



## TUTORIAALIT FYSIIKAN YLIOPISTO-OPETUKSESSA - OPISKELIJOIDEN KOKEMUKSET

Risto Leinonen, Mikko H. P. Kesonen, Mervi A. Asikainen & Pekka E. Hirvonen  
Itä-Suomen yliopisto

### TIIVISTELMÄ

*Fysiikan yliopisto-opetuksen tutkimus- ja kehitystyön tuloksena on syntynyt uusia opiskelijoiden omaa ajattelua aktivoivia opetusmenetelmiä. Eräs tunnettu opetusmenetelmä ja -materiaali on tutoriaalit. Tutoriaaleissa opiskelijat syventyvät ryhmissä fysiikan käsitteiden ja lakien ymmärrystä syventäviin tutkimusperustaisiin tehtäviin. Tässä tutkimuksessa selvitetään opiskelijoiden kokemuksia tutoriaalien käytöstä ensimmäisen vuoden fysiikan kursseilla. Tulosten mukaan opiskelijat suhtautuvat tutoriaalien käyttöön pääsääntöisesti positiivisesti. Hyvinä puolina mainittiin ajattelun aktivoiminen, ryhmätyöskentely sekä osaan tutoriaaleista kuuluvat kokeelliset osiot. Kritiikkinä esitettiin ohjaajien vähäinen määrä ja se, että oikeita vastauksia ei anneta. Tulosten perusteella opiskelijat ymmärtävät tutoriaalien tarkoituksen osana opetusta.*

### JOHDANTO

Tutkimukset ovat osoittaneet, että yliopistolle tyypillinen opettajajohtoinen luento-opetus harvoin johtaa hyviin oppimistuloksiin luonnontieteissä. (Benegas & Flores, 2014; Hake, 1998) Oppimisen edistämiseksi on kehitetty useita tutkimusperustaisia tapoja muokata luentoympäristössä tapahtuvaa opetusta opiskelijoita aktivoivampaan ja oppimista edistävään suuntaan (Crouch & Mazur, 2001; McDermott & Shaffer, 2003; Meltzer & Manivannan, 2002; Sharma, Millar, & Seth, 1999). Tyypillisesti näissä opetuksen lähestymistavoissa keskitytään fysiikan käsitteiden merkitysten ja niiden välisten riippuvuuksien kautta tukemaan lakien ja teorioiden syvällistä ymmärrystä. Tämän toteuttamisessa hyödynnetään opiskelijoiden välistä vuorovaikutusta.

### Tutoriaalit

Eräs tunnetuimmista yliopistofysiikan opetusmenetelmistä ja -materiaaleista on *tutoriaalit* (Tutorials in Introductory Physics), joita käytetään myös tässä tutkimuksessa. Tutoriaalit on Washingtonin yliopistossa kehitetty tapa opettaa fysiikkaa ja täydentää perinteistä opetusta (McDermott & Shaffer, 2010). Tutoriaalit

keskittyvät opiskelijoiden fysiikan käsitteellisen ymmärryksen, lakien ja ilmiöiden välisen ymmärryksen ja tieteellisten perustelutaitojen syventämiseen. Syyjuuri tutoriaalien käytölle tässä tutkimuksessa on niiden vahvassa tutkimusperustassa ja laajoissa niiden toimivuutta varmentavissa kansainvälisissä tutkimuksissa; jokaisen tutoriaalin taustalla on monivaiheinen ja pitkäjänteinen tutkimusprosessi, ja tutoriaalien kehittämisestä ja vaikutuksista oppimiselle on julkaistu kymmeniä tutkimusartikkeleita.

Tutoriaalien aikana opiskelijat täydentävät tutkimusperustaisia tehtäväpaketteja ryhmissä keskustellen (McDermott & Shaffer, 2010). Tutoriaaliopetus alkaa itsenäisesti tehtävillä esitesteillä, joilla testataan opiskelijoiden tietämystä käsiteltävään aiheeseen liittyen. Toisaalta esitellit auttavat opiskelijoita arvioimaan omaa osaamistaan.

Esitestin jälkeen opiskelijat muodostavat 2–4 henkilön ryhmiä, joissa he käyvät läpi oppikirjasta löytyviä tutkimusperustaisia fysiikan käsitteisiin ja periaatteisiin kohdentuvia tehtäväkokonaisuuksia (McDermott & Shaffer, 2010). Ryhmäkeskusteluiden avulla löydetään vastauksia materiaaleissa esitettyihin tiedon muodostusta tukeviin kysymyksiin. Ohjaajat osallistuvat keskusteluihin tarvittaessa. He eivät kuitenkaan tarjoa valmiita vastauksia opiskelijoiden kysymyksiin, vaan heidän roolinaan on esittää opiskelijoiden ajattelua tukevia, haastavia ja syventäviä kysymyksiä siten, että opiskelijat löytävät ryhmässä vastaukset ja ymmärtävät sen, että minkälaisia kysymyksiä heidän tulee kysyä itseltään oppimisen edistämiseksi. Tutkimuksellisesti on osoitettu, että valtaosa ryhmistä pystyy selviämään tehtävistä itsenäisesti, jolloin ohjaajan roolina on ohjata keskustelua oikeaan suuntaan. Usein tutoriaalit sisältävät muutaman ns. tarkastuspisteen, joissa opiskelijat perustelevat vastauksena ohjaajille, ennen kuin he voivat jatkaa eteenpäin. (Kryjevskaja, Boudreaux, & Heins, 2014). Oikeita vastauksia ei tyypillisesti käydä läpi myöskään sessioiden lopussa, mikä lisää opiskelijoiden omaa vastuuta prosessissa. Tutoriaalisessio kestää 50–60 minuuttia. Myöhemmin tarkastettavat kotitehtävät syventävät ja vahvistavat tutoriaaleissa käsitellyjä teemoja. Osa tutoriaaleista sisältää myös kokeellisen osion tai demonstraatioita. (McDermott & Shaffer, 2003)

Tutoriaalit on suunniteltu toteutettavaksi noin 20 henkilön ryhmissä kahden ohjaajan voimin. Tutoriaaleja on kuitenkin käytetty onnistuneesti erilaisissa oppimistilanteissa, myös luentoympäristössä. Tällöin luentosalissa jätetään joka toinen rivi tyhjäksi, jolloin ohjaajille jää tilaa liikkua ja keskustella opiskelijoiden kanssa (Kesonen, Asikainen, & Hirvonen, 2013; Kryjevskaja ym., 2014).

### **Opiskelijoiden kokemuksia tutoriaaleista**

Steinberg ja Donnelly (2002) raportoivat opiskelijoiden kokeneen tutoriaalit positiivisesti; opiskelijoiden mukaan tutoriaalit lisäävät fysiikan ymmärtämistä. Tutoriaalisessioiden työskentelyä on kuvattu eloisaksi, ja useat opiskelijat ovat

jatkaaneet työskentelyä myös varsinaisen työskentelyajan jälkeen. Tutoriaalien käyttö vähensi myös kurssin keskeyttäneiden määrää.

Maukin ja Hingleyn (2005) mukaan opiskelijoiden mielipiteet tutoriaalien käytöstä jakaantuivat. Valtaosa opiskelijoista arvioi tutoriaalien edistyneen käsitteellisen ymmärryksen kehittymistä ja kurssin tavoitteiden saavuttamista. Tutoriaaleja sisältänyt kurssi arvioitiin keskimäärin perinteisiä luentokursseja paremmaksi. Toisaalta tutoriaalien ei koettu herättävän kiinnostusta fysiikkaa kohtaan, ja oikeiden vastausten puuttumista kritisoitiin.

Turpen, Finkelstein ja Pollock (2009) havaitsivat tutkimuksessaan, että tutoriaalien hyödyllisyys oppimisen osalta koettiin eri kursseilla eri tavoin. Ensimmäisen vuoden kursseilla tutoriaalien hyödyllisyys arvioitiin keskimäärin vähäiseksi, mutta toisen vuoden kursseilla arviot olivat positiivisempia. Kävi myös ilmi, että opiskelijoiden arviot tutoriaalien miellyttävyydestä olivat pääsääntöisesti negatiivisia. Ohjaajien rooli oppimisen kannalta koettiin kuitenkin positiivisena.

Cruzin, O'Shean, Schaffenbergerin, Wolfin ja Kortemeyerin (2010) mukaan opiskelijat kokivat tutoriaalit vain hieman hyödyllisinä oppimiselle. Tätä perusteltiin sillä, että niissä ei opeteta yhtälöitä eikä logiikkaa. Ohjaajien tapaa "pimittää" oikeita vastauksia kritisoitiin, ja poikkeuksellisen suuri joukko jätti kurssin kesken tai vaihtoi toiseen kurssiin tutoriaalien käytön takia.

Olemassa oleva tutkimus osoittaa, että opiskelijat ovat kokeneet tutoriaalien käytön monella tavoin. On syytä olettaa, että tutkimusmenetelmät ja opiskelijoiden taustat vaikuttavat tuloksiin, joten tulokset ovat haastavia tulkita. Näyttää kuitenkin siltä, että useissa tapauksissa opiskelijat tunnistavat tutoriaalien oppimista tukevan vaikutuksen, mutta niiden käytöstä ei välttämättä pidetä.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan opiskelijoiden suhtautumista opiskelijoita aktivoivan tutoriaaliopetusmenetelmän käyttöön ensimmäisen vuoden fysiikan kursseilla. Aihetta lähestytään seuraavan tutkimuskysymyksen avulla:

*Kuinka opiskelijat kokevat perinteistä luento-opetusta täydentävien tutoriaalien käytön fysiikan peruskursseilla yliopistossa?*

## **MENETELMÄT**

Aineisto kerättiin Fysiikan perusopinnot -kokonaisuuden päätteeksi. 25 opintopisteen kokonaisuus koostuu neljästä luento- ja laskuharjoituskurssista ja yhdestä laboratoriokurssista, joilla keskitytään esimerkiksi mekaniikan, lämpöopin, aaltojen, sähkömagnetismin ja modernin fysiikan sisältöihin (Knight, 2008). Luennoilla käydään läpi oppikirjan mukaisia teemoja ja laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät omia ratkaisujaan teemoihin liittyviin kotitehtäviin.

Neljän luentokurssin aikana järjestettiin 11 tutoriaalia (Voimat, Työ ja energia, Energia ja liikemäärä, Ideaalikaasulaki, Yksinkertainen harmoninen liike, Kapasitanssi, Tasavirtapiirit, Lenzin laki, Kahden lähteen interferenssi, Valon suoraviivainen kulku ja Valosähköinen ilmiö), joihin osallistui 40–80 opiskelijaa tutoriaalista riippuen (45% - 71% kurssille ilmoittautuneista). Opiskelijoille tiedotettiin tutoriaaleista etukäteen, ja osallistujia palkittiin muutamalla lisäpisteellä kurssiarvioinnissa. Peruskursseilla I ja II tutoriaali ohjaajia oli yhteensä kolme ja Peruskursseilla III ja IV kaksi. Kolme tutoriaaleista sisälsi kokeellisen osan, ja yhdessä ohjaaja näytti koko ryhmälle demonstraatioita salin edestä.

Itsenäisesti tehtyjen esitestiä jälkeen valtaosa opiskelijoista muodosti 2–4 henkilön työskentelyryhmiä, mutta muutamat opiskelijat työskentelivät itsenäisesti.

### **Aineiston keruu ja analyysi**

Aineisto kerättiin kyselylomakkeella Fysiikan peruskurssi IV:n loppukokeen yhteydessä. Kyselylomakkeella kerättiin tarvittavat taustatiedot opiskelijoista, heidän osallistumisaktiivisuudestaan sekä heidän kokemuksistaan tutoriaaleista. Saadaksemme mahdollisimman autenttista tietoa käytimme avoimia kysymyksiä. Kysymysten teemat valittiin siten, että tutoriaalien erityispiirteet, kuten ryhmätyöskentely ja ohjaaja-opiskelija-vuorovaikutus tulivat käsitellyiksi.

Valmiita teemoja luokittelulle ei muodostettu etukäteen, joten aineistoa analysoitiin osin aineistolähtöisesti, joskin aiemman tutkimuksen tuntemus ohjasi luokkien muodostamista (Elo & Kyngäs, 2008; Tuomi & Sarajärvi, 2002). Luokittelun aluksi tutkija analysoi opiskelijoiden vastaukset toistuvia teemoja hakien. Löytyneistä teemoista muodostettiin luokkia, joihin opiskelijoiden samoja teemoja noudattavat vastaukset sijoitettiin. Kun opiskelijoiden vastauksista löytyi uusia teemoja, jo kertaalleen luokitellut vastaukset analysoitiin uudelleen.

## **TULOKSET**

Kyselyyn vastasi 60 opiskelijaa, joista kolme ei ollut osallistunut yhteenkään tutoriaaliin, joten heidän vastauksiaan ei tarkasteltu. Pääaineena vastanneilla oli tyypillisesti matematiikka, fysiikka tai kemia. Keskimäärin kyselyyn vastannut opiskelija oli osallistunut 8,1 tutoriaaliin mahdollisesta yhdestätoista, ja liki neljännes vastanneista oli osallistunut kaikkiin tutoriaaleihin. Yleisimmäksi syyksi olla osallistumatta tutoriaaleihin ilmoitettiin aikatauluongelmat.

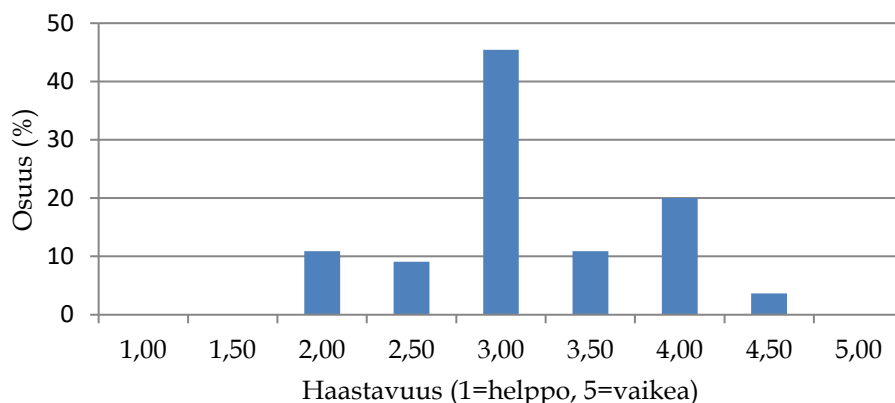
### **Tutoriaalien vaativuus**

Opiskelijoita pyydettiin arvioimaan tutoriaalien vaativuutta seuraavalla tehtävänannolla:

Arvioi tutoriaalien vaativuutta asteikolla 1-5 (1=helppoja, 2=melko helppoja, 3=eivät helppoja eikä vaikeita, 4=melko vaikeita, 5=vaikeita). Kuinka kuvailisit

tutoriaaleissa käytyjen asioiden haastavuutta? Huomioithan kaikki käymäsi tutoriaalit vastauksessasi.

Kaikki opiskelijat eivät vastanneet tehtävään yksikäsitteisesti tehtävänannon edellyttämällä tavalla, vaan useat ilmoittivat vaikeudeksi esimerkiksi 3–4 tai 3½, joten jaoin aiemmin viisiportaiseksi suunnitellun asteikon yhdeksänportaiseksi. Opiskelijoiden vastauksista koostettu histogrammi esitetään kuviossa 1. Vastausten perusteella tutoriaalien haastavuus vaikuttaa sopivalta, eli tehtävät koettiin hieman vaativina (ka.=3,1).



Kuvio 1. Opiskelijoiden arviot tutoriaalien vaativuudesta. N=57, tyhjiä vastauksia 2.

### Hyvää ja huonoa tutoriaaleissa

Opiskelijoiden näkemyksiä tutoriaalien hyvistä ja huonoista puolista selvitettiin seuraavilla kysymyksillä:

Kerro omin sanoin, mikä oli mielestäsi parasta tutoriaaleissa.

Kerro omin sanoin, mikä oli mielestäsi huonointa tutoriaaleissa.

Taulukossa 1 on esitetty opiskelijoiden luokitellut vastaukset kysyttäessä tutoriaalien hyviä puolia. Yksittäisen opiskelijan vastaus voi kuulua useampaan kuin yhteen luokkaan.

Taulukko 1. Luokittelu opiskelijoiden mainitsemista tutoriaalien parhaista puolista. N=57, tyhjiä vastauksia 7.

Teema	Mainintojen lukumäärä
Oivaltaminen, ajattelun aktivoiminen, oppiminen	26
Ryhmässä toimiminen	16
Kokeet, havainnointi, teorian ja käytännön yhteys	8
Muut	8

Iso osa opiskelijoista nosti esiin teeman 1 oppimisen kokemukseen liittyvät asiat, kuten oivaltamisen ja ajattelun aktivoimisen. Myös ryhmässä toimiminen koettiin positiivisena, ja kymmenen opiskelijaa mainitsi parhaana puolena näiden yhdistelmän painottaen ”ryhmässä oivaltamista”. Kokeellisten osioiden ja opettajan näyttämien demonstraatioiden esitettiin selventävän teorian ja käytännön välistä yhteyttä. Yksittäiset opiskelijat mainitsivat parhaana puolena osallistumisesta saatavat lisäpisteet.

Opiskelijoiden ilmoittamissa tutoriaalien huonoissa puolissa oli hajontaa hyviä puolia enemmän. Luokittelu esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Luokittelu opiskelijoiden mainitsemista tutoriaalien huonoista puolist. N=57, tyhjiä vastauksia 9.

Teema	Mainintojen lukumäärä
1. Opetuksen tahti	10
2. Ohjaajien tai avun odottelu	9
3. Vaikeustaso tai laajuus	9
4. Oikeita vastauksia ei saada	6
5. Osaamattomuus, jumiutuminen	5
6. Ryhmätyöskentelyyn liittyvät ongelmat	3
7. Muut	9

Puolet ensimmäisen luokan kymmenestä opiskelijasta piti tahtia liian nopeana ja puolet liian hitaana. Yhdeksästä opiskelijasta luokassa 3 yksi piti tutoriaaleja hyödyttömän helppoina, kun muut pitivät niitä liian vaikeina tai pitkinä. Luokka 4 kertoo sen, että opiskelijat haluavat vahvistuksen vastaustensa oikeellisudesta. Luokat 5 ja 6 johtuvat ryhmien suuresta koosta, mutta näiden luokkien opiskelijoiden osuus on maltillinen.

### Ryhmätyöskentely ja ohjaajien toiminta

Opiskelijoiden näkemyksiä ryhmätyöskentelystä ja ohjaustavasta selvitettiin seuraavin kysymyksiin:

Miltä tutoriaalitehtävien tekeminen pienryhmissä tuntui oppimisen kannalta?  
Mikäli teit tutoriaalit yksin, kerro tämä.

Miltä opettajien ohjaustapa tuntui oppimisen kannalta?

Opiskelijoiden luokitellut vastaukset ensimmäiseen kysymykseen esitetään taulukossa 3. Liki puolet opiskelijoista mainitsi pienryhmätyöskentelyn hyvänä oppimista edistävänä asiana. Myös uudet näkökulmat, parempi muistaminen ja motivaatio nostettiin esille. Negatiivisissa kommentteissa todettiin ryhmätyöskentelyn olevan hyödytöntä, vahvasti riippuvaista ryhmän kokoonpanosta ja jäsenten tietotasosta tai sen olevan hitaampaa kuin yksin työskentely.

Taulukko 3. Opiskelijoiden luokitellut vastaukset pienryhmätyöskentelystä oppimisen kannalta. N=57, tyhjiä vastauksia 6.

Teema	Mainintojen lukumäärä
Oppiminen, ymmärtäminen, ajattelu, oivalta- minen	28
Tuo lisää näkökulmia	8
Asiat jäävät paremmin mieleen	4
Muut positiiviset kommentit	12
Negatiiviset kommentit	6

Ohjaajien työskentelyä kommentoitiin maltillisesti, mutta vastauksista voitiin kuitenkin muodostaa muutama luokka, jotka esitetään taulukossa 4. Negatiivisten kokemusten luokalle on esitelty myös hienorakenne.

Taulukko 4. Opiskelijoiden luokitellut vastaukset ohjaajien työskentelystä oppimisen kannalta. N=57, tyhjiä vastauksia 7.

Teema	Mainintojen lukumäärä
1. Positiiviset kokemukset	31
2. Negatiiviset kokemukset	Yht. 21
• Oikeita vastauksia kaivattiin	11
• Liian vähän ohjaajia	7
• Ohjauksessa edettiin liian nopeasti tai liian hitaasti	3
3. Muut	7

Positiiviset kokemukset -luokassa todettiin ohjauksen olleen esimerkiksi toimivaa, hyvää tai hyödyllistä, mutta täsmällisempää hienorakennetta ei havaittu. Kriittisemmissä huomioissa korostui se, että ohjaajilta olisi kaivattu suuremmin oikeita vastauksia. Muut-luokassa nostettiin esille esimerkiksi ohjaajien erot.

### ***Kokeelliset työt ja demonstraatiot***

Opiskelijoiden näkemyksiä kokeellisuudesta ja opettajien näyttämistä demonstraatioista osana tutoriaaleja selvitettiin seuraavien kysymysten avulla:

*Miten koit itse tehtävät kokeelliset työt oppimisen kannalta?*

*Miten koit opettajan näyttämät demonstraatiot oppimisen kannalta?*

Opiskelijoiden vastaukset seurasivat molemmissa kysymyksissä samoja teemoja, joten niille käytettiin samaa taulukossa 5 esitettyä luokittelua.

Taulukko 5. Opiskelijoiden luokitellut vastaukset kokeellisista töistä ja demonstraatioista oppimisen kannalta. N=57, tyhjiä vastauksia 10 ja 12.

Teema	Mainintojen lukumäärä	
	Kokeelliset työt	Demonstraatiot
1. Positiiviset kokemukset	Yht. 42	Yht. 42
• Yleiset positiiviset kokemukset	33	31
• Havainnointi ja konkretia auttavat oppimista	7	8
• Asiat jäävät paremmin mieleen	2	3
2. Negatiiviset kokemukset	9	8

Positiiviset kokemukset -luokkaan sijoitettiin yli puolet kyselyyn vastanneiden opiskelijoiden vastauksista. Näissä vastauksissa mainittiin kokeellisten töiden ja demonstraatioiden olevan esimerkiksi hyödyllisiä, oppimista auttavia tai mielenkiintoisia. Myös kokeiden ja demonstraatioiden hyödyllisyys fysiikan sisällön havainnollistamisessa tai sen liittämässä "todelliseen maailmaan" mainittiin usein. Negatiiviset kokemukset liittyivät pääsääntöisesti havainnoinnin hankaluuteen demonstraatioissa ja kokeellisten osioiden yleiseen hyödyttömyyteen.

## POHDINTA

Vastaus tutkimuskysymykseemme, eli kuinka opiskelijat kokevat perinteistä luento-opetusta täydentävien tutoriaalien käytön fysiikan peruskursseilla yliopistossa, ei ole yksikäsitteinen. Pääsääntöisesti tulokset osoittavat opiskelijoiden otaneen tutoriaalit positiivisesti vastaan, kuten Steinbergin ja Donnellyn tutkimuksessa (2002), mutta myös kritiikkiä tutoriaalien käyttöä kohtaan esiintyy. Tutoriaalien parhaimpina puolina mainittiin ajattelun aktivoiminen ja ryhmätyöskentely (Steinberg & Donnelly, 2002), molemmat tutoriaalien kehittäjien asettamia tavoitteita (McDermott & Shaffer, 2003).

Ohjaajien toiminta sai pääsääntöisesti hyvää palautetta (vrt. Turpen, Finkelstein, & Pollock, 2009), vaikka ohjaajien vähäistä määrää ja oikeiden vastausten puutetta kritisoitiinkin. Jälkimmäinen näistä on tuttu kritiikin aihe myös aiemmista tutkimuksista (Cruz ym., 2010; Mauk & Hingley, 2005). Ohjaajien vähyden kritisointi on aiheellista ja perusteltua, ja myöhemmin tutoriaaleihin onkin palkattu opettajaopiskelijoita apuohjaajiksi. Kritiikki oikeiden vastausten puuttumisesta ei kohdistu ohjaajiin, vaan tutoriaalien taustaideologiaan oppimisesta. Osa opiskelijoista ei ole ehkä sisäistynyt sitä, kuinka tärkeitä oman vastauksen oikeellisuuden arviointitaidot ovat. Arvioitaessa oman vastauksen oi-



keellisuutta ja logiikkaa kehittyvät samalla keskeisesti fysiikan syvälliseen ymmärtämiseen tarvittavat tehtävien ja fysiikan rakenteiden analysointitaidot. Tutoriaaleista tehty tutkimus (McDermott & Shaffer, 2003) on osoittanut, että valtaosa ryhmistä voi selviytyä tehtävistä, mutta tulostemme perusteella osa opiskelijoista ei luota tähän ilman ohjaajalta saatua vahvistusta. Yhteinen loppukoonti kuitenkin vaarantaisi opiskelijoiden omasta vastuusta seuraavan välttämättömän ajatusprosessin, joten tällaisen loppukoonnin pitämiselle tulisi olla painavampia syitä, kuten esimerkiksi sen oppimista parantava vaikutus tutoriaalien yhteydessä.

Opiskelijoiden tekemät kokeelliset työt ja ohjaajien näyttämät demonstraatiot saivat pääosin hyvää palautetta. Tutoriaaliden vaikeustason tai etenemisnopeuden kritiikki on oikeutettua, mutta opetustahtia ei voida sovittaa kaikille sopivaksi, vaikkakin lisäohjaus mahdollistaa tehokkaamman eriyttämisen.

Tulosten perusteella opiskelijat näkevät tutoriaalit uudenlaisena mielekkäänä tapana oppia, ja opiskelijoiden antamista vastauksista näkyy, että he ymmärtävät tutoriaaliden tarkoituksen melko hyvin. Näitä näkemyksiä voitaisiin syventää haastatteluin, jolloin päästäisiin käsiksi opiskelijoiden näkemysten taustoihin, jolloin näitä voitaisiin harkinnanvaraisesti huomioida myös opetuksessa.

Tutoriaaliden laajamittaisempi käyttö myös fysiikan aineopintotason kursseilla voisi johtaa laadukkaampaan oppimiseen ja laajentaa myös tutkimuskenttää. Jotkut tutoriaaleista sopisivat esimerkiksi mekaniikan, termofysiikan ja fotonikan aineopintokursseille, ja lisäksi viime vuosina on kehitetty tutoriaaleja ja muita yliopistotasoisia oppimateriaaleja myös entistä vaativimpiin sisältöihin. On syytä huomata, että oppijakeskeiset menetelmät yleistyvät nyt myös lukiotasolla, joten oppijan omaa ajattelua aktivoiviin työtapoihin saadaan tuntumaa jo ennen yliopisto-opintoja, mikä edelleen madaltaa kynnystä käyttää ja kehittää tutoriaalilyyppisiä menetelmiä ja materiaaleja yliopisto-opetuksessa. Mikäli tutoriaaliopetusta ei voi toteuttaa sellaisenaan, niin rohkaisemme opettajia ottamaan fysiikan käsitteiden merkityksiin ja riippuvuuksiin liittyvät pienryhmäkeskustelut osaksi luento-opetusta, sillä se ei ainoastaan paranna oppimista, vaan opiskelijat myös tiedostavat tämän edut, mikä auttaa sitoutumisessa oppimiseen.

## LÄHTEET

- Benegas, J. & Flores, J. S. (2014). Effectiveness of Tutorials for Introductory Physics in Argentinean high schools. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10, 010110.
- Crouch, C. H. & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.

- Cruz, É., O'Shea, B., Schaffenberger, W., Wolf, S., & Kortemeyer, G. (2010). Tutorials in Introductory Physics: The Pain and the Gain. *The Physics Teacher*, 48, 453-457.
- Elo, S. & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Kesonen, M., Asikainen, M. A., & Hirvonen, P. E. (2013). Assessing the impact of a tutorial intervention when teaching the ray model of light in introductory physics. *European Journal of Physics*, 34, 849-857.
- Knight, R. D. (2008). *Physics for Scientists and Engineers - A Strategic Approach with Modern Physics*. San Francisco: Pearson.
- Kryjevskaja, M., Boudreaux, A., & Heins, D. (2014). Assessing the flexibility of research-based instructional strategies: Implementing tutorials in introductory physics in the lecture environment. *American Journal of Physics*, 82(3), 238-250.
- Mauk, H. V. & Hingley, D. (2005). Student understanding of induced current: Using tutorials in introductory physics to teach electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 73(12), 1164-1171.
- McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (2003). *Tutorials in Introductory Physics: Instructor's Guide*. New Jersey: Pearson.
- McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (2010). *Tutorials in Introductory Physics*. Boston: Pearson.
- Meltzer, D. E. & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70(6), 639-654.
- Sharma, M. D., Millar, R., & Seth, S. (1999). Workshop tutorials: Accommodating student-centred learning in large first year university physics courses. *International Journal of Science Education*, 21(8), 839-853.
- Steinberg, R. N. & Donnelly, K. (2002). PER-based reform at a multicultural institution. *The Physics Teacher*, 40, 108-114.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Jyväskylä: Tammi.
- Turpen, C., Finkelstein, N. D. & Pollock, S. J. (2009). Towards understanding classroom culture: Students' perceptions of tutorials. *Proceedings of Physics Education Research Conference* (ss. 285-288). New York: AIP Press.