vastaamaan kysymykseen, jonka tajusin olevan tärkeä opinnäytetyön kan-nalta ja organisaation kannalta kaikkein tärkein. Mitä tämä leikki maksaa? Koetan löytää kysymykseen mahdollisimman täydellisen ja monipuolisen vastauksen.

Opetusvideon voi koostaa hyvin nopeasti ja pienellä vaivalla. Esimerkiksi kevään 2020 korona-pandemian aikana pidettyjen etäopetustuntien tallenteita hyödynnän edelleen päivittäisessä opetuksessa. Tällainen videomateriaali ei sovellu julkisesti jaettavaksi, eikä sen tekninen laatu ole kovinkaan hyvä. Luentojen tallentaminen tavalla tai toisella on hyvä tapa tuottaa opiskelijoilla muistiinpanot käydystä opetuksesta. Se toimii myös hyvänä tukimuotona niille, jotka ovat olleet poissa alkuperäisestä opetustapahtumasta. Videona se ei kuitenkaan toimi. Itse asiassa omasta mielestäni se ei toimi myöskään kovinkaan hyvänä oppituntina. Opiskelijoiden vähäinenkin aktiivisuus häviää oppitunnilta heti, kun tunnista aletaan tekemään tallennetta.

Olen tehnyt kuvaamalla lyhyitä vaikkapa jotain tiettyä lyhyttä asennustyötä koskevan oh-jevideon. Kuvaus tehdään yhdellä otolla ja mikäli mikrofoni on hyvä, niin video myös äänitetään samalla kerralla. Lisäksi näihin vaaditaan lyhyt editointi ja julkaisutyö kuvaa-misen lisäksi. Kokonaistyöaika tämäntyyppisessä videossa olisi noin 1-2 tuntia.

Aloitin jatkajan polun opintokokonaisuuden videoinnit tekemällä nopealla aikataululla neljä aiheeseen kuuluvaa videota. Tähän kului aikaa noin neljä työpäivää. Tein videot tarkoituksella nopeasti sen suuremmin miettimättä niiden kokonaisilmettä. Nämä videot ovat siis suunniteltu, kuvattu, äänitetty ja editoitu heti raakamateriaalin tekemisen jäl-keen.

Erittäin tärkeä resursoinnin näkökulma videoissa on laatu. Edellisessä kappaleessa kuvatuista videoista kaksi osoittautui käyttökelvottomiksi, sillä niistä tuli jopa tekijänsä mielestä niin pitkästyttäviä, ettei kukaan katsoisi niitä. Kurssin ensimmäisillä videoilla on suuri merkitys myös siihen, miten videoita katsotaan myöhemmin. Hyvät aloitusvideot voivat pitää kiinnostuksen yllä ja opiskelija katsoo myös seuraavan videon, vaikka se olisikin hieman tylsempi. Mikäli ajatellaan opiskelijalle suunnattua kokonaisrakennetta, niin ainakin joka toisen videon pitäisi olla videona hyvä. Eihän kukaan jaksa pitkästyttäviä luentojakaan aina. Yhden vähän tylsemmän kuitenkin kestää, mikäli kokonaisuus on mielenkiintoinen.

Tein yhden näistä edellä mainituista videoista kokonaan uudelleen. Pelkästään sen tekemiseen meni kolme työpäivää. Käytin rakenteena Vähän parempi video (J. Ailio, 2015) -oppaan tarjoamaa mallia. Rakensin käsikirjoituksen etukäteen vaiheittain oppaan mukaisesti. Videosta tuli selvästi aiempaa versiota parempi, mutta myös siis kalliimpi.

Vektorilaskennasta tein myös toisen videon, joka ei sisällä edellisen esimerkin tapaan johdantoa. Videolla esitetty laskenta on aavistuksen monimutkaisempaa, kuin ensimmäisessä videossa. Tämän videon tekniikkana oli geogebralla tehty konstruktio (ks. kappale 5.3.2 sivulla 47), joka paljastuu ja selitetään videolla askel kerrallaan. Konstruktion ja siis koko videon sisällön tekemiseen meni viisi tuntia ja tallentamiseen ja äänittämiseen noin 2 tuntia. Editointi oli vain tämän tallenteen leikkaamista ja turhien viiveiden poistoa jne. Editointi vei aikaa tunnin.

Seuraavissa kappaleissa yritän hahmottaa jonkinlaista pohjaa resurssitarpeen laskentaa varten. Seuraaviin kappaleisiin olen koonnut esimerkkejä teknisessä mielessä erilaisista videototeutuksista. Tarkoitus on saada pohja videointityön resurssilaskentaan.

4.1.1 Esimerkkivideo A– Ryhmäjohton käyttöönottomittaukset

Pistorasiaryhmän käyttöönottomittaukset -video on julkaistu Youtubessa 30.8.2019. Kuvasin videon omalla asiakastyömaallani. Asiakas lupasi antaa kuvaamiselle rauhan ja minä lupasin tehdä videolla näkyvän työn ilman kustannuksia asiakkaalle. Sähkökeskuksen kuvaus talon eteisessä on tehty kolmella kiinteästi paikoillaan olevalla kameralla.

Ryhmäjohtoon toisen pään kuvaukset on tehty kiinteästi jalustalla olevalla kameralla. Kuvaukset on tehty käytännössä kahteen kertaan, sillä ensimmäisen kuvauspäivän tulokset näyttivät editointivaiheessa käyttökelvottomilta. Puhuminen ja tekeminen samanaikaisesti ei toiminut, vaan puhumisen vuoksi tekemisestä tuli hyvin verkaista ja vaivalloista. Videon aihe oli uuden ryhmäjohtoon liittämisen keskusteluun. En pystynyt hyödyntämään ensimmäisen päivän kuvattua materiaalia lainkaan, koska kyseinen aiemman kuvauksen ryhmäjohto oli jo liitetty sähkökeskukseen.

Lopullinen video on siis koostettu kuvattua materiaalista ja siihen jälkikäteen äänitetystä puheesta. Tulosten tarkasteluosuus on tehty ruudunkaappausvideona

Videon kesto on noin kahdeksan minuuttia ja tekemiseen meni 40 tuntia. Tähän tuntimäärään ei sisälly ensimmäisen kierroksen epäonnistuneita kuvauksia. Niihin kului käytännössä yksi päivä kuvaukseen ja toinen päivä editointiin, jonka aikana totesin materiaalin mahdottomaksi tarkoitettuun käyttöön. Katsomiskertoja tällä videolla on noin 1000 ja puolet katsojista on katsonut videon sen puoliväliin saakka. Tekninen mittaustapahtuma ja ohjeistus loppuu suurin piirtein videon keskivaiheilla, joten tekemistä kuvaava osuus on selvästi tulosten käsittelyä suositumpi osuus videosta.

4.1.2 Esimerkkivideo B – Vektorilaskennan perusteet

Vektorilaskennan perusteet -videon tein myös kahteen kertaan. Ensimmäinen versio tuli tehtyä nopeasti yhdessä päivässä. Parempi versio oli ensimmäinen, jossa koetin jotenkin hakea ”draaman kaarta”. Yritin jakaa videon Vähän parempi video -oppaan ohjeen mukaan alkusysäykseen, esittelyyn, syventämiseen, kiihdytykseen, ratkaisuun ja häivytykseen (J. Ailio 2006).

Aikaa videon tekemiseen meni noin 25 tuntia. Alkusysäykseen halusin myös tylsyyden voittamiseksi liikkuvaa esimerkkikuvaa vektoreista. Moottorin magneettikenttää kuvaavan pyörimiskuvaajan olen tehnyt aiemmin, mutta heittoliikkeen vektoriliikkeen tekemiseen meni noin puoli päivää. Puoli päivää siis siihen, että videon alussa olisi jotain liikkuvaa katsojan mielenkiinnon herättämiseksi.

4.1.3 Esimerkkivideo C – Vektorilaskennan komponentit

Toinen tekemäni vektorilaskennan video oli esimerkki kolmivaiheisten virtojen komponenttimuotoisesta yhteenlaskusta. Kaikki laskentaan käytettävä matematiikka on periaatteessa peruskoulussa opetettua. Uutta on lähinnä matematiikan soveltaminen vektorien laskentaan. Tässä videossa käydään lähinnä yksi tehtävä läpi ilman sen suurempaa käsikirjoitusta. Matemaattisen rakenteen rakentaminen Geogebra-ohjelmalla vei aikaa noin 4-5 tuntia ja videon koostaminen, äänitys ja editointi noin kolme tuntia. Yhteensä videon tekemiseen kului aikaa 8 tuntia. Tämän videon matemaattisessa rakenteessa oli yhteensä 117 erillistä tapahtumaa.

4.1.4 Esimerkkivideo D – RJ-45 liittimen asennus

RJ-45-liitin on puristettava 8-nastainen liitin. Liitintä voidaan kutsua myös ethernet-liittimeksi. Yleensä uros rj-45-liitin ostetaan valmiiksi asennettuna kaapeliin. Yleiskaapeloinnissa urosliittimet on vain kytkentäkaapeleiden päissä ja kytkentäkaapelit ostetaan valmiina. Valvontakameroiden asennustöissä uros-liitin asennetaan kuitenkin itse kaapelin päähän. Asennukset tehdään usein korkealla telineillä, jonne on vaikea mennä opastamaan liitoksen tekemistä. Olen käyttänyt opasvideota, jossa esittelen liitoksen tekemisen. Opiskelijat voivat valvontakamera-asennuksia tehdessään katsoa videon puhelimestaan. Videon pituus on 6,5 minuuttia ja sen tekemiseen kului aikaa noin 3 tuntia. Tämä video on hyvä esimerkki selkeän pienen yksittäisen työn opastamiseksi videolla.

Videosta puuttuu draaman rakenne. Siinä ei johdatella tai perustella mitään. Se on vain kuvaus tekemisestä. En julkaisisi tällaista videota julkiseen levitykseen, mutta pienessä mittakaavassa se täyttää tarpeen hyvin.

4.1.5 Esimerkkivideo E – Matematiikan tehtävät

Yksinkertaisen matemaattisen laskun ratkaisun videointi ei ole kovinkaan suuri tehtävä. Se onnistuu helposti kynällä varustetulla tietokoneella tai tabletilla sekä ruudunkaappausohjelmalla. Tämän esimerkin tehtävä on yksi kahdestatoista videosta, jotka tein opetusmateriaaliksi vuonna 2018. Kaikki 12 vastaavaa videota on tehty, editoitu ja julkaistu muutaman päivän sisällä. Tämä on oman kokemukseni mukaan kaikkein helpoin

videolle siirrettävä opetusmateriaali. Mikäli videon jakelu on kohdennettu vain omille opiskelijoille, niin myöskään äänityksen laatuun yms. seikkoihin ei tarvitse niin paljoa kiinnittää huomiota. Mikäli lasku voidaan tehdä yhdellä kerralla samalle ”paperille”, niin tämän tyyppisestä videosta ei tule juurikaan editoitavaa. Mikäli videon tallennushetkellä tulee virheitä, niin editointi tarkoittaa vain pätkän leikkaamista pois. Mikäli videolla esitettävä lasku on peräisin oppikirjasta, niin videota ei tekijänoikeussyistä voi jakaa yleisellä kanavalla. Videon kesto on 8,5 minuuttia ja tekemiseen kulutettu aika 3 tuntia.

4.1.6 Esimerkkivideo F – Sarjaresonanssiipiiri

Sarjaresonanssista tehty video on toteutettu kynällä ja piirto-ohjelmalla. Siinä käydään matemaattisesti läpi sarjaan kytketyn RLC-piirin resonanssi-ilmiö. Reaktanssien matemaattista riippuvuutta taajuudesta on kuvattu Geogebrailla tehdyllä kuvaajalla. Tämän videon tekemiseen kulunut aika on noin 10 tuntia ja videon pituus on noin 8,5 minuuttia. Video on tallennettu ja äänitetty samalla tallennuskerralla ja editointi tarkoittaa käytännössä odotuskohtien leikkaamista pois. Matemaattisten kaavojen esittäminen käsin piirtämällä on selkeästi nopein tapa tuottaa video aiheesta. Käsinpiirto on sopivassa määrässä käytettynä tehokeino, mutta pitkään jatkuessaan se on hyvin puuduttavaa katsottavaa. Omaan käsialaan pitäisi myös kiinnittää huomiota.

4.1.7 Esimerkkivideo G – Eristysresistanssin mitta

Eristysresistanssin käsite on vieras opiskelijoille. Hankalaksi asian tekee se, että harjoituksissa tehdyissä asennustöissä ei koskaan esiinny viallista mittaustulosta. Työsa-leissa harjoitellaan asennuksia kliinisissä olosuhteissa, jolloin tahattomia maadoitusvikoja ei juurikaan synny. Videolla käydään läpi kosteuden vaikutusta sähköasennusten mittauksiin. Tyypillisiä vikoja on myös kaapeleihin vahingossa osuneet naulat jne. Tämä video on kuvattu työpöydällä hyvässä valaistuksessa kiinteällä kameralla. Kaikki mitatut ja esitetyt tapahtumat ovat siis keinotekoisia, mutta todellisuutta vastaavia. Kuvaus ja äänitys on tehty eri kerroilla ja käsikirjoituksessa on haettu draamallista kerrontaa. Tämän videon tekemiseen kului aikaa 30 tuntia.

4.1.8 Esimerkkivideo H – Oikosulkuvirran muodostuminen jakeluverkossa

Jakeluverkon rakenne on opiskelijoilla usein aika tuntematon käsite. Sähköasennusten toimivan vikasuojauksen vuoksi jakeluverkon rakenteen perusteet on kuitenkin tunnettava. Tällä videolla on pyritty tekemään tätä asiaa tunnetuksi kuvaamalla todellista maastossa näkyvää sähkönjakeluverkkoa. Olen suunnitellut tätä videota kevästä 2020 saakka ja silloin tein myös ensimmäiset kuvaukset aiheesta. Verkoston kuvaukset on tehty julkisilla paikoilla ilman verkkoyhtiöltä kysyttyä lupaa. Teknisesti videolla näkyy siis vain sellaista, jonka kuka tahansa maastossa liikkuva näkisi. Kuvan taulukot ja piirretyt kaavat on toteutettu aikaisemmista esimerkkivideoista tutuilla tekniikoilla. Tässä videossa on käytetty yksityiskohtana liikkuvan kuvan päälle piirtyvää korostusta. Tällaisen yksityiskohdan lisääminen yksittäiseen liikkuvaan videoklippiin tuo helposti tunnin lisää editointiaikaan.

Tämän videon tekemiseen on siis käytetty aika paljon suunnittelu- ja harjoittelu-aikaa. Mikäli tätä harjoittelu-aikaa ei oteta huomioon, niin tämän videon tekemiseen on kulunut aikaa 50 tuntia.

4.2 Jatkajan polku – ammatillisten opintojen paikallinen opintokokonaisuus

Videoinnin kustannustarkastelu on vaikeaa. Etukäteen on mahdotonta valmistautua kaikkiin kustannustekijöihin. Taulukossa (Taulukko 1) on jatkajan polun kurssin videoiden tekemiseen tarvittava työresurssit laskettu aikaisemmin esitettyjen tyyppivideoiden avulla. Laskettu työmäärä tarkoittaa arvioitua videoiden tekemiseen kuluvaan aikaa. Näin suuren kokonaisuuden tekemiseen kuluu väkisin vielä lisää aikaa. Arvioitu työmäärä ei sisällä esimerkiksi videoiden alkutekstejä tai varsinkaan saavutettavuusdirektiivin vaatimia tekstitystoimia. Kurssi ei myöskään toimi pelkillä videoilla, vaan siihen pitää luoda kehysrakenne, joka kertoo opiskelijalle missä järjestyksessä asioita kannattaa opetella.

Opiskelu ei voi olla pelkästään videoiden katselua, vaan siihen pitää sisältyä opiskelijan omaa tekemistä. Myös nämä videoiden oheisrakenteet pitää tehdä, jotta kurssista voisi saada ehjän kokonaisuuden. Mikäli oppimista tuetaan tehtävillä, niin myös niiden tehtävien ratkaisut kannattaisi tehdä videoiksi.

Koko kurssin sisällön muuttaminen videoiksi ja verkkosisällöiksi tarkoittaisi käytännössä lähes vuoden työmäärää opettajalle. Mikäli näin suureen panostukseen lähdetään, pitää pohja-ajatuksen olla hyvin kirkas ja selkeä. Esimerkiksi jatkajan polun opintoihin on kaavailtu opiskelijoiden osallistumista eri ammattikorkeakoulujen avoimiin opintojaksoihin. Jatkajan polun opiskelijalle tämä voi olla hyödyllisempi suunta verrattuna nyt käsiteltyyn suunnitelmaan.

Mikäli suureen työmäärään päädyttäisiin, niin tuotetun sisällön pitäisi mielestäni palvella mahdollisimman suurta yleisöä omassa organisaatiossa. Kurssi, jota lähtökohtaisesti suorittaa vain 10-15 prosenttia sähköalan opiskelijoista ei välttämättä tätä kriteeriä täytä.

Taulukko 1. Kustannusten kertyminen, mikäli huomioidaan vain videon tekemiseen käytetty aika.

Videon aihe	tyyppivideo	tuntiresurssi
Vaihtosähkötekniikka		
Vaihesiirto, osoitinpiirros ja siniaalto	B	25
Kirchoffin lait vaihtosähköllä	B	25
tehollisarvo	F	10
lineaariset perusilmiöt - R, C, L, Z	H	50
<i>impedanssin laskeminen:</i>		
L-R-piiri	F	10
L-C-piiri	F	10
sarjaresonanssi	tehty	
rinnakkaisresonanssi	F	10
Vaihtosähkön teho:	H	50
Kolmivaiheinen vaihtosähkö		
tähtikytkentä	B	25
kolmiokytkentä	B	25
vaihesiirto kolmivaihejärjestelmässä	B	25
teho kolmivaihejärjestelmässä	H	50
Matematiikkaa		
vektorilaskennan perusteet	tehty	
vektori yksikköympyrässä	B	25
siniaaltojen summaaminen	B	25
sähköverkot		
<i>oikosulkuvirta</i>		
verkon oikosulkuvirta	tehty	
simuloitu mallitehtävä	B	25
liittymän oikosulkuvirta	B	25
sähköverkon topologiat ja paluuvirran hallinta	H	50
Tietoliikenteen peruskäsitteet		
sähkökaapelin ja tietoliikennekaapeloinnin erot		
- aaltoimpedanssi		
- sovitin		
- eteneminen	G	30
signaalin käsite:		
-informaatio		
-spektri		
-modulaatio		
-kohina	G	30
<i>digitaalisen tiedonsiirron perusteet</i>		
binäärimatematiikan perusteet	F	10
kehys ja protokollat	B	25
tietoverkkojen perusteet	H	50
optinen tiedonsiirto	H	50
Tulevaisuutta ja nykyisyyttä		
Tekoälyn käsite	H	50
IoT-maailma	H	50
yhteensä tämä suunnitelma		760

Videot eivät korvaa opettajan antamaa opetusta. Videot ovat lyhyitä ja niiden lisäksi tarvitaan aina henkilökohtaista ohjausta. Mikäli ihminen on omatoiminen ja kiinnostunut aiheesta, niin hän voi opiskella laajojakin kokonaisuuksia vaikkapa Youtuben ilmaisista

sisällöistä. Harva ammattikoululainen kuitenkaan täyttää tätä vaatimusta. Luonnollisesti ammattikoulussa pitää panostaa tekemiseen ja harjoitteluun. Sen tekeminen turvalisessa ympäristössä vaatii opettajan ohjausta ja läsnäoloa. Videoista on apua yksinkertaisten asioiden toistamisessa, jolloin opettajan työpanosta voidaan suunnata paremmin tekemisen ohjaamiseen.

5 Työkalupakki

Työkalupakissa kuvaan erilaisia videointiin ja opetukseen liittyviä ohjelmistoja ja tekniikoita. Monet käytetyt tekniikat ovat itselleni sopivia, mutta en väitä niiden olevan parhaita mahdollisia. Ohjelmistojen yhteinen teema on ilmainen lisenssi. Ainoan poikkeuksen tekee Microsoftin whiteboard, joka sisältyy office 365 pakettiin.

5.1 Puhe ja liikkuva kuva

Olen tuottanut liikkuvaa kuvaa opetusmateriaaliksi useilla eri tekniikoilla. Käytän terminä liikkuvaa kuvaa siksi, että monet videoistani on lähempänä animaatioita kuin videoita. Liikkuvan kuvan tarkoituksena on tarjota opiskelijalle monella aistilla samanaikaisesti informaatiota. Asialla on kääntöpuolensakin. Videoita on nykyisin tarjolla käsittämättömiä määriä jatkuvasti. Eri viihde- ja uutispalvelut tuottavat lukemattomia määriä videoita joka päivä. Liikkuva kuva opetusmateriaalina kohtaa sen saman kriittisen katsojakunnan, jonka huomiosta kaikki media kilpailevat. Siksi opetusvideon pitää myös olla hyvä rakenteeltaan, tekniikaltaan ja sisällöltään. Taloudellisessa mielessä ajateltuna kenenkään ei kannata tuottaa sellaista materiaalia, jota katsojat eivät katso.

Oman äänen tallentaminen on tuskallisen raakaa. Oman äänen kuuleminen tallenteelta on vaikeaa. Tallennetussa äänessä huomaa kaikki omat puheen erilaiset tavat ja maneerit. Vaikka näihin kiinnittää huomiota jokaista tallennetta editoidessa, niin ei niistä tahdo päästä eroon tallennusvaiheessa. Itse olen tämän projektini aikana usein miettinyt, että pitäisi hakeutua äänenkäytön kurssille. Näyttelijän lahjoista olisi myös hyötyä. Puheen tallentamisen teknilliset haasteetkin ovat yllättävän suuria. Mikäli äänitetään yhdellä otolla, niin riittää että ääni on laadukas. Mikäli taas halutaan täydentää tallennettua sisältöä, ei lisäystä puheessa saa huomata eroa verrattuna alkuperäiseen äänitykseen.

Tästä syystä tallennetuissa ääniraidoissa pitää olla tieto siitä, millä laitteistolla ne on äänitetty ja mitä mahdollisia suodatustoimia äänelle on jälkikäteen tehty. Tästäkin huolimatta äänityksestä saattaa huomata kohdat, joissa ääni on katkaistu ja siihen on lisätty uutta ääntä myöhemmin. Mikäli puhetta leikataan, esimerkiksi jos siitä poistetaan täytesanoja, muminaa tai miettimistäukoja, saattaa jäljelle jääneen puheen intonaatioista hyvinkin huomata muokkauksen.

Ennen äänitystä olen kirjoittanut tekstin ylös. Yritän kirjoittaa tekstin samalla tavalla kuin puhun. Tekstiä ennen ja sen jälkeen voi lisätä muutaman lauseen ja äänittää nekin, niin saa äänitettyä varsinaisen tekstin ilman korostuksia ja intonaatioita. Tällaista äänitystä voi pilkkoa ja sen väliin pystyy lisäämään uutta ääntä ilman, että puheesta huomaa editointia.

Loputtomasti näitä asioita ei tietenkään ole tarkoitus pohtia, vaan on tarkoitus tehdä tehokkaasti substanssiltaan riittävän hyvää materiaalia. Opetusvideoilla ei ole tarkoitus voittaa Oscar-palkintoja vaan siirtää tietoa opiskelijoille. Opetusvideon ääneen täytyy kuitenkin kiinnittää huomiota. Mikäli meillä on luennoitsija, joka mumisee ja käyttää paljon turhia täytesanoja, niin opiskelijat tuskin poistuvat oppitunnilta. Mumisevalla äänellä tehty ”niinku tota noiniin” -video on takuuvarma keino saada katsoja lopettamaan katselun. Luentotallennekin on video, mutta siitä ei välttämättä tule hyvää opetusvideota. Ei-hän teatterikaan muutu elokuvaksi, jos sitä kuvataan videokameralla tallenteeksi. Toisaalta omissa opinnoissani seurasin erittäin mielelläni englanninkielisiä tunnin mittaisia fysiikan luentoja Maxwellin yhtälöistä. Mielestäni hyvän luennoitsijan normaalia luentoa oli mahtava seurata ja sain niistä paljon uutta tietoa. Moni on tästäkin asiasta varmasti eri mieltä kanssani.

Satu Hakanurmi kiteyttää videoinnin ja luentojen eroja hyvin turkulaisten korkeakoulujen yhteistyöfoorumin ERAPPU-blogissaan. Hänen tärkeä huomionsa on videoista puuttuva interaktiivisuus, joka selittää miksi opiskelija ei jaksaa keskittyä siihen kovin pitkää aikaa. Luennolla tapahtuva keskustelu ja vuorovaikutus on liima, joka jaksaa pitää opiskelijan keskittyneenä opetukseen. Jokainen meistä varmasti pystyy samaistumaan miltä tuntuu istua tunteja kuuntelemassa täysin yksipuolista luentoa. Ihmisen pitää olla todella motivoitunut ja kiinnostunut asiasta, jotta hän pystyy tällaista luentoa kuuntelemaan. Yllättävää kyllä tutkimusten mukaan luennoitsijan henkilökohtainen paneutuminen vaikuttaa videoissakin oppimiseen myönteisesti. Esimerkiksi kasvokuvan jakaminen puheen lisäksi

on todettu lisäävän videon suosiota opiskelijoiden keskuudessa MOOC-kursseilla (Satu Hakanurmi 2020).

Henkilökohtaisuus ja omana itsenään oleminen vaikuttaisi olevan valttia opetusvideoissa. Mikäli mahdollista, niin epäolennaisuudet ja puheen erilaiset virheet kannattaa kuitenkin siivota pois videolta. Helpommalla pääsee, jos osaisi puhua oikein jo heti. Sitäkin on tullut projektin yhteydessä harjoiteltua.

5.2 Qucs – simulointiohjelmit

Qucs on lyhenne sanoista quite universal circuit simulator. Ohjelma soveltuu nimensä mukaisesti hyvin monenlaiseen piirisimulointiin. Olen käyttänyt opetuksessa simulaattoreita aina. Simulaattori on osaavan käyttäjän käsissä loistava työkalu. Ammatillisessa koulutuksessa olen huomannut simulaattorin olevan hieman hankala työkalu. Iso osa opiskelijoista mieltää simulaattorin pelkäksi piirto-ohjelmaksi. Heiltä puuttuu ymmärrys siitä, että simulaattorilla piirretty piirikaavio ei välttämättä voi olla ihan samanlainen kuin vaikkapa automaatiolaitteen piirikaavio.

Suosin opetuksessa mieluummin käytännön tekemistä simulaatioiden käytön sijasta. Heikompi opiskelija saa työn tekemisestä sen käytännöllisen työn tekemisen opin, vaikka hän ei ymmärtäisikään teoreettisesti, miksi joku työ tai mittaus tehdään. Simuloiduissa ympäristöissä heikommat opiskelijat turhautuvat helposti, koska he eivät välttämättä saa ohjelman tulosteista mitään irti.

Tässä yhteydessä on pakko sanoa, että heikoilla opiskelijoilla tarkoitan niitä, joilla ei vielä tässä vaiheessa ole kykyä omaksua teoreettista tietoa yhtä hyvin kuin parhaimmilla. Mikään ei estä heitäkin kehittymästä tulevaisuudessa teoreettisen tiedon oppijoina. Kehityserojen vuoksi vältän opetuksessa tehtäviä ja töitä, jotka eivät kehitä kaikkia opiskelijoita. Mitä ikinä kenestäkin tulee vaikkapa viiden vuoden päästä, ei ole vielä ammattikouluiässä näkyvissä, joten vältän tekemästä liian suuria päätelmiä eri ihmisten kyvystä oppia.

Käytän simulaattoria opetuksessa yleensä niin, että esitän sillä tehtyjä asioita opiskelijoille. Normaalissa lähiopetuksessa en siis yleensä anna opiskelijoiden käyttää itse simulaattoria. Kevään 2020 etäopeusjaksossa rakensin kuitenkin Qucsin oman kirjaston, jonka avulla sain edes hieman tekemistä pelkkien perinteisten tehtävien sijaan. Siitä kerroin enemmän kappaleessa 3.3.

5.2.1 Simuloinnin rajoitukset

Simuloitu maailma pitää aina testata ennen opiskelijoille esittämistä. Esimerkiksi qucsilla on muutamia heikkoja kohtia, jotka haittaavat erityisesti kolmivaihetekniikan opettamista. Epälineaarisen kytkennän saa usein toimimaan yhdellä sinigeneraattorilla, mutta kopioiminen ja kolmen vaiheen samanaikainen kytkentä ei usein toimi. Tästä on itselleni ollut eniten haittaa nimenomaan harmonisia säröjä käsittelevissä simulaatioissa. Olen kiertänyt ongelmaa tekemällä analyysin vaihe kerrallaan. Simulointituloksen saa vietyä taulukkomuodossa, jolloin esimerkiksi erilliset vaihevirratt voi summata vaikka taulukkolaskentaohjelmassa. Maapisteen paikalla on erittäin suuri merkitys simuloinnin onnistumiseen. Mikäli neutraaliksi pisteeksi valitaan vaikkapa generaattoreiden tähtipiste, niin epälineaariset komponentit eivät toimi. Tietyissä tilanteissa maapisteen sijoittaminen vaikkapa tasasuunnatun jännitteen puolelle voi saada kytkennän toimimaan.

Qucs-simulaatiosta puuttuu myös mahdollisuus interaktiivisuuteen. Kytkentä simuloidaan aina alusta loppuun. Piirikaavion piirtämisen jälkeen määritetään, mitä simuloidaan ja sen jälkeen voidaan lukea tuloksia. Kytkennän tilaa ei pysty muuttamaan, eikä esimerkiksi kytkimen tilan vaihtamiseen ole muuta vaihtoehtoa kuin määrittää sille tietty toiminta-aika simulaatiossa. Interaktiivisuuden puute rajoittaa tämän ohjelman käyttöä perustutkinnon opiskelijalle, sillä muutoksesta tulokseen kestää liian paljon aikaa.

5.2.2 Fourier-analyysi

Edellisen kappaleen usean signaalilähteen ongelmaa olen kiertänyt myös matemaattisemmalla tavalla. Simulaattorilla tuotettu aikatazon simulointitulokselle voidaan tehdä fourier-muunnos. Mikäli fourier-muunnoksen amplitudit ja vaihesiirtymät syötetään kertomiksi matematiikkaohjelman harmoniseen sinisarjaan, voidaan simulointitulosta käyt-

tää esittämään aikatazon signaalia matematiikkaohjelmassa. Luonnollisesti tulos parane sen mukaan, miten monta harmonista taajuutta fourier-muunnoksesta siirretään siniaaltojen sarjakehitelmään.

Tällä tekniikalla saadaan esimerkiksi Geogebraalla tehtyä matemaattinen funktio, jonka vaihesiirtoa voidaan kontrolloida matemaattisesti. Tämän jälkeen esimerkiksi säröytyvien vaihevirtojen summautuminen voidaan esittää animaationa. Ilmiö voidaan opettaa toki vähemmälläkin tekniikalla vaikkapa rajoittamalla siniaaltofunktiota matemaattisesti. Sellainen animaatio ei kuitenkaan vastaa todellista sähköisen kytkennän tuottamaa aaltomuotoa.

Qucs ei normaalisti mahdollista fourier-analyysiä. Ohjelmasta löytyy qucs-s-versio, jossa varsinainen laskentamoottori on korvattu ngspice-analysaattorilla. Tästä versiosta löytyy myös mahdollisuus tehdä aikatazon analyysistä fourier-muunnos. Ohjelmat eivät eroa piirtotekniikaltaan mitenkään, mutta analyysien määrittelyn syntaksi eroaa hieman. En lähde muuten ohjelmien eroja luettelemaan. Mikäli aihe kiinnostaa, niin ohjelmien nimellä löytyy netistä runsaasti ohjemateriaalia.

5.3 Geogebra – matematiikan havainnollistaja

Geogebra on matematiikkatyökalu, joka on käytössä esimerkiksi sähköisessä ylioppilaskokeessa. Geogebraa ei voi verrata esimerkiksi Matlabiin, Octaveen tai muihin suurten matemaattisten ongelmien ratkaisemiseksi tarkoitettuihin ohjelmistoihin. Ohjelma on tarkoitettu matematiikan eri osa-alueiden opettamiseen ja havainnollistamiseen. Ohjelma sisältää paljon työkaluja, jotka oikaisevat matematiikan osaamisvaatimuksissa. Esimerkiksi ohjelmalla pystyy piirtämään geometrisiä kuvioita annettujen pisteiden perusteella ja lisäämään vaikkapa suoran normaaleita, kaaren tangentteja tai vastaavia ilman että pitäisi osata määrittää näitä matemaattisesti.

Ohjelman tuki kompleksiluvuille on heikko. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkötekniikan vaativampaan piirianalyysiin se ei sovi. Graafisesti esitettävien ongelmien havainnollistajana se toimii silti mainiosti. Ohjelman rajoitukset on tunnettava ja opittava kiertämään. Monet ohjelmointia lähestyvät ominaisuudet tekevät Geogebraista loistavan avun opettajalle.

Geogebraan lisenssi on vapaa ei-kaupalliseen käyttöön. Kaupallisen käytön rajat on esitetty lisenssiehdoissa hyvin epämääräisesti. Lähtökohtana on kuitenkin se, että Geogebraa tuotettua materiaalia ei saa myydä, eikä sen käytöstä saa periä maksuja. Normaalit julkiset oppilaitokset eivät joudu maksamaan Geogebraan käyttöä. Otin yhteyttä Geogebraan toimistoon ja kyselin hinnan muodostumisesta kaupallisessa käytössä. Selkeää vastausta hintaan ei annettu ilman määrällisiä tunnuslukuja tuotetusta materiaalista ja sen arvioituista myyntimääristä.

Geogebraan käyttö on hyvin opastettu verkkosivuilla. Valmiita mallisisältöjä on tarjolla lukemattomia määriä, joten en lähde tässä yhteydessä tekemään minkäänlaista käyttöohjeen tyyppistä tekstiä aiheesta. Sen sijaan kerron muutaman peruseräteen, miten olen käyttänyt Geogebraa nimenomaisesti videon sisällön tuottamiseen.

5.3.1 Simuloitu sisältö

Geogebra mahdollistaa hyvin yksinkertaisesti muuttujien arvon muuttamisen. Lähtökohtaisesti numeerinen arvo on geogebraan sisällä liukusäädin. Liukusäädin tarkoittaa mahdollisuutta vaihtaa numeerista arvoa tiettyjen annettujen rajojen mukaan. Liukusäätimen arvoa voi myös animoida, eli määrittää se vaikkapa kasvamaan tietystä alkuarvosta tiettyyn loppuarvoon. Myös vaihtelun askelväli voidaan määrätä.

Sähkötekniikassa esimerkiksi osoitinlaskennassa vektorit lähtökohtaisesti pyörivät nopeudella ω . Kaikissa tekemissäni videoissa, joissa näkyy vektorin pyörivä liike, on hyödynnetty muuttujan animaatio-ominaisuutta. Käytännössä siis kaikki ruudulla näkyvä animaatio perustuu yhden perusmuuttujan animaatioon. Animaation nopeus laskee huomattavasti monimutkaisissa laskutoimituksissa. Olen useassa videossa tallentanut geogebraan animaation erittäin hitaana ja nopeuttanut varsinaista videota jälkikäteen. Tällä tekniikalla lopullisesti videosta on tullut sujuvampi.

5.3.2 konstruktio

Geogebra järjestää kaikki piirretyt tai luodut objektit. Järjestystä kutsutaan Geogebraan konstruktiksi. Esimerkiksi janan piirtäminen piirtotyökaluilla loisi konstruktiksi:

1. piirrä piste A
2. piirrä piste B
3. luo jana pisteestä A pisteeseen B

Opetuskäytössä ja videoinnissa konstruktion järjestyksellä on erittäin tärkeä rooli. Järjestystä voidaan muuttaa ja konstruktio voidaan toistaa automaattisesti tai käsin. Ohjelmalle kaikki pienetkin apuobjektien luonnit tai muuttujan määrittelyt ovat erillisiä konstruktioaskeleita. Konstruktion on mahdollista määrittää pysähdyspisteet, jotta automaattisessa toistossa tai askeltamalla esitetään vian matemaattisesti olennainen sisältö.

Esimerkiksi tekemässäni vektorien yhteenlaskua opastavassa videossa konstruktio paljastetaan pikkuhiljaa videon edetessä. Videon äänittämisessä olen vain painanut hiiren painiketta ja selostanut seuraavan vaiheen videolle. Konstruktion käytön etuna videoinnissa on se, että askeleita voi mennä myös taaksepäin. Tällöin videolla näytön eheys säilyy muuttumattomana. Käsin piirrettyssä videossa joutuu usein äänittämään paljon enemmän uudelleen, mikäli haluaa palata tekemään jonkun välispiikin uudelleen.

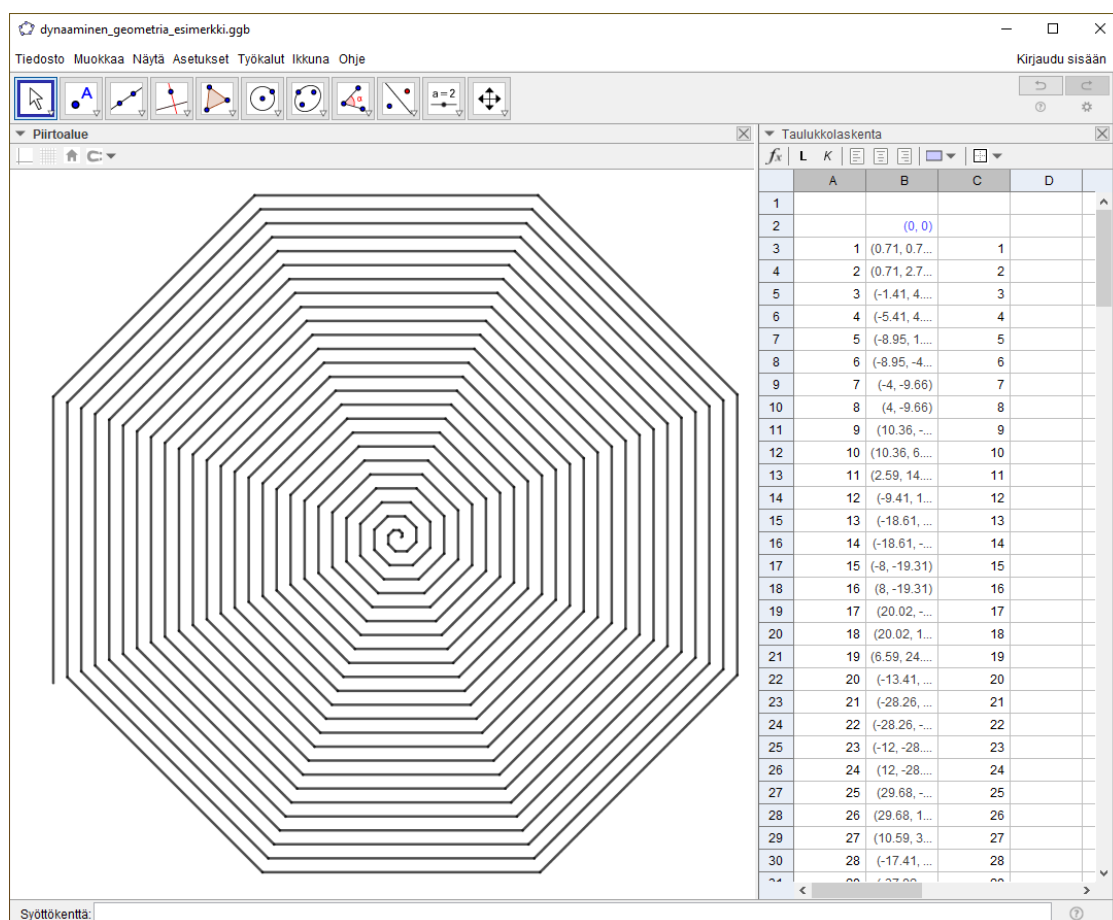
Videoinnin kannalta Geogebraakin on haasteellista saman näkymän toistaminen myöhemmin. Mikäli videoon haluaisi siis tehdä väliin uuden kohdan, niin näytön asetteleminen aiemman tallennuksen asentoon on lähes mahdotonta. Tästä ei tietenkään tule ongelmaa, jos videossa hyväksytään selvästi näkyvät kuvanvaihdot ja leikkaaminen. Tämän vuoksi videoinnin suunnitteluun pitää panostaa. Tallennettaessa videota kannattaa myös konstruktiovaiheiden välissä jättää selkeä tyhjä tila näyttämään sen hetkistä laskennan tilaa. Tällöin on mahdollista myöhemmin lisätä puhetta videoon.

Itse olen käyttänyt erillisiä äänitallentimia äänen taltioimiseen. Ilmainen Audacity-ohjelmisto mahdollistaa äänen tallentamisen ja muokkaamisen suoraan tietokoneeseen kiinnitetystä mikrofonista. Puhelimessa on valmiiksi suhteellisen hyvä mikrofoni ja siihen saa asennettua ohjelman, jolla äänen tallentaminen on helppoa. Erillisiä mikrofoneja myydään tuhansia erilaisia. Lähtökohdaksi kannattaa ottaa se, että muutaman kymppin hintainen mikrofoni riittää äänenlaadultaan varmasti opetusvideoiden tekemiseen.

5.3.3 Dynaaminen geometria

Geogebrassa on taulukkolaskennalta näyttävä ominaisuus. Ominaisuus vaikuttaa äkkiä katsottuna täysin vastaavan vaikkapa Excelin tai OpenOffice Calcin taulukkolaskentaa. Erot ovat kuitenkin selkeitä. Geogebran sisäisessä maailmassa taulukkolaskennan solut ovat normaaleita geogebran objekteja, jotka on nimetty sarake-rivi-notaatiolla. Esimerkiksi kirjoitettaessa soluun A1 tekstiä, niin tätä tekstiä käsitellään kuin tekstityyppistä muuttujaa, jonka nimi olisi A1.

No mikä tekee tästä erikoista? Taulukkolaskennan solut voivat sisältää myös ohjelman piirto-objekteja. Esimerkiksi kuvan Kuva 3 esimerkki on luotu vetämällä kuvan taulukossa näkyviä soluja A3-C3 alaspäin, jolloin ensimmäisen sarakkeen arvo on mukana laskemassa B- sarakkeen koordinaattipisteen kasvamisessa. Sarake C piirtää janan edellisen rivin pisteestä ko. rivin B-sarakkeessa ilmoitettuun pisteeseen.



Kuva 3. Esimerkki Geogebra-ohjelmiston dynaamisesta geometriasta.

Sähkötekniikan monet ilmiöt voidaan koostaa superpositioperiaatteen avulla. Esimerkiksi kolmivaihemoottorin sisäistä pyörivää magneettikenttää esittävät vektorit voi koostaa superpositioperiaatteen mukaisesti tietyssä pisteessä eri sähkövirtojen muodostamien magneettikenttävektorien yhteenlaskuna. Tämä yhteenlasku voidaan tehdä taulukkolaskennan dynaamista geometriaa hyödyntämällä. Suurien vektorimäärien yhteenlaskussa Geogebra hidastuu huomattavasti. Matemaattisesti vektori voidaan korvata pelkällä loppupisteen koordinaatilla. Koordinaattien yhteenlasku antaa saman matemaattisen lopputuloksen kuin vektorienkin yhteenlasku, mutta se kuormittaa ohjelmistoa huomattavasti vähemmän. Yritin tehdä superpositioperiaatteen mukaista laskentaa myös hyödyntämällä Geogeban for-next-syntaksia vastaavaa jono-komentoa. Useiden sisäkkäisten silmukoiden käyttö käytännössä jumitti koko ohjelman, joten parhaimmaksi vaihtoehdoksi jäi taulukko-ominaisuuden hyödyntäminen.

5.3.4 Miksi Geogebra?

Geogebralla on paljon rajoitteita matematiikan suhteen. Ilmaisia matematiikkaohjelmia on paljon tarjolla, joten miksi silti suosittelen Geogebraa videointikäyttöön. Octave ja vastaavat kaupallista Matlabin vaihtoehdot ovat matemaattisesti paljon nopeampia laskemaan. Niillä vaikkapa muutaman tuhannen vektorin superpositioperiaatteella tehty laskenta olisi helppo juttu. Itselleni ei ole tärkeää tässä projektissa laskennan nopeus tai jonkun tietyn ongelman ratkaiseminen. Tärkeintä on ilmiön purkaminen vaiheisiin ja esittäminen vaiheittain opiskelijoille. Tähän tarkoitukseen en ole onnistunut hyödyntämään muita ohjelmistoja niin hyvin kuin Geogebraa.

5.4 whiteboard

Whiteboard on Microsoftin tuote, jossa voi jakaa käsinpiirrettyä tai helposti liitettävää informaatiota lähes reaaliajassa eri käyttäjille. Tuote on siis virtuaalinen tussitaulu, kuten nimestäkin voi päätellä. Videoissa olen käyttänyt Whiteboardia käsin piirrettyjen videoiden tekemiseen. Ohjelman käyttö on äärimmäisen helppoa ja mikäli ei välitä kuvaruudulla näkyvistä ohjelman toimintaan liittyvistä kohteista, niin sillä saa tehtyä erittäin nopeasti videoita vaikkapa matematiikan laskutoimituksista.

Itse olen rajannut piirtoalueen siten, että videolle ei tallennu lainkaan näitä kuvaruudulla olevia kynävalikoita tai vastaavia. Mikäli halutaan käyttää tätä tekniikkaa, niin tietokoneen näytöltä vaaditaan resoluutioksi yli full hd-kuvan (1080p) ylittävä resoluutio. Muussa tapauksessa videon kuvanlaatu laskee tallennettaessa 1080p-resoluutiolla.

Normaalissa luokkamuotoisessa opetuksessa käytän Whiteboardia siten, että näytän taulua toisella laitteella ja piirrän siihen esimerkiksi tabletilla. Tällöin sovellus näyttää hetken piirtäjän nimikirjaimia uusien piirtokohteiden lähellä. Toisella laitteella piirtämisen tekniikka toimii myös videoinnissa, mutta tällöin videolla näkyvään piirtoon tulee verkon nopeudesta riippuen viivettä. Editointityö on myös hankalampaa, mikäli haluaa leikata pois ilmoitukset piirroksen tekijästä.

Whiteboardilla voi tehdä videon päällä näkyviä korostuksia. Taustaväriä vaihtamalla sovellusta voi käyttää vihreän taustakankaan periaatteella, eli video-editorissa voi valkotalulla tehdyn videon yhdistää toisen videon päälle läpinäkyvästi. Tallennetun tehostevideon voi tallentaa pienemmällä resoluutiolla normaaliin nähden, koska sitä käytetään kuvaruudulla kuitenkin vain pienessä osassa. Tällä tekniikalla voi siis vaikkapa piirtää videokuvan päälle matemaattisia kaavoja tai selitystekstejä. Mikäli piirros tehdään staattisen kuvan päälle, niin on helpompi liittää kuva ensin valkotaululle ja tallentaa piirtäminen suoraan ruudunkaappausohjelmistolla. Kokeilin muutamalla julkaisemattomalla videolla sitä, että piirsin valmiin tietokoneella tehdyn kuvan päälle käsin. Esimerkiksi piirikaavion voi tehdä vihreälle taustalle hieman tummemmalla vihreällä sävyllä. Mikäli tämän kuvan päälle piirtää esimerkin mukaan, niin voi vihreän taustan suodattavalla suodattimella piirtää videon päälle siistin piirikaavion ”käsin”.

5.5 Obs

Open broadcast software on ohjelmisto, joka on tehty ensisijaisesti webinaarien tai vastaavien suorien nettilähetystä lähettämiseen. Ohjelma toimii kuitenkin myös loistavasti näytön tallentamisessa. Obs ei jätä videoon vesileimaa tai muuta vastaavaa tietoa käytetystä ohjelmasta. Samaan lähetykseen voi yhdistää hyvin luovasti eri kuvalähteitä. Esimerkiksi samaan videotallenteeseen saadaan suoraan aseteltua eri ohjelmistojen sisällöt.

Obs:n luova käyttö vähentää jälkieditoinnin tarvetta. Esimerkiksi valmiiseen videokuvaan voi yhdistää pieniä leikkauksia valkotauluohjelmasta, jolloin videokuvaan voi piirtää jo tallennusvaiheessa. Tekniikka kannattaa vain, mikäli tiedetään varmaksi kuvien olevan tahdistettuja toisiinsa. Muussa tapauksessa videot kannattaa yhdistää vasta editointivaiheessa.

Obs toimii hyvin myös vanhemmassa tietokoneessa. Suurimmat tekniset hankaluudet tämän ohjelman kanssa oli se, miten ohjelma sopeutuu kahteen samassa tietokoneessa olevaan näytönohjaimen. Osa ohjelmista piti erikseen pakottaa käyttämään tiettyä näytönohjainta, jotta Obs osasi tallentaa ohjelman oikein. Esimerkiksi koko näytön sisällön tallentaminen ei välttämättä onnistu, mikäli siinä oleva ohjelma käyttää parempaa näytönohjainta oman ruutunsa piirtoon. Yleisimmin koneissa on vain yksi näytönohjain, jolloin tätä ongelmaa ei ole. Esimerkiksi käytössäni oleva Microsoftin Surface –tietokone sisältää näppäimistöosassa tehokkaamman näytönohjaimen, kuin varsinaisen näytön sisällä oleva. Useissa muissakin tehokannettavissa on kaksi näytönohjainta. Syy tähän on tehokkaamman näytönohjaimen virrankulutus. Mustan videokuvan tallentuminen ei siis välttämättä tarkoita viallista ohjelmaa, vaan syy löytyy käyttöjärjestelmän näytönohjainasetuksista.

Obs sisältää nykyisin myös tuen virtuaaliselle kameralle. Se tarkoittaa sitä, että ohjelma tuottaa omasta lähetyksestään tietokoneen sisäisen kameran, jota voi käyttää vaikkapa teams-yhteyden web-kamerana. Tällöin videopuhelussa voisi oman kuvan sijasta lähettää mitä tahansa videosisältöä.

Näytön tallentamiseen on paljon muitakin mahdollisuuksia. Helpointa kuvaruudun tallentaminen on vaikka Windowsin omalla xbox-pelitallennustyökalulla tai vaikka Powerpointin kuvaruudunkaappaustyökalulla. Näistä puuttuu kuitenkin tehokkaat mahdollisuudet rajata ja skaalata lopullista tallennetta. Tallennusmuotojen valinta ei ole myöskään niin monipuolinen mitä se on Obs:ssä.

5.6 Kameratekniikka

Videon kuvaamiseen soveltuvia kameroita löytyy nykyisin kaikkien taskusta. Puhelimen kamera soveltuu sellaisenaan moneen videointiin. Mikäli halutaan kuvata täyttä hd-kuvaa, niin käytännössä kaikkien matkapuhelinten kamerat pystyvät siihen. Kynnys videon tekemiseen pitäisi siis tässä mielessä olla hyvin pieni. Kannattaa muistaa se, että puhelimen kameran linssi on yleensä laajakulmainen. Se aiheuttaa kuva-alalla olevien suorien kohteiden vääristymistä kuvatessa. Ihmisen kasvojen kuvaaminen laajakulmalinssillä aiheuttaa myös ei-toivottuja ilmiöitä. Videolla ihmisen nenä saattaa näyttää tavallista suuremmalta. Joskus joku malli on sanonut kameran lihottavan ihmistä. Sekin johtuu kameran objektiivin kuvaa vääristävästä vaikutuksesta.

Ihmisen ja usein myös monen toiminnan kuvaamiseen kannattaa käyttää hieman pidempää objektiivin polttoväliä. Polttovälien tarkkailu on digitaalikameroissa vaikeaa, sillä myös kuvakennon fyysinen koko vaikuttaa kuvan geometriaan. Kameran objektiivien yhteydessä mainitaan usein ns. kinovastaavuus. Se tarkoittaa sitä, miltä sen kameran kuvakennon ja objektiivin tuottama kuva näyttää verrattuna perinteiseen 35x25 millistä kinofilmiruutua käyttävään kameraan ja objektiiviin verrattuna. Mikäli kameran ja objektiivin yhdistelmän tuottama kinovastaavuus on yli 50 mm, niin puhutaan telelinssistä. Noin 50 mm kinovastaavuus tarkoittaa normaaliobjektiivia. Sen tuottaman kuvan suhteet ovat kuvakuinkin samat kuin ihmisen silmällä. Alle 50 mm:n kinovastaavuudet ovat laajakulmaisia, eli käytännössä kuva-alassa mittasuhteet vääristyvät ihmisen näkemään verrattuna. Pitkän teleobjektiivin sanotaan latistavan kuvan syvyysvaikutelman. Muotokuvauksen käsikirjoissa kerrotaan parhaimmaksi objektiivin polttoväliksi ihmisen kuvaamisessa noin 80-105 millistä objektiivia. Kuvasarjoja polttovälien vaikutuksesta ihmisen kasvojen kuvaamisessa löytyy internetistä useita. Esimerkkejä löytyy hakemalla Googlen kuvausta hakusanoilla "human face focal length". Sama lyhyehkö teleobjektiivi, joka on sopiva kasvojen kuvaamiseen, on armollinen myös videokäytössä. Äärimmäisen tärkeää on muistaa se, että nyt puhutaan polttoväleistä, jotka on muutettu kinovastaavaksi. Videokameroilla tämä optimaalinen polttoväli on huomattavasti lyhyempi kuin mainittu 80-105 millia, mutta sillä kuvattu kuva vastaa kinokoon kameralla kuvattua 80-105 millistä kuvaa.

Käytettäessä teleobjektiveja joudutaan kamera viemään fyysisesti kauemmas kuvauskohteesta. Mikäli käytössä on suuren kuvakennokoon järjestelmäkamera tai videokamera, niin kuvaaminen kauempaa aiheuttaa syväterävyyden vähentymistä. Syväterävyys tarkoittaa sitä, että esimerkiksi lähempänä kameraa oleva kohde on terävä, mutta kauempana oleva toinen kohde on epäterävä. Usein tämä on haluttu tehokeino taustan häivyttämiseksi, mutta joskus se voi aiheuttaa videolla ongelmia. Mikäli käytetään kameran automaattitarkennusta, voi tarkennuskohta myös muuttua jatkuvasti. Tämä näkyy videoilla häiritsevästi ja se vie huomion sillä hetkellä puhutusta asiasta kokonaan. Kameran käyttöä pitää harjoitella hyvin ennen kuvaamista. Useimmat kuvaustarpeet pystyy hoitamaan matkapuhelimen kameralla. Siinä on fyysisesti pieni kuvakenno, jolloin mainittua syväterävyysongelmaa ei juurikaan pysty havaitsemaan. Mikäli kameraa pystyy hieman zoomaamaan, niin se vaikuttaa samoin kuin tuo polttovälin kasvattaminen. Tällöin kuvan laatu kuitenkin kärsii hieman. Pidempi polttoväli ja hieman kauempaa kuvattu video auttaa myös pitämään kuvan taustan paremmin hallinnassa. Syväterävyyden hallintaan vaikuttaa objektiivin aukon valinta. Videokameroissa aukosta käytetään nimitystä iiris. Käytännössä aukolla tarkoitetaan objektiivissa olevaa reikää, jolla säädellään kennoille pääsevän valon määrää. Mitä suuremman aukon läpi valo ohjataan, niin sitä lyhyempi on syväterävyysalue, eli sitä epätarkempi kohteen tausta on. Hämäävää on se, että fyysisesti suurempaa aukon kokoa kuvataan pienemmällä numerolla. Kameran arvojen valintaan kannattaa tutustua vaikkapa jonkun valokuvausta käsittelevän kirjan avulla. Kameroiden automaattiset asetukset toimivat suurimmassa osassa tapauksia hyvin. Taisaisessa valaistuksessa kamera säätää itse itsensä. Haasteita tulee niissä kohdissa, joissa kuva-alalla on suuret kontrastierot. Sisätiloissa ikkunaa vasten kuvaaminen voi olla haastavaa ja ulkona iltahämärässä taivas on huomattavasti maata kirkkaampi.

Mikäli tarkoituksena on kuvata pitkä aika samaa kohdetta, niin jalusta on hyvä lisävaruste. Toisaalta käsivaraisesti kuvattu video on usein tehokeinona nykyaikaisessa televisiotuotannossakin, joten mitään pakollista sääntöä ei tietenkään ole. Läheltä kuvattu vaikkapa jonkin työtehtävän kuvaaminen ei kuitenkaan näytä hyvältä käsivaralta kuvattuna. Videokameroiden kuvanvakaajat auttavat käsivaralta kuvattaessa. Itselläni on käytössä useita erilaisia kameroita. Täyskennoinen järjestelmäkamera antaa parhaan kuvanlaadun, mutta sen hallitseminen videokäytössä on hankalaa. Järjestelmäkameran ongelmana on myös lämpö. Suuri kuvakenno kuluttaa paljon enemmän sähköä kuin pieni. Siitä seuraa se, että kameran sisäinen lämpötila nousee huomattavasti. Pitkä videokuvaus lämpimässä ympäristössä saattaa ylikuumentaa kameran, jolloin kamera

sammuttaa itsensä. Ongelmaa pahentaa se, että myös kameran akku kuumenee virran kulutuksen kasvaessa, jolloin kameran sisäinen lämpötila kasvaa entisestään. Kameroihin on saatavilla erillisiä akun paikalle asennettavia sovittimia, joilla kameran akku voidaan sijoittaa sen ulkopuolelle. Mikäli kuvataan ulkona, niin näiden keinojen käyttö ei välttämättä ole mahdollista. Pitkäkestoiseen videokuvaukseen suosittelen siihen tehtyä kameraa. Lyhyistä otoksista kootuissa videoissa kameralla ei juurikaan ole väliä. Kameran tekniikkaa opetetaan niin laajasti muualla, joten en käy sitä tässä yhteydessä tämän enempää läpi.

Suosittelen suhtautumaan avoimesti erilaisiin tekniikoihin. Esimerkiksi pienellä kuvauskopterilla oli erittäin helppo kuvata sähköverkon asennuksia, kun tein oikosulkuvirran muodostumisesta kertovaa videota. Dokumenttikamera saattaa olla hyvinkin laadukas tuottamaan videokuvaa jostain pienestä asennustyöstä. Suurin osa dokumenttikameroista kytkeytyy tietokoneeseen suoraan usb-väylän avulla, joten kamera näkyy käyttöjärjestelmälle suoraan kameralaitteena. Action-kamerat ovat pienikokoisia ja halpojenkin laitteiden kuvanlaatu riittää mainiosti hyvässä valaistuksessa opetusvideon vaatimaan kuvanlaatuun. Muutamalla sadalla eurolla saa pelitallentimen, jolla voi siirtää hdmi-laitteesta kuvaa tietokoneeseen. Tietyissä tilanteissa voi olla järkevämpää siirtää videokameran kuva tällä tavalla tietokoneen tallennettavaksi. Tekniikkaa on olemassa vaikka kuinka paljon, mutta kannattaa aloittaa itselle tutusta kamerasta. Kameroiden tai äänen tekninen laatu ei ole este videon tekemiselle. Mikäli video näyttää omaan silmään riittävän hyvältä, niin sen voi myös näyttää opiskelijoille. Vain tehtyä videota voi jakaa opiskelijoille. Tekniikka ei ole itse tarkoitus, tutkimusten mukaan opettajan henkilökohtainen panostus on se juttu, joka saa opiskelijan katsomaan videon loppuun.

Valaistukseen pitää myös kiinnittää huomiota. Esimerkiksi sähköasennusten kuvaamisessa pitää huomioida se, että etualalla olevan johdon varjo näyttää kuvassa aivan taustalla olevalta johtimelta. Varjojen poistoon on avaintekijänä monesta suunnasta tuleva hajotettu valo. Koulukuvaajan käyttämä valkoiselta sateenvarjolta näyttävä valonhajotin on oivallinen kapine myös videokuvauksessa. Mikäli mahdollista kannattaa kuvata vallitsevassa valossa. Yleensä keinotekoinen valaiseminen tuottaa johonkin kohtaan kuva-alaa häiritseviä varjoja. Mikäli valonlähteitä suunnataan kohteeseen useasta suunnasta, on tuloksena helposti yhtä monta varjoa kuin on valonlähteitäkin. Tässäkin kannattaa muistaa tehdä aina jonkinlainen koekuvaus ennen varsinaista ottoa. Mikään ei harmita

niin paljoa kuin se, että joutuu menemään jälkikäteen kuvaamaan kaiken kuvatun uudelleen. Heijastavien pintojen esimerkiksi mittalaitteen näytön kuvaaminen on myös haastavaa. Kuvaajan ja esiintyjän näkemät heijastumat eivät ole samoja, jotka kamera näkee. Heijastumien kontrollointi pitää siis tehdä aina kamerasta katsottuna. Heijastumista voi myös näkyä kuvaustapahtuma. Kaikkihan ovat varmasti nähneet esimerkkikuvia, jossa myynti-ilmoituksen kuvassa olevan peilin kautta näkyykin kuvaa ottaneen henkilön vähäpukaisuus. Virheet voivat toki olla myös piristäviä, mutta usein ne vievät katsojan huomion väärin asioihin.

Kuvan sommittelun perussäännöt kannattaa harjoitella ennen kuvaamista. Taustan siivoaminen turhista asioista vie jo huomion kuvan pääkohteeseen. Kultaisen leikkauksen käyttö kuvan elementtien jakajana toimii lähes aina. Mikäli videota on tarkoitus katsoa matkapuhelimen näytöltä, niin sisältö voi kattaa koko kuva-alan. Mikäli tarkoitus on näyttää video tietokoneella tai yleensä suuremmalla näytöllä, niin kuva-alan sommittelua mietitään eri tavalla. Sommittelun tehtävä on pitää katsojan katse tärkeissä kohdissa kuvaruutua. Selkeästi väärä sommittelu vie ihmisen katseen herkästi pois kohteesta tai luo väärän tunnelman kuvaan. Sommittelu toimii vähän kuin huoneen valaistus. Mennesäsi valaistuun huoneeseen, et todennäköisesti kiinnitä valoihin mitään huomiota. Pimeään huoneeseen mennessäsi, mietit miten valot saa päälle. Hyvin tehtyyn sommitteluun ei kiinnitä mitään huomiota, mutta huono sommittelu saa katsojan ihmettelemään jonkun olevan pielessä. Lähdeluettelossakin mainitussa Johanna Aulion kirjoittamassa Vähän parempi video -oppaassa on erittäin hyvät lähtökohdat videokuvauksen aloittamiseen.

6 Tekijänoikeuksista

Opetuksen yhteydessä tekijänoikeuksista puhutaan paljon. Useimmiten asia liittyy siihen, mitä valmista aineistoa opettaja voi käyttää opetuksen tukena. Esimerkiksi oppikirjaa ei saa jakaa opiskelijoille kopiona. Yhdestä teoksesta voi ottaa vähäisen määrän kopioita maksamalla Teostolle kopiointilupamaksun vuosittain. Monet opettajat myös tuottavat itse opetusmateriaalia. Kuka omistaa tekijänoikeudet vaikkapa opettajan tekemään diaesitykseen tai työohjeeseen? Muuttuko tilanne jotenkin, jos tuotettu materiaali onkin luentomoniste, video- tai äänitiedosto. Tekijänoikeuksia määrittää pääsääntöisesti kaksi lakia. Tekijänoikeuslainsäädäntö suojaa teoksen tekijää. Tämän lain näkökulma on suojata teoksen tekijän oikeuksia. Työsuhdelainsäädäntö taas suojaa työnantajan oikeutta

saada hyötyä työntekijänsä työpanoksesta. Lait ovat keskenään ristiriitaisia, eikä selkeää vastausta opettajan tuottaman materiaalin tekijänoikeuksiin ole olemassa. Eri organisaatioiden tulkinnoissa on myös eroa. Helsingin yliopiston sivuilla on heidän lakimiehensä versio tekijänoikeuksien tulkinnasta. Seuraavaksi lainaus <https://blogs.helsinki.fi/tekijanoikeudet-opetuksessa/> sivustolta:

Opettajalla on tekijänoikeus tekemäänsä tekijänoikeuden alaiseen aineistoon. Opettaja voi määrätä, miten aineistoa käytetään. Opettajan oikeudet eivät siirry yliopistolle työnantajana eikä yliopistolle ja yliopiston työntekijöille, opettajille, tutkijoille, opiskelijoille ym. ilman erillistä sopimusta siirry oikeutta käyttää aineistoa. Aineisto on käytettävissä vain tekijänoikeuslain rajoitussäännösten mukaisesti, ellei toisin sovita.

(https://blogs.helsinki.fi/tekijanoikeudet-opetuksessa/?page_id=7951, 14.11.2020)

Teos on tekijänoikeussäädösten keskeinen käsite. Teoksen pitää olla riittävän omaperäinen, jotta tekijälle syntyy siihen tekijänoikeus. Esimerkiksi tekninen valokuva laitteesta ei täytä teoskynnystä, eli sellaisella valokuvalla ei ole tekijänoikeuksia. Edelleen tämänkin kuvan ottajalla on ns. lähioikeudet, joiden nojalla vain kuvan ottaja saa määrätä kuvan julkaisusta ja kopioiden tekemisestä. Kirjallinen ohje tai opetuksen tueksi tehty kalvosarja ei ole teos. Tämän tulkinnan esitti Rasekon kehitysjohtaja Olli Vuorinen keskustelussa 13.11.2020. Lyhyehkö työohje ei varmastikaan ole teos, mutta entä opettajan tekemä kalvosarja, jossa on koottu eri lähteistä tietoa. Se ei välttämättä ole teos, mutta se voi olla jotain, mikä silti on tekijänoikeuslain mukaan suojattu. Tekijänoikeuslain 49§ mukaan sillä, joka on valmistanut luettelon, jossa on yhdistelty suuria määriä tietoja, on yksinomainen oikeus määrätä työn sisällöstä.

Opettajien ammattijärjestön Oaj:n kanta on tietenkin opettajan puolella. Pääsääntönä olisi opettajan yksinomainen tekijänoikeus tuottamaansa materiaaliin. Tällöin tärkein kysymys olisi teoskynnyksen ylittävyys. Aivan keskeisin opettajan tekijänoikeuksiin liittyvä ohje löytyy melkein jokaisesta lähteestä. Tekijänoikeus on opettajalla, ellei toisin sovita.

Rasekon kehitysjohtaja Olli Vuorisen toivomassa linjassa tekijänoikeus olisi oppilaitoksen opettajalla, mutta sopimuksella materiaalin rinnakkaisoikeus siirtyisi oppilaitokselle. Sopimusmallia lähdetään kehittämään ja todennäköisesti jonkinlainen sopimus luodaan opettajien ja oppilaitoksen välillä. Oaj suosittelee sopimuksen tekemistä tapauskohtaisesti, jolloin opettaja ei luovuta kaiken materiaalinsa tekijänoikeuksiaan automaattisesti

työnantajalle. Työnantajan kanta on myös ymmärrettävä. Mikäli työnantaja maksaa palkkaa jonkun teoksen tekemisestä, niin totta kai se haluaa myös hyödyntää teosta omien tarpeidensa mukaan. Tekijänoikeudet kuuluvat sopimusvapauden piiriin ja sopimuksella voidaan rajata tekijänoikeuksia hyvin laajasti. Olli kertoi omasta oppikirjan tekemisestä, jossa kustantaja oli rajannut jopa tekijöiden käyttöoikeuden pois sopimuksesta. Tämä tarkoitti sitä, että hän ei voinut käyttää itse kirjoittamansa kirjan opettajan materiaalin sisältöä opetuksessa ilman, että hän maksoi materiaalista.

Hankerahoituksella tehtyjen materiaalien osalta tekijänoikeudelliset asiat on sovittu hankesopimuksessa. Yleisimmin käytössä on malli, jossa materiaalilta vaaditaan julkista käyttöoikeutta. Creative Commons lisenssit mahdollistavat helpon tavan jakaa tuotetun materiaalin käyttöoikeuksia esimerkiksi ei kaupalliseen käyttöön. Sopiminen ja avoin keskustelu on varmasti ainoa tapa edetä opettajan ja työnantajan välisessä keskustelussa. Mikäli opetusorganisaation tasolla halutaan nostaa käytettävissä olevan materiaalin määrää ja laatua, niin materiaalia tuottavan opettajan ansiot kannattaa tehdä näkyväksi työyhteisössään. Nykyisin opettajat puurtavat usein yksin oman opetuksensa järjestämisen kanssa, eikä hyvät materiaalit ja käytänteet leviä laajemmalle yhteisössä. Omasta mielestäni myös meidän opettajien pitäisi miettiä uusia toimintatapoja. Jos kolme opettajaa olisi maalaamassa autoa autotehtaalla, niin yksi käyttäisi pensseliä, toinen maaliruiskua ja kolmas etsisi jostain kalvotusseja auton värjäämiseksi. Todennäköisesti kukaan ei ole selvittänyt minkä värisen auton asiakas on tilannut.

7 Konkreettiset ehdotukset

Tämä tutkimustyö voidaan jakaa moneen eri suuntaan. Kaikkia näiden suuntien tutkimista voisi jatkaa ja uskoisin niistä olevan hyötyä opiskelijoille. Pelkästään pedagogista tutkimusta aiheesta voisi jatkaa ja tutkia sitä, mikä vaikuttavuus videoilla on ja miten opiskelijat saataisiin parhaiten ottamaan uudet opetustavat omikseen. Olen aiemmin puhunut opettajien konservatiivisista näkemyksistä opetuksen suhteen. Myös opiskelijat osaavat olla konservatiivisia ja sen voittaminen on tärkeää uusien menetelmien käyttöönotossa. Toinen tutkimuksen jatkomahdollisuus olisi kehittää erilaisia havainnollistamistekniikoita esittämieni keinojen lisäksi. Olisi mielenkiintoista kehittää videoita animaatio-ohjelmistojen tai vaikkapa pelinkehitystekniikoiden avulla. Niillä matemaattinen riip-

puvuus asioiden välillä voitaisiin esittää hyvin vapaasti. Kolmas suuntaus on nimenomaisesti sähköalan videoiden kehittäminen. Siinä pääkysymys on se, että päättääkö Raseko rahoittaa materiaalin tuottamista vai ei. Hankerahoitus tai muu vaihtoehtoinen rahoitus on myös mahdollista. Yksi mahdollisuus on myös se, että projekti päättyy tässä kohdassa. Seuraavassa on lueteltu mahdollisia vaihtoehtoja projektin tulevaisuudelle.

- Ensimmäinen mahdollisuus on se, että jatkan omalla saralla ja teen silloin tällöin muutaman videon harrastuksena. Tässä tapauksessa tämän tutkimuksen sisältö hyödyttää vain minua ja ehkä toivottavasti jonkin verran videoiden katsojia.
- Raseko voi antaa minulle resursseja tuottaa uutta materiaalia itseni ja muiden opettajien käyttöön. Tämä voidaan toteuttaa myös hankerahoituksella, mikäli niin halutaan. Hankerahoituksella toteutettu materiaali olisi myös Rasekoa laajemmassa käytössä.
- Tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää myös Rasekon sisäisessä koulutuksessa. Käytännössä minä voisin opettaa muille opettajille videoinnin hyväksi havaitsemiani käytänteitä. Tässä vaihtoehdossa kannattaa etsiä Rasekon sisältä myös muita näkökulmia täydentämään sisältöä. Muistuksena tässä kohdassa korostan sitä, että tutkimusten mukaan opettajan henkilökohtainen panos tarvitaan, jotta opiskelijat katsovat videoita.

Päätös projektin jatkosta ei ole yksiselitteinen. Jatkuuko työ edellä mainittujen ehdotusten mukaisesti, vai tuleeko jostain lisää vaihtoehtoja, on täysin avoin kysymys. Ehdotusten yhdistäminenkin onnistuu varsin helposti. Voin tehdä omaksi ilokseni videoita YouTubeen ja silti osallistua Rasekon sisällä opetusmenetelmien sähköistämiseen kouluttamalla muita tai tekemällä itse materiaalia. Itselleni tutkimuksen tekeminen on antanut paljon uusia ajatuksia videoiden teknisestä toteutuksesta ja sisällöistä. Haluaisin esimerkiksi etsiä mahdollisuuksia animaatio-ohjelmien käytöstä opetusvideoissa. Blender-ohjelmistolla voi rakentaa vaikka kokonaisen animaatioelokuvan, mutta sillä voisi ihan yhtä hyvin lisätä animoitua sisältöä opetusvideoihin. Esimerkiksi animoidusta sisällöstä riippuvan sisällön tekeminen ei oikein onnistu Geogebbran avulla, mutta ymmärrykseni mukaan sellainen onnistuisi animaatio-ohjelman avulla. Esimerkiksi moottorin pyörivän magneettikentän mallintaminen onnistuu vaivatta, mutta haluaisin saada myös roottorin pyörimään tämän magneettikentän ohjaamana.

7.1 Videoideoita

Tutkimustyön aikana ja osittain sen ulkopuolelta olen ideoinut monia videoiksi sopivia aiheita oman työni tueksi. Vielä en ole löytänyt resurssia näiden ideoiden toteuttamiseksi. Haastan sähköalan opettajat miettimään opetuksen näkökulmia uudelleen, sillä monessa kohdassa käytännöllinen asennustekniikan lähestymistapa on kaukana siitä, miten asioita teoreettisesti käydään läpi. Mielestäni sähkötekniikan teorian pitäisi valottaa niitä asioita, joita tehdään konkreettisissa asennustöissä. En tiedä, olenko sen oikeamassa kuin muutkaan. Voi olla, että minun lähestymistapani osoittautuu huonoksi, mutta haluaisin kokeilla ja saada palautetta niistä. Seuraavissa kappaleissa on lyhyt kuvaus ideoista ja perusteet niiden toteuttamiseksi.

7.1.1 Antennitekniikka

Opetan sähkö- ja automaatioasentajille antennitekniikkaa. Edelleen lähes jokaisesta asunnosta löytyy televisiota varten antennipistorasia. Antennijärjestelmää on pitkään oltu muuttamassa käyttämään yleiskaapeloinnin kaapelointia. Television lähetystekniikka on radiotekniikkaa käyttävä järjestelmä ja usein opiskelijoiden ainoa kosketus perinteiseen radioaaltoja käyttävään tiedonsiirtojärjestelmään.

Nykyaikaisen omakotitalon antennitekniinen järjestelmä on tehty hyvin yksinkertaiseksi. Liittimet on standardisoitu ja antennipistorasioina käytetään lähes pelkästään päätyviä rasioita. Antennikaapelin käsittely ja liitosten tekeminen on käytännössä hyvin helppoa ja usein opiskelijoille jää hieman liian yksinkertainen kuva antennijärjestelmästä. Antennijärjestelmään kuuluu kuitenkin huima määrä erilaisia komponentteja, joita ei yleensä ehditä käymään läpi. Lähetystekniikka käydään läpi lähinnä Digitan asennusohjeiden mukaisesti. Haluaisin toteuttaa videosarjan, jossa antennitekniikkaa käytäisiin läpi perusteellisemmin. Aiheita videoilla olisi:

- sähkömagneettisen spektrin käsite ja kanavajako
- signaalin käsite ja laatu
- tiedonsiirtokaapelin ja sähköjohdon erot
- sovittamisen periaate
- antennien rakenne ja toimintaperiaate

- jakelutekniikka – kanavanipun käsite
- antenniverkon passiiviset komponentit
- vahvistimet
- Antennisignaalin mittaaminen.

Tämä opetuskokonaisuus kuuluu vanhojen tutkinnon perusteiden mukaan kiinteistöjen heikkovirta ja -tietojärjestelmät -opintokokonaisuuteen. Vuonna 2020 aloittaneet sähkö- ja automaatioalan tutkinnon perusteissa antennitekniikan sisällöt kuuluvat pien- ja pienisjännitejärjestelmien opintokokonaisuuteen.

7.1.2 Suojaus lämmön vaikutuksilta

Sähköasennuskaapeleiden mitoittamisen keskeisin tekijä on niiden suojaaminen liialliselta lämpenemiseltä. Huonot liitokset aiheuttavat liitoskohdan lämpenemisen. Lämpeneminen voi johtaa pahimmillaan tulipaloon ja mittaviin vaurioihin. Erilaiset kaapeleiden asennustavat ja niiden kuormitettavuuden laskuissa käytettävät korjauskertoimet perustuvat asennusten suojaamiseen liialliselta lämpötilan nousulta. Haluaisin tehdä videon, jossa kaapelin läpi johdettaisiin oikeasti oikosulkuvirran suuruinen virta. Kaapeliin kiinnitetyt lämpötila-anturit mittaisivat oikeasti sen lämpötilaa eri kohdissa. Anturin ja kaapelin voi ympäröidä lämpöeristeellä jne. Antureiden lämpötiloja esittelemällä voisi teorian muuttaa käytännön havainnoiksi lämmön vaikutuksista kaapeliin ja liitoksiin.

7.1.3 Jännitteestä ja virrasta

Jännite ja virta ovat sähkötekniikan keskeisimmät suureet. Näihin pitäisi mielestäni keskittyä nykyistä enemmän. Ottaisin myös sähkövirran yhteydessä myös magnetismin kiinteämmin esille. Monesti sähkötekniikan opetuksessa keskitytään resistanssiin ja ennen kaikkea erilaisten resistanssin sarja-, rinnan- ja sekakytkentöihin. Sähköasentajalle riittäisi suurimmassa osassa tapauksissa yhden resistanssin tutkiminen. Videon perusajatuksena olisi korostaa sitä, että sähköverkossa kuorma päättää sähkövirran suuruuden. Suuri osa valmistuvista opiskelijoista ei ymmärrä kunnolla sähkövirran ja jännitteen eroa.

Videon perusajatus olisi korostaa käytännön sähköasennusten kaapelin rakennetta, eli sitä että sähkövirta kuormaan ja pois sieltä kulkee samaa kaapelia pitkin. Virran suuruuden määrää kaapelin päässä oleva kuormitus. Kuorman määräämän sähkövirran muoto ei aina määräydy syöttöjännitteestä. Usein tasajännite käsitetään vakiosuuruiseksi, mutta käytännössähän pariston tai akun jännite laskee jatkuvasti energiavaraston tyhjentymässä. Mikään ei estä tasajännitteeseen kytketyn kuorman ottaman virran vaihtelua. Yksinkertaisimmillaan vaikkapa auton vilkku on kytketty suhteellisen vakaaseen tasajännitteeseen, mutta sen ottama virta on sykkivää tasavirtaa. Sama analogia toimii vaikkapa matkapuhelimen akun virrankulutukseen. Aikajakoisesti jaksotettu radiosignaalin lähettäminen aiheuttaa virrankulutukseen suuren vaihtelun. Vaihtojännite esitetään yleisimmin sinimuotoisena, mutta säröjä ja yliaaltoja aiheuttava kuormitus muuttaa sähkövirran muodon hyvinkin kauas sinimuotoisuudesta. Kaikkien näiden ajatusten saaminen videoiksi vaatii usean videon sarjan. Haluaisin ottaa myös sähkömagnetismin paremmin huomioon sähkövirran käsittelyn yhteydessä, sillä mielestäni se käsitellään liian irrallisena asiana nykyisissä oppikirjoissa.

7.1.4 Sähköasennuksen perusteet

Sähköasennuksen peruskytkennät ja säännöt voisi helposti tehdä videoiksi. Tällä hetkellä ne opetetaan Rasekossa ensimmäisellä luokalla taitavien opettajien johdolla. Mikäli sähköasennuksen strategiaa muutettaisiin ja tulevaisuudessa suurempi osa opiskelijoista otettaisiin jatkuvan haun kautta, niin näille eri aikoina aloittaville opiskelijoille voisi olla antoisaa käydä osa asioista läpi videoina. Omiin opiskelijaryhmiini on tullut uusia opiskelijoita kesken vuotta. Näissä tilanteissa on haasteellista käydä uuden opiskelijan kanssa läpi niitä asioita, joita muun ryhmän kanssa on käyty jo aikaisemmin. En erittele sisältöjä tämän tarkemmin, mutta korostan että tämäntyyppisten videoiden tekeminen pitäisi lähteä koulun opetusstrategian muutoksesta. Se taas vaatisi sisäistä keskustelua ja ehkä jopa pedagogisen johdon päätöksiä.

8 Yhteenveto

Opetusvideon tuottaminen on yhdistelmä teknistä ja pedagogista osaamista. Videon taso pitää sovittaa vastaanottajan tasolle sopivaksi. Videointi vie aikaa ja resursseja,

mutta on tekijälle palkitsevaa. Opiskelijat ottavat videot yleensä positiivisesti vastaan ja jokaisella heillä on oma henkilökohtainen päätelaite jatkuvasti mukana. Oikeastaan voisi sanoa, että minkään muun oppimateriaalin jakaminen ei ole niin helppoa kuin on videon jakaminen youtubessa.

Opetuksen järjestäjälle videoinnin suurin este on tekijän innostaminen tekemiseen. Työtunteja kuluu, eikä tätä työtä voi tehdä muun työn ohessa. Suunnitteluun pitää ottaa mukaan ihmisiä sitä enemmän, mitä laajemman käyttäjäkunnan näille videoilla haluaa. Opettaja, joka on ollut mukana videon suunnittelussa tai toteutuksessa, käyttää videota todennäköisemmin omassa työssään. Videoinnissa käytettävät työkalut ovat halpoja. Ohjelmistoja saa ilmaiseksi käyttöön ja laitteidenkin hinnat ovat kohtuullisia. Hyvälaatuinen audiotallennin maksaa muutamia satasia ja kameran saa noin viidellä sadalla eurolla. Organisaation kannalta esteenä on siis lähinnä työvoimakustannukset ja osaaminen. Opettajan henkilökohtaisella panoksella on tutkitusti vaikutusta opiskelijoiden innostukseen videoiden katsomiseen. Sen perusteella ei videon tekemistä kannata ostaa ulkopuolisiltakaan. Opetusvideon tekeminen pitäisi muuttua yhtä arkipäiväiseksi asiaksi, kuin nykyisin on kalvoesityksen tekeminen. Videoilta pitää vaatia laatua ja niiden on oltava katsojaystävällisiä. Hyvän videon laatimiseen on paljon ohjeita saatavilla, joten siitäkään ei enää ole tekosyyksi.

Lähteet

Satu Hakanurmi 2019 Pedagogisesti mielekäs video, ERappu Turkulaisten korkeakoulujen yhteistyöfoorumi, <https://blogit.utu.fi/erappu/pedagogisesti-mielekas-video>, 22.11.2020.

Pirkko Kepanen 2018 ”Ymmärsin olevani jonkin täysin uuden opiskelutavan edessä” Narratiivinen tutkimus polusta ammatilliseksi erityisopettajaksi osaamisperusteisessa koulutuksessa

Tekijänoikeudet opetuksessa 22.11.2020 <https://blogs.helsinki.fi/tekijanoikeudet-opetuksessa/>

Johanna Aulio 2015 Vähän parempi video Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 102

Hannu L.T. Heikkinen, Esa Rovio, Leena Syrjälä 2006 Toiminnasta tietoon Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat Kansanvalistusseura