

Kokemuksia fysiikan opiskelun haasteellisuudesta Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksella

Pro gradu -tutkielma, 31.5.2024

Tekijä:

NILO HUUHKA

Ohjaaja:

JUHA MERIKOSKI



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
FYSIKAN LAITOS

© 2024 Niilo Huuhka

Julkaisu on tekijänoikeussäännösten alainen. Teosta voi lukea ja tulostaa henkilökohtaista käyttöä varten. Käyttö kaupallisiin tarkoituksiin on kielletty. This publication is copyrighted. You may download, display and print it for Your own personal use. Commercial use is prohibited.

Tiivistelmä

Huuhka, Niilo

Kokemuksia fysiikan opiskelun haasteellisuudesta Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksella

Pro gradu -tutkielma

Fysiikan laitos, Jyväskylän yliopisto, 2024, 64 sivua

Tässä tutkielmassa selvitetään fysiikan opiskeluun liittyviä haasteita haastattelu-tutkimuksella. Tutkimuksen tarkoitus oli kerätä fysiikan opiskelijoiden henkilökohtaisia kokemuksia ja mielipiteitä niin fysiikan asiasisällöistä kuin myös opiskelun arjesta. Aineisto kerättiin kevättalvella 2024, ja tutkimukseen osallistui yhteensä kymmenen fysiikan pääaineopiskelijaa. Tutkimuksen datankeruu suoritettiin haastatteluilla.

Tutkimuksen keskeisimmät teemat ovat fysiikan opiskelun keskeisimmät haasteet, se miten opiskelijat menettelevät näiden haasteiden kanssa ja fysiikan arviointi. Tutkimuksessa onnistuttiin selvittämään monia opiskeluun liittyviä haasteita, joista keskeisiä olivat matematiikan opetus, fysiikan opiskelun kova tahti, opiskelun tuen puutteellisuus ja fysiikan kurssien arvioinnin haasteet. Tutkimuksen perusteella opetusta voisi kehittää lisäämällä kursseilla annettavaa tukea ja kehittämällä sekä laajentamalla matematiikan opetusta fysiikan laitoksella, jotta matematiikan kursseilla opetettua matematiikkaa osattaisiin soveltaa paremmin fysiikan käyttötarkoituksiin. Arvioinnin kannalta tenttien painoarvoa tulisi vähentää huomattavasti, ja monipuolisempien arviointimenetelmien sekä pitkäaikaisen arvioinnin käyttöä lisätä, jotta arviointi heijastaisi paremmin fyysikon työelämätaitoja. Mielummin kuin opiskella vain haluttujen arvosanojen saavuttamiseksi, nämä muutokset voisivat myös kannustaa opiskelijoita opiskelemaan syvällistä osaamista varten.

Avainsanat: Fysiikan opiskelu, haasteet, arviointi, opetuksen kehittäminen

Abstract

Huuhka, Niilo

Experiences of difficulties in studying physics at the University of Jyväskylä Department of Physics

Master's thesis

Department of Physics, University of Jyväskylä, 2024, 64 pages.

In this thesis difficulties in university level physics studies are investigated. Students' personal experiences and opinions on both physics and studying physics as a subject were collected. Ten physics major students were interviewed to gather the data during the winter and spring of 2024.

Central themes in the thesis are difficulties in studying physics, how students cope with these difficulties, and how students are evaluated during their studies. Many difficulties related to physics studies were discovered, of which most impactful were those related to mathematics education, fast pace of physics education, the lack of learning support and unsuitable evaluation methods.

The research showed that physics education could be improved by increasing support for students, and developing and expanding mathematical education at the Department of Physics to enhance students' ability to apply the acquired mathematical knowledge on physics courses. Evaluation should move away from heavy emphasis on exams and increase the usage of diverse evaluation methods and long-term assessment, as to better reflect work life skills of physicists. These improvements would also encourage students to study for meaningful competence instead of focusing on achieving desired grades.

Keywords: University level physics studies, difficulties, evaluation, education research

Esipuhe

Haluan kiittää kaikkia niitä, jotka mahdollistivat tämän tutkielman valmistumisen, etenkin haastatteluun osallistuneita ja fysiikan laitoksen henkilökuntaa. Lisäksi haluan kiittää kaikkia niitä, jotka ovat osallistuneet keskusteluun ja jakaneet ideoita sekä mielipiteitä aiheeseen liittyen.

Aloitin itse opinnot viisi vuotta sitten. Silloin kanssani aloitti moni, joka on nyt jättänyt opintonsa kesken. Harmillista on se, etten tiedä syytä keskeytyksille. Yksi kerrallaan on jokin vanha kaveri päättänyt jättää luennon väliin viimeisen kerran. Toivon, että työstäni on hyötyä opetuksen kehittäjille, ja saan jaettua tutkielmani kautta opiskelijoiden mielipiteitä opiskelun haasteista.

Haluan sanoa muutaman sanan kaikille fysiikan opiskelijoille. Fysiikan opiskelu ei ole helppoa. Se, ettei ymmärrä kaikkea, on täysin normaalia. Voin nyt vihdoin myöntää, etten tiedä vielääkään oikeasti, mikä on tensori, ja viimeinen selkkari tuli kahdesti bumerangina. Se, että juuri sinä olet selvinnyt tänne asti opinnoissa, on suuri saavutus, ja siitä tulee olla ylpeä. Haasteita kohdatessa saa ja pitää turvautua läheisiin ihmisiin sekä tarjottuun apuun. Ongelmia ratkaistessa oppii paljon, ja voi huomata, että aikaisemmin vaikeana näkemäsi asiat ovat nyt helppoja. Vaikka opintojen aikana viettää monia unettomia öitä differentiaaliyhtälöiden kanssa, muistaa kaiken jälkeinpäin hyvällä. Olen JYLF:llä tavannut monia fysiikan opiskelijoita, jotka pääsevät alalla varmasti pitkälle, ja toivon että myös sinä pääset toteuttamaan unelmiasi, olivatpa ne sitten mitä hyvänsä.

Jyväskylässä 31.5.2024

Niilo Huuhka

Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	5
Esipuhe	7
1 Johdanto	11
2 Teoreettinen tausta	13
2.1 Fysiikan opiskelu	13
2.2 Matematiikan käyttö fysiikassa	13
2.3 Tentit ja muut arvioinnin keinot	14
2.4 Fysiikan opetus Jyväskylän yliopistossa	15
2.4.1 Fysiikan opetussuunnitelma	15
2.4.2 Matematiikan opettaminen ja sen käyttö fysiikassa	16
2.4.3 Fysiikan opiskelun apuvälineet	17
2.4.4 Aineistossa esiintyvää sanastoa	18
3 Menetelmät ja aineisto	19
3.1 Tutkimuskysymykset	19
3.2 Tutkimuksen otoksen valitseminen	19
3.3 Laadullinen tutkimus	20
3.4 Aineiston keruu	21
3.4.1 Haastattelukysymykset	21
3.4.2 Kyselyrunko	23
3.4.3 Haastattelujen toteuttaminen	27
3.5 Sisällönanalyysi	28
3.6 Eettisyys	28

4 Tulokset	31
4.1 Fysiikan opiskelun haasteet	31
4.2 Kokemuksia fysiikasta ja matematiikasta	34
4.3 Fysiikan opiskelun tärkeimmät taidot	36
4.4 Tentit ja arviointi	38
5 Päätäntö	43
Lähteet	49
A Tutkimuksen tiedote	57
B Tutkimuksen tietouojailmoitus	61

1 Johdanto

Joskus vaikeita asioita verrataan *rakettitieteeseen*, joka puolestaan on osittain fysiikkaa. Fysiikan opiskelu yliopistossa on tunnetusti vaikeaa, ja sitä on pitkään vaivannut suuri keskeytysprosentti [1]. Sen opiskelun haasteellisuuteen liittyvät abstraktit käsitteet [2], runsas matematiikka [3] sekä loogisen päättelyn tarve [4].

Tässä tutkielmassa perehdytään fysiikan opiskelun haasteellisuuteen Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksen opiskelijoiden kokemusten pohjalta. Tarkoituksena on syventyä fysiikan opiskelun maailmaan ja saada kuva siitä, mitkä asiat tekevät juuri fysiikan opiskelusta haastavaa. Opetuksen kehittämisessä konteksti on aina tärkeä. Osa haasteista johtuu fysiikan oppiaineen piirteistä, kun taas osa haasteista liittyy siihen, miten fysiikkaa opetetaan, arvioidaan ja siihen, millä tavoin oppimista tuetaan. Osa haasteista ilmenee varmasti riippumatta siitä, missä yliopistossa fysiikkaa opetetaan, kun taas jotkin spesifit tiettyihin käytäntöihin liittyvät seikat saattavat ilmetä vain Jyväskylän yliopistolla. Tämän takia aikaisempien tutkimusten soveltaminen ei anna välttämättä täydellistä kuvaa siitä, mitkä asiat tekevät opiskelusta haastavaa juuri Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksella, minkä takia tutkimuksen toteuttaminen on tärkeää.

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan kysymyksiin kuten: "Miksi fysiikan opiskelu on vaikeaa. Mikä tekee juuri fysiikan opiskelusta haastavaa? Miten opetettua matematiikkaa käytetään fysiikan työkaluna? Mitä taitoja fysiikan opiskelijat pitävät tärkeinä? Kuinka näitä taitoja opetetaan, opitaan ja arvioidaan opintojen aikana?" Lisäksi tarkastellaan sitä, miten fysiikkaa arvioidaan ja millaista palautetta opiskelusta saadaan. Sopivatko arviointimenetelmät opiskelijoiden mielestä fysiikan opiskeluun, vai tahdottaisiinko niitä muuttaa? Tutkimuksen aiheet ovat melko laajat, mutta koska haasteet ovat yksilöllisiä eikä pilottitutkimusta aiheesta ole tehty, ei voida sanoa etukäteen varmaksi, mitkä aiheet nousevat haastatteluissa tärkeiksi.

Tutkimuksen kohteena olivat fysiikan pääaineopiskelijat ja datankeruumenetelmänä käytettiin haastattelututkimusta. Vuoden 2024 kevättalvella haastateltiin yhteensä kymmentä fysiikan pääaineopiskelijaa, jotka olivat opinnoissaan kandi- tai maisterivaiheessa.

Tutkimuksen tarkoituksena on kehittää fysiikan opetusta Jyväskylän yliopistossa. On tärkeää kerätä opiskelijoiden mielipiteitä opiskelusta ja opetukseen liittyvistä aiheista.

2 Teoreettinen tausta

2.1 Fysiikan opiskelu

Fysiikan opiskelijan keskeisimpiin taitoihin kuuluvat fysiikan sisältötaidot, matemaattiset taidot ja ongelmanratkaisutaidot [5]. Näiden lisäksi opiskelija tarvitsee kriittistä ajattelukykyä [4], jota tarvitaan esimerkiksi eri lähestymistapojen valitsemisessa, kaavojen tulkinnassa ja vastausten järkevyyden tulkinnassa [6]. Moni näistä taidoista on sellaisia, joiden suora opettaminen on hyvin hankalaa, ellei jopa mahdotonta. Taitojen kehittäminen perustuu siis pitkälti niiden käyttämiseen ja soveltamiseen fysiikkaa opiskellessa [6]. Lisäksi Jyväskylän yliopiston, myöhemmin tekstissä myös JYU:n, opetussuunnitelmassa [7] painotetaan kokeellisia taitoja, akateemisen julkaisemisen ja kirjoittamisen taitoja, viestintätaitoja ja ryhmä- sekä vuorovaikutustaitoja. Nämä taidot ovat tärkeitä myös fyysikon työelämässä.

Fysiikan opiskeluun liittyvät tietyt haasteet, joita on käsitelty aikaisemmissa tutkimuksissa paljon. Yleisimmin esiintyviä haasteita ovat matemaattiset haasteet [8], käsitteelliset haasteet [9] [10] ja puutteelliset ongelmanratkaisutaidot [5]. Nämä haasteet ovat niitä, jotka liittyvät nimenomaan fysiikkaan oppiaineena. Haasteet ilmenevät esimerkiksi tehtäviä tehdessä. Lisäksi haasteita aiheuttaa epäsovivat opetustavat ja huono oppimisen tukiverkosto [11].

2.2 Matematiikan käyttö fysiikassa

Matematiikka, jota käytetään fysiikassa eroaa jonkin verran puhtaasta matematiikasta. *Fysiikan matematiikassa* on selkeä konteksti luonnon havaintojen kuvaamisessa, kun taas puhtaassa matematiikassa kuvataan abstrakteja yhteyksiä lukujen välillä. Matematiikkaa käytetään ikään kuin työkaluna fysikaalisten systeemien kuvaamiseen. Myös fysiikassa käytettävä symboliikka eroaa matematiikassa käytettävästä symboliikasta. [8]

Matemaattisten haasteiden nähdään yleensä johtuvan siitä, ettei tarvittavia matemaattisia menetelmiä ole opetettu, tai niitä ei ole opittu tarpeeksi syvällisellä tasolla, jolloin niiden siirtäminen fysiikan kontekstiin on haasteellista. Kuitenkaan

pelkkä matematiikan opiskelu ei riitä, vaan opiskelijan tulee harjaantua matematiikan käyttöön fysiikassa ja sen tiettyihin piirteisiin. Matematiikan käyttö fysiikassa on voimakkaasti sidoksissa ongelmanratkaisuun, jolloin myös tilanteen ymmärtäminen ja sopivan matemaattisen menetelmän valitseminen korostuu pelkän laskutaidon lisäksi. Näiden taitojen oppiminen tapahtuu nimenomaan fysiikan eikä matematiikan kursseilla. Fysiikan opetuksessa on hyvä pitää mielessä tämä matematiikan rooli fysiikan opiskelun työkaluna. Puhtaan matematiikan ja fysiikassa käytettävän matematiikan ero ei ole aina selvä opiskelijoille, ja muun muassa tämän takia matematiikan käyttö fysiikassa on joskus haasteellista [12].

2.3 Tentit ja muut arvioinnin keinot

Historiallisesti fysiikkaa ja muita luonnontieteitä on arvioitu tenttien avulla ja niiden hyödyllisyyttä arviointikeinona on myös pohdittu pitkään. Tenttien vahvuuksia ovat helppo toteutus ja skaalautuvuus. Lisäksi on osoitettu, että tentti motivoi opiskelijoita opiskelemaan [13]. Toisaalta jos opiskelun motivaatio keskittyy ulkoa opettelemiseen hyvän tenttisuoriutumisen toivossa, kuten tenttien kanssa usein tapahtuu, ei opiskelu ole yhtä tehokasta pitkällä aikavälillä. Joissain tutkimuksissa on ilmennyt, että tällaiset tentteihin liittyvät opiskelukäytänteet ovat itse asiassa enemmän haitallisia kuin hyödyllisiä esimerkiksi tilanteissa, joissa opiskelun tavoitteeksi tulee tenttiin valmistautuminen ja tentin läpäiseminen [13]. On huomattu, että usein opiskelijoiden tavoitteena tenttiin opiskelussa on vain itselleen suotuisan arvosanan saavuttaminen [14].

Tenttien tilalle on ehdotettu erilaisia vaihtoehtoja, kuten pidempiaikaisia projektitehtäviä, joiden toimivuutta on tutkittu. Tällaiset eri arvioinnin keinot parantavat opiskelijoiden motivaatiota oppia ja niiden koetaan liittyvän paremmin konkreettisiin työelämätaitoihin, kuten vuorovaikutustaitoihin [15], ja jotkut opiskelijat suosivat pitkäaikaisen arvioinnin käyttöä, jos sellainen vaihtoehto tarjotaan [16].

Yksi yleinen arvioinnin vaihtoehto perinteiselle tentille on kirjatentti, jossa voi käyttää apuna kurssimateriaalia tai kurssikirjaa. Kirjatentti koetaan opiskelijoiden mielestä motivoivammaksi tavaksi opiskella, ja koska materiaali on käytössä, voidaan tentissä keskittyä Bloomin taksonomian [17] korkeampiin osa-alueisiin, kuten soveltamiseen. Kirjatentin koetaan näiden seikkojen takia olevan paremmin sidoksissa työelämän tarpeisiin [18]. Toinen kirjatenttiä muistuttava tenttivariaatio on kotitentti. Kotitentillä voidaan tarkoittaa samanmittaista, mutta kotona suoritetta-

vaa tenttiä, tai pidempiaikaista koetta, jolloin tehtävät tulee palauttaa esimerkiksi muutaman päivän päästä. Kotitenteissä on havaittu samoja oppimiseen liittyviä positiivisia puolia kuin kirjatentissä. Pidemmässä kotitenteissä eli *take home* -tenteissä myös aikapaine on huomattavasti matalampi, jolloin opiskelijat voivat reflektoida vastauksiaan kauemmin[19]. Kirjatentit ja kotitentit vaikuttavat positiivisesti myös opiskelijoiden opiskelukäytänteisiin. Ne motivoivat opiskelijoita perehtymään materiaaliin syvällisemmin ja hyödyntämään korkeamman tason ajattelua opiskelussa. Perinteisiin tentteihin valmistautuessa opiskelijat vuorostaan keskittyvät asioiden muistamiseen ja faktojen opetteluun [20]. Kirjatenttien, kotitenttien ja erilaisten muiden arviointimenetelmien käyttäminen siis lisää opiskelijoiden motivaatiota ja painottaa paremmin työelämätaitoja. Ne mahdollistavat syvällisemmän oppimisen, ja tukevat myös paremmin hyviä opiskelukäytänteitä.

2.4 Fysiikan opetus Jyväskylän yliopistossa

Tässä tutkielmassa tarkastellaan fysiikan opetusta Jyväskylän yliopiston Fysiikan laitoksella (JYFL). Esittelen seuraavaksi JYFL:n opetuksen rakennetta ja menetelmiä, jotka ovat tutkimuksen kannalta tärkeitä.

2.4.1 Fysiikan opetussuunnitelma

Fysiikan kandidaattiohjelma koostuu perusopinnoista (27 opintopistettä, myöhemmin op), aineopinnoista (60 op), matematiikan perusopinnoista (27 op), muista fyysikolle tärkeistä matematiikan opinnoista (17 op), viestintä- ja kieliopinnoista (8 op) ja vapaasti valittavista opinnoista [7]. Näiden opintojen lisäksi fysiikan opiskelijat käyvät kiinnostuksensa mukaan ylimääräisiä numeriiikan ja matematiikan kursseja. Tämän lisäksi Jyväskylän yliopistossa on myös nanotieteiden ja aineenopettajan opintosuunnat, jotka eroavat jonkin verran esitellystä ohjelmasta. Aineenopettajaopiskelijat käyvät pedagogisia opintoja, ja nanotieteilijät kemian ja biologian perusopinnot. Fysiikan kurssien määrä näillä linjoilla eroaa hieman.

Maisteriohjelman rakenne puolestaan eroaa melko paljon opiskelijoiden välillä. Aineenopettajan opintosuunta ja nanoteknologian opintosuunta ovat jälleen erillään, niin kuin myös fysiikan opintosuunnan sisällä hiukkasfysiikka, ydinfysiikka, soveltava fysiikka, materiaalfysiikka ja teoreettinen fysiikka. Näitä opintosuuntia ei ole jaettu erikseen, vaan ne ovat kokonaisuuksina fysiikan opintokokonaisuuden sisällä.

Opiskelija valitsee yhteisten opintojen lisäksi oman erikoistumisensa mukaan sellaisia kursseja, jotka tukevat hänen opintojaan. [21]

Yleisimmin käytetty arviointikeino fysiikan opiskelussa Jyväskylän yliopistossa on tentti. Tentit muodostavat yleensä noin kaksi kolmasosaa aineopintokurssien piste-
määrästä. Syventävässä vaiheessa tentin painotus nousee hieman. Tentit järjestetään kurssin lopuksi useimmiten JYU:n fysiikan laitoksella. Tentissä saa käyttää yleensä laskinta, ja joillain kursseilla on käytössä kaavakokoelma, tai opiskelijoiden itselleen tekemä lunttilappu. Useimmiten JYFL:n tentit ovat "kynä-paperi" tenttejä, joilla apuvälineitä laskinta lukuunottamatta ei saa käyttää. Joillakin kursseilla on käytössä myös kotitenttejä ja kirjatenttejä. Joillain syventävän vaiheen kursseilla saattaa olla myös suullisia tenttejä, joita käytetään kun osallistujamäärä on kurssilla pieni.[22]

Merkittävä eroavaisuus perus- ja aineopintojen välillä on se, että perusopintojen teoriakursseilla sovelletaan laatuaikaoppimista (eng. Primetime learning). Laatuai-
kaoppiminen on Jyväskylän yliopistossa kehitetty jatkuvaan formatiiviseen arviointiin perustuva opetustapa, joka perustuu vahvasti pienryhmän yhteiseen työskentelyyn. Arviointi koostuu formatiivisesta arvioinnista, joka on läsnä koko kurssin ajan. Kurs-
sin päätteeksi ei järjestetä tenttiä. Palaute laatuaikaoppimisesta on ollut positiivista, ja sillä on ollut myös positiivinen vaikutus oppimistuloksiin sekä ryhmäytymiseen. [23]

2.4.2 Matematiikan opettaminen ja sen käyttö fysiikassa

Matematiikan opetuksesta Jyväskylän yliopistolla vastaa Matematiikan ja tilasto-
tieteen laitos. Fysiikan opiskelijat suorittavat samat matematiikan perusopinnot kuin matematiikan opiskelijat. Tämän lisäksi suoritetaan joitain fysiikan kannalta keskeisiä matematiikan aineopintojen kursseja, jotka liittyvät esimerkiksi differenti-
aalilaskentaan, lineaarialgebraan ja vektoricalculukseen [7].

Vuoteen 2013 asti matematiikkaa opetettiin fysiikan laitoksella fysiikan käyt-
tötarkoituksiin. Nämä kurssit olivat suoraan osa fysiikan pääainekokonaisuutta, ja olivat rinnastettu samaan aikaan käytäviin fysiikan kursseihin. Esimerkiksi kurs-
sin *FYSP101 Mekaniikan perusteet* rinnalla kulki samanaikaisesti *FYSP111 M1 Derivointi ja integrointi*. Kurssien aiheissa edettiin nopeammin kuin nykyisessä järjes-
telyssä [7], kun ensimmäisen vuoden aikana opiskeltiin derivaatta- ja integraalilasken-
taa, vektoricalculusta, kompleksilaskentaa ja differentiaaliyhtälöitä. Matemaattisten menetelmien kursseja oli vuonna 2013 yhteensä kuusi. Tähän aikaan matematiik-

kan laitoksen opetus oli analyysipainotteisempaa, eikä fysiikassa käytännöllisempiä Calculus-kursseja ollut. Siten matematiikan laitoksen opetus ei ollut yhtä hyödyllistä fysiikan opiskelun kannalta. Myöhemmin fysiikan laitoksen matemaattisten menetelmien kursseista luovuttiin, ja fysiikan opintoihin lisättiin matematiikan laitoksella järjestettävät kurssit. [24]

Fysiikan laitos järjestää edelleen joitain kursseja, jotka ovat laadultaan pitkälti matemaattisia kuten FYSS7116 Integraalimuunnokset ja FYSS7310 Johdatus esitysteoriaan. Näillä kursseilla syvennyttään edistyneiden matemaattisten menetelmien käyttöön fysiikassa, ja ne on tarkoitettu maisterivaiheen kursseiksi. Kursseilla perehdyttään kyseisten menetelmien soveltamiseen tietyissä aihepiireissä kuten hiukkasfysiikassa. [21] Nämä syventävät kurssit eivät kuitenkaan ole tarkoitettu yleisiksi matemaattisten menetelmien kursseiksi fysiikan opiskelijoille, vaan enemmänkin tiettyihin aiheisiin erikoistuville opiskelijoille.

2.4.3 Fysiikan opiskelun apuvälineet

Fysiikan opiskelijan matemaattisten valmiuksien kehittämiseen on luotu fysiikassa käytettävän matematiikan nettiaineisto *Matikkapakki*, joka koostuu laajasta kirjastosta esimerkkilaskuineen. Matikkapakissa on suurin osa siitä yliopistomatematiikasta, jota fysiikan opiskelija tarvitsee. [25]

Fysiikan laitoksella toimii kahdesti viikossa opetusassistenttien järjestämä *Kiihdyttin*, jossa opiskelijat voivat kysyä apua laskuharjoituksiin. Tapahtuma on vapaamuotoinen, ja siellä voi kysyä apua minkä tahansa käynnissä olevan kurssin laskuharjoituksiin. Kiihdyttimen tarkoitus on olla avoin keskustelutilaisuus, jonka tarkoituksena ei ole vain harjoitustehtävien ratkaisu, vaan myös yhteisöllisyyden luominen. [26]

Lisäksi useilla kursseilla järjestetään ohjaus- ja harjoitustilaisuuksia, joissa harjoitustehtäviä käydään läpi kurssin vastuopettajan tai opetusassistentin johdolla. Eri kurssien harjoitustilaisuuksilla on eroavaisuuksia, ja se miten tilaisuuksissa opiskellaan on opettajan päätös.

2.4.4 Aineistossa esiintyvää sanastoa

Laskuharjoituksilla, laskareilla ja demoilla viitataan viikoittain tehtäviin harjoituksiin, jotka nimensä mukaan usein liittyvät matemaattiseen tehtävänratkaisuun. Laskuharjoituksissa voi myös olla tehtäviä joissa tulee esimerkiksi selittää käsitteitä, tai ratkaista muita kuin matemaattisia ongelmia. Laskuharjoitukset palautetaan viikoittain ja ne arvioidaan yleensä opetusassistentin tai kurssin luennoijan toimesta.

Selostustyö on laboratoriotyöskentelystä tehtävä selostus, jossa tulee kirjallisesti esitellä tehty mittaus, sen teoria, käytetyt menetelmät ja tulokset yksityiskohtaisesti. Selostustyö on laaja työ, joka vastaa noin yhtä opintopistettä, ja se arvioidaan asteikolla 0-12p. Oppilaslaboratoriotyöskentelyn toinen osa ovat niin sanotut *lapputyöt*, jotka ovat yhden mittausvuoron aikana suoritettavia töitä, joita ei arvostella numeerisesti, vaan asteikolla hyväksytty-hylätty.

3 Menetelmät ja aineisto

Tässä luvussa perehdytään tarkemmin tutkimuksen aiheisiin ja menetelmiin.

3.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimusta lähdettiin suunnittelemaan seuraavien tutkimuskysymysten pohjalta:

1. Mitä haasteita fysiikan opiskelijoilla on fysiikkaa opiskellessa? Fysiikan opiskelun haasteellisuuteen liittyy niin fysiikan oppiaineen haasteellisuus kuin myös opiskelun haasteet. Toisin sanoen: mikä tekee fysiikasta vaikeaa ja mikä tekee sen opiskelusta vaikeaa?

2. Miten opiskelijat menettelevät haasteiden kanssa ja miten haasteita voitaisiin ennaltaehkäistä? Jotta opetusta voidaan kehittää, tulee kuulla opiskelijoiden kokemuksia siitä, miten haasteet vaikuttavat ja näkyvät opiskelussa. On tärkeää kuulla, miten fysiikan opiskelijat ylittävät haasteet, ja mitä haasteita ei kyetä ylittämään. Opiskelijoilla voi olla myös suoria ehdotuksia siitä, miten opetusta voitaisiin muuttaa, jotta haasteita ennaltaehkäistäisiin.

3. Mitä mieltä fysiikan opiskelijat ovat arvioinnista? Tärkeä osa opiskelua ja opetusta on arviointi. Pitävätkö fysiikan opiskelijat arviointia tarpeeksi kattavana ja monipuolisena? Miten opiskelijat haluaisivat tulla arvioituksi?

3.2 Tutkimuksen otoksen valitseminen

Tutkimuksen perusjoukoksi valittiin Jyväskylän yliopiston fysiikan opiskelijat, jotka ovat suorittaneet vähintään perusopinnot ja suuren osan aineopinnoista. Tämä kattaa opiskelijat toisen vuoden puolesta välistä aina viidenteen vuoteen saakka. Joukkoon ei valittu ensimmäisen vuoden opiskelijoita, sillä peruskurssien arviointi eroaa paljon aineopinnoista. Perusopintojen teoriakursseilla ei järjestetä tenttejä lainkaan ja arviointi muodostuu ryhmätehtävistä, käsitetehtävistä, laskuharjoituksista,

projekteista, itse-, vertais-, ja opettajan arvioista. Tämä valinta mahdollistaa sen, että perusjoukon henkilöt ovat kokeneet erilaisia arviointikeinoja ja heillä on niistä mielipide.

3.3 Laadullinen tutkimus

Tiedonkeruumenetelmäksi on valittu laadullinen tutkimus ja haastattelut. Haastattelu on monipuolinen laadullisen tutkimuksen työkalu, jolla voidaan kerätä suuria määriä aineistoa. Haastattelussa haastateltavalta kysytään suoraan mielipiteitä ja kokemuksia. Haastattelu on sosiaalinen tilanne ja keskustelu on haastattelussa tärkeää [27].

Haastattelun hyödyt ovat suuri datamäärä ja joustavuus. Haastateltavat kertovat omin sanoin kokemuksistaan, jolloin dataa saadaan huomattavasti enemmän yksittäiseltä haastateltavalta kuin esimerkiksi kyselyssä [28]. Toinen hyöty on se, että haastattelijä voi vaikuttaa haastattelun kulkuun haastattelun aikana ja pyytää haastateltavaa kertomaan syvemmin jostain mielenkiintoisesta seikasta. [27] Haastattelun haitta on yleisesti työläys, sillä kerättyä aineistoa tulee erittäin paljon. Lisäksi aineistoa ei voida suoraan analysoida matemaattisin keinoin toisin kuin esimerkiksi Likert -asteikolla kerättyä aineistoa.

Sopivan tutkimusjoukon määrittäminen laadullisessa tutkimuksessa voi olla hieman haastavaa, sillä toisin kuin määrällisessä tutkimuksessa, tilastollista merkitsevyyttä on vaikea arvioida. Tämä johtuu osin siitä, että usein haastattelujen määrä vaikkapa täytettyjen kyselyiden määrään verrattuna on huomattavasti pienempi, ja kerätty aineisto on laadultaan paljon avoimempaa. Tämän takia laadullisten tutkimusten aineiston kokoa perustellaan usein saturaation käsitteellä. Saturatio tarkoittaa aineiston kattavuutta. Kun vastaukset kysymyksiin alkavat toistua ja tutkija kokee ettei uusia mielipiteitä ilmene merkittävästi, voidaan todeta, että haastatteluja on tarpeeksi [29].

3.4 Aineiston keruu

3.4.1 Haastattelukysymykset

Haastattelurunko laaditaan, jotta haastattelut pysyvät aiheessa ja tarpeeksi tiiviinä. Haastattelurunkoa ei muuteta sen jälkeen, kun se on todettu toimivaksi, ja sen rakentaman pohjan avulla pyritään toteuttamaan jokainen haastattelu samalla tavoin pitäen prosessi systemaattisena. Tosin haastattelijalla voi tarvittaessa syventää keskustelua esittämällä lisäkysymyksiä, joiden tarkoitus on syventää keskustelua jostakin tietyistä aiheista, jota ei välttämättä ole suunniteltu osaksi haastattelua. Haastattelurungon tarkoitus on myös varmistaa, että jokaiselta haastateltavalta saadaan vastaukset samoihin kysymyksiin, jotta aineiston analysoiminen on mahdollista. Haastattelurunko testataan yhdellä tai kahdella koehaastattelulla. Tämä tehdään, jotta voidaan todeta haastattelurungon sopivuus tiedonkeruumenetelmänä. Koehaastatteluilla varmistetaan myös, että haastattelurungolla voidaan vastata tutkimuskysymyksiin, ja että haastattelulla saadaan haluttua dataa tarpeeksi monipuolisesti [27].

Oikeiden kysymyksien kysyminen on haastattelun ja tutkimuksen kannalta erittäin tärkeää. Huonosti rakennettujen kysymyksien esittäminen voi pahimmassa tapauksessa ohjata tutkimusta väärään suuntaan [30]. Kysymykset yleensä luokitellaan avoimiksi, puoliavoimiksi ja suljetuiksi kysymyksiksi. Suljetuilla kysymyksillä tarkoitetaan kysymyksiä, joihin vastaus on pitkälti myönteinen tai kielteinen, kun taas täysin avoin kysymys on sellainen, johon haastateltava voi vastata syvällisemmin omin sanoin. Suljettua kysymystä voi monipuolistaa pyytämällä perusteluja vastaukselle. Avoimilla kysymyksillä halutaan mitata mielipiteitä ja kokemuksia suurista kokonaisuuksista ja teemoista, yleensä sellaisista asioista, joihin ei ole suoraa yksiselitteistä vastausta. [28]

Kuten kysymykset, myös haastattelut voidaan kategorisoida avoimuuden mukaan. Tämä tutkimus käyttää teemahaastattelua, jossa perehdytään joihinkin teemoihin. Nämä teemat ovat haastateltaville entuudestaan tuttuja, ja he tietävät haastattelun aiheen jo ennen haastattelua. Teemahaastattelu on täysin suljetun lomakekyselyn ja sen vastakohdan eli strukturoimattoman syvähaastattelun välillä. Teemahaastattelussa ei ole poissuljettu mahdollisuutta avoimeen keskusteluun, mutta keskustelun tulee pohjautua käsiteltäviin teemoihin. [28] Avoimen haastattelun kannalta on tärkeää, että haastattelijalla on tuntea aiheen hyvin. Tässä tutkimuksessa kaikki haastattelut to-

teuttaa tutkimuksen tekijä itse. Lisäksi haastattelijana toimimista helpottaa se, että haastattelijakin on fysiikan opiskelija, jolloin haastattelun virallisuus laskee. Tämä on avoimen haastattelun kannalta on tärkeää, sillä haastattelussa on hyvä luoda avoin ilmapiiri ja kynnyksen vastaamiseen tulee olla mahdollisimman matala. [27] [31]

On pidettävä mielessä, että vaikka haastattelu on avoin, on jokaisella kysymyksellä oma roolinsa. Osa kysymyksistä tutustuttaa haastateltavan käsiteltäviin aiheisiin ja kerää pohjatietoa haastateltavasta. Tämän takia haastattelussa esiintyvät kysymykset ovat yhdistelmä avoimia ja suljettuja kysymyksiä. Nämä kysymykset myös strukturoivat haastattelua ja johdattelevat keskustelua aiheiden välillä. Suljettu kysymys voi esimerkiksi olla johdatus uuteen aiheeseen siirtymiseen [30].

Haastattelut nauhoitetaan ja litteroidaan, jotta haastattelutilanteessa voidaan keskittyä haastattelemiseen ja keskusteluun [29].

3.4.2 Kyselyrunko

Taustatiedot

1. Mitä fysiikan kursseja olet käynyt?
2. Mitä matematiikan kursseja olet käynyt?
3. Monesko opiskeluvuosi on menossa?
4. Oletko pääaineopiskelija vai sivuaineopiskelija?
5. Mikä on aikaisempi opiskelutaustasi? Oletko opiskellut lukion lyhyen vai pitkän matematiikan?

A) Fysiikan opiskelun haasteet

1. Koetko fysiikan opiskelun haasteelliseksi?
2. Mikä tekee opiskelusta haasteellista?
3. Koetko matematiikan käytön fysiikassa haasteelliseksi?
4. Millaiset matemaattiset valmiudet olet saanut fysiikan opiskeluun matematiikan laitoksella?
5. Millaisia eroja olet huomannut matematiikan laitoksella käytettävän matematiikan ja fysiikan laitoksella käytettävän matematiikan välillä?
6. Onko fysiikan opinnoissa tullut vastaan käsitteitä, joita on vaikea ymmärtää?
7. Mitkä kurssit olivat mielestäsi vaikeita tai huonoja? Minkä takia?
8. Koetaanko mielestäsi fysiikka yleisesti haastavaksi aineeksi?

Ensimmäisen osion tarkoitus on perehtyä erityisesti fysiikkaan aineena ja siihen, mitkä fysiikan piirteet tekevät siitä haasteellista. Osiossa käsitellään fysiikan lisäksi myös matematiikkaa, joka on toistuva aihe haastattelurungossa. Kysymys 1 on esimerkki suljetusta kysymyksestä, jonka tarkoitus on avata keskustelu ja johtaa haastateltava aiheeseen. Vuorostaan kysymys 2 on avoin jatkokysymys aiheeseen. Ensimmäinen kysymys toimii myös porttina toiseen kysymykseen ja jos haastateltava

vastaa, ettei koe fysiikan opiskelua millään tavalla haasteelliseksi, voidaan kysymys 2 ohittaa ja siirtyä seuraavaan aiheeseen. Sama rakenne toistuu kysymyksessä 3. Tällöin jatkokysymys on tarpeeton, sillä edellisissä kysymyksissä haastateltava on jo tottunut perustelemaan mielipiteensä. Kysymykset 3–5 liittyvät matematiikan käyttöön fysiikassa, aiheeseen jota käsiteltiin osiossa 2.4.2. Kysymys 6 liittyy fysiikan käsitteellisyteen, ja sen tarkoitus on selvittää millaiset käsitteet ovat opiskelijoille erityisen haasteellisia. Kysymyksen avulla voidaan arvioida luotettavuutta vertaamalla saatuja tuloksia muiden tutkimusten tuloksiin. Kysymyksellä 7 tiedustellaan mahdollisesti vaikeita tai huonoja fysiikan kursseja perusteluin. Kysymyksellä 8 palataan alkuun ja pohditaan sitä, miksi fysiikka yleensä koetaan vaikeaksi aiheeksi. Kysymys toimii osittain triangulaatiokysymyksenä, jonka tarkoitus on kasvattaa tutkimuksen luotettavuutta kysymällä samaa asiaa kahdella eri tavalla [27], toki kysymyksen asettelu on hieman erilainen.

B) Fysiikan opiskelun keinot ja menetelmät

1. Onko sinulla tarpeeksi aikaa opiskella asiat sinulle sopivalla tahdilla? Vievätkö jotkut asiat mielestäsi liikaa aikaa?
2. Mitkä asiat kuormittavat sinua eniten opiskelussa?
3. Käytätkö fysiikan opiskeluun tarjottuja apuvälineitä? Miksi/Miksi et? Onko niistä hyötyä? Mitä yliopiston ulkopuolisia apuvälineitä käytät?
4. Miten fysiikan opiskelu harjoittaa ongelmanratkaisutaitojasi? (Laboratoriotyökentelyssä sekä laskuharjoituksissa)
5. Mitkä ovat mielestäsi fysiikan opiskelijan tärkeimmät taidot?
6. Kuinka hyvin näitä taitoja olet oppinut opintojen aikana?
7. Arvioidaanko kaikkia näitä taitoja?
8. Pitäisikö matematiikkaa opettaa myös suoraan fysiikan käyttötarkoituksiin?
9. Tiedätkö, mistä saat tarvittaessa apua? Uskallatko pyytää apua?
10. Teetkö tehtäviä tyypillisesti yksin vai jossain ryhmässä?
11. Millä tavoin tämä vaikuttaa opiskeluusi?

12. Onko jotain sellaista, mitä haluaisit sanoa JYFL:n henkilökunnalle, mitä uskot että he eivät tiedä?
13. Mitä mieltä olet omien tehtävien ruotimisesta oppimistilaisuutena?
14. Miten fysiikan opiskelun vaikeustaso vaikuttaa sinun opiskeluusi?
15. Oletko omaksunut ns. selviytymiskeinoja fysiikan opiskeluun? Mitä nämä ovat?

Osio B vuorostaan keskittyy opiskeluun liittyviin aiheisiin. Ensimmäisenä käsiteltävänä aiheena on opiskelun tahti ja kuormittavuus. Sopivalla tahdilla opiskelu tarkoittaa sitä, että kurssitehtäviin riittää viikolla tarpeeksi aikaa, ja opiskelija saa rauhassa perehtyä aiheisiin, mielummin kuin tehdä viikkotehtävät palautuksen aikapaineen alla. Kuormittavuudella tarkoitetaan sellaisia asioita, jotka ovat tarvittavan ajan runsauden lisäksi myös henkisesti rasittavia. Kysymyksellä 3 halutaan selvittää opiskelijoiden käyttämiä apuvälineitä ja niiden hyödyllisyyttä.

Seuraavat kysymykset 4–7 keskittyvät fyysikon taitoihin ja niiden oppimiseen. Ongelmanratkaisutaidot ovat yksi fyysikon keskeisimmistä taidoista. Tämä taito tahdottiin nostaa omalla kysymyksellään. Muista tärkeistä taidoista, niiden käytöstä, oppimisesta ja arvioinnista kysytään erikseen.

Kysymys 8 jatkaa A -osassa keskusteltua matematiikan osaamista kysymällä, tulisiiko matemaattisia aiheita opettaa myös suoraan fysiikan käyttötarkoituksiin. Koska matematiikan käyttö fysiikassa eroaa puhtaasta matematiikasta, kuten osiossa 2.2 tarkasteltiin, on perusteltua kysyä, tarvitaanko eroavaisuuksien takia matematiikan kurssia fysiikan käyttötarkoituksiin.

Kysymykset 10–15 liittyvät opiskelukäytänteisiin. Ensimmäisen opiskeluvuoden aikana painotetaan paljon ryhmätyöskentelyä. Näiden kysymysten tarkoitus on selvittää, jatkuvatko ryhmätyöskentelyn käytänteet, ja mitä hyötyä siitä on. Tällä kysymyksellä tuskin löydetään uutta tietoa, mutta sen avulla voidaan pohtia tutkimuksen luotettavuutta, jos samat asiat ilmenevät kysymyksen avulla kuin aikaisemmissa tutkimuksissa.

Kysymys 12 on täysin avoin, ja sen tarkoituksena on selvittää, onko opiskelijoiden ja henkilökunnan välillä joissain asioissa kommunikaatiomuuri. Tarkoituksena on myös selvittää ns. "hiljaista tietoa" fysiikan opiskelusta.

Yksi joskus käytetty muunnelma harjoitustehtävien arviointiin on ruotiminen, jossa opiskelija tarkastaa ja pisteyttää omat tehtävänsä. Tarkoitus on edistää opiskelijoiden reflektointitaitoja. Tästä käytänteestä kysytään kysymyksessä 13.

Joskus opiskelijat käyttävät myös niin sanottuja selviytymiskeinoja, joiden tarkoitus on selvittää jostain suorituksesta mahdollisimman helposti. Tällaisten keinojen selvittäminen voi antaa mielenkiintoisia näkökulmia siihen, mitkä asiat koetaan vaikeiksi tai rasittaviksi. Näitä käsitellään kysymyksessä 15.

C) Fysiikan opiskelun arviointi

1. Koetko, että saat osoittaa oman osaamisesi sinulle sopivilla tavoilla?
2. Mitä mieltä olet tenteistä arviointikeinona?
3. Aiheuttavatko tentit stressiä?
4. Mitä mieltä olet koti-, suullisista- ja kirjatenteistä? Ovatko ne tasapuolisia? Helpottavatko ne stressiä?
5. Mitä mieltä olet muista arviointikeinoista (projektit, vertaisarviot ym.)? Toimivatko ne mielestäsi?
6. Jos tenteistä luovuttaisiin, miten mielestäsi osaamista voisi mitata?
7. Miten tenteistä poikkeavien arviointikeinojen käyttäminen vaikuttaa opiskeluusi?
8. Mitä asioita opettelet ulkoa tentteihin? Ovatko nämä sellaista tietoa jota tarvitsisi opetella ulkoa?
9. Miten valmistaudut tentteihin?
10. Mitä mielestäsi tenteissä mitataan?
11. Mitä tapahtuu tentin jälkeen sille tiedolle jota olet tenttiä varten opiskellut?
12. Millaista palautetta saat suorituksistasi? Miten hyödynnät tätä palautetta osaamisesi kehittämiseen?

Lisätehtävä!

13. Tehtäväsi on jakaa kuvitteellisen kurssin 50p eri suorituksiin ja kokonaisuuksiin, miten ne jaat? Esim. projektitehtävät, tentit, demot, labrat, itse-, ryhmä- ja vertaisarviot. (Käytä apuna vaikka korttipakkaa!)

Haastattelun kolmannessa osassa keskitytään arviointiin ja sen eri keinoihin. Perinteisiä tenttejä (2–3) verrataan muihin variaatioihin (4) ja arviointikeinoihin (5–7). Vertailtavia asioita ovat stressi, tasapuolisuus ja arviointikeinoissa painottuvat osa-alueet. Tarkoitus on saada hyvä kuva siitä, mitkä asiat toimivat eri keinoissa ja mitkä eivät. Kysymys 6 kysyy aikaisempia aiheita eri tavalla. Tämä lisää tutkimuksen luotettavuutta triangulaation periaatteen mukaisesti.

Kysymykset 8 ja 9 palaavat opiskelutottumuksiin tentteihin valmistumisen kannalta. Kysymyksessä 10 palataan fyysikon tärkeimpiin taitoihin, joita kysyttiin B-osassa. Tässä osassa tarkastellaan, kuinka tentit mittaavat näitä taitoja.

Opiskelun tavoite on tietenkin saada opiskellut asiat jäämään pitkäkestoiseen muistiin. Tavoite ei ole kuitenkaan muistaa aina jokaista yksityiskohtaa. Tätä asiaa pohditaan kysymyksellä 11. Palautteesta ja sen hyödyntämistä opiskelun kehittämisen kannalta kysytään kysymyksessä 12.

Haastattelun viimeinen kysymys on hieman erilainen. Haastateltavalle annetaan tehtäväksi jakaa kuvitteellisen fysiikan kurssin pisteet erilaisiin arviointikeinoihin sillä tavoin, jonka hän kokee omasta mielestä itselleen parhaaksi. Tässä havainnollistuksena käytetään korttipakkaa, josta on poistettu kaksi korttia niin, että kortteja on 50 ja yksi kortti vastaa yhtä pistettä. Tällöin pisteet voidaan muuntaa helposti prosenteiksi.

3.4.3 Haastattelujen toteuttaminen

Aineiston keruuta varten aloitettiin valmistelut vuoden 2023 lopulla. Haastateltavia haettiin sähköpostilistan kautta sekä jakamalla ilmoituksia fysiikan laitokselle. Ilmoitus on liitteenä A. Lisäksi opiskelijoita tavoiteltiin kurssin FYSS8310: Demonstraatiokurssi luennolta.

Aineisto kerättiin haastatteluilla tammi–helmikuussa 2024. Haastateltavia opiskelijoita saavutettiin yhteensä kymmenen. Yksi haastatteluista oli ryhmähaastattelu, johon osallistui kolme opiskelijaa. Ryhmähaastattelu valittiin siksi, että opiskelijat olivat toimineet entuudestaan tässä ryhmässä ja täten toimivat haastattelun aikana toimivana ryhmänä täydentäen toisiaan ja jakaen ajatuksia. Yksilöhaastatteluja tehtiin seitsemän. Haastattelujen pituus kasvoi ennusteesta paikoin jopa huomattavasti. Pisimmillään haastattelut kestivät yli tunnin. Suurin osa haastatteluista kesti yli 40 minuuttia.

3.5 Sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi on prosessi, jossa kerätystä aineistosta eritellään mielenkiitaiset aiheet. Yleensä suuri osa aineistosta ei osoittaudu merkittäväksi. Sen takia analyysin ensimmäisessä vaiheessa valitaan näkökulmat jotka aineistosta halutaan nostaa lähempään tarkasteluun. Aineisto käydään läpi ja sieltä nostetaan merkittävät tutkimuskysymyksiin liittyvät aiheet. Nämä aiheet nostetaan aineistosta erilleen, luokitellaan ja teemoitellaan. Teemoittelulla tarkoitetaan jokaisen teeman erillistä tarkastelua [28]. Koska tämän tutkimuksen aiheiden välillä on paikoittain suuriakin eroja, teemoittelu on paras tapa käsitellä aineisto. Kaikki kappaleessa 3.4.1 esitellyt osiot käsitellään ja teemoitellaan kokonaisuuksina erikseen [27]. Kaikki haastattelujen litteroinnit koottiin kysymysten ja aiheiden mukaan yhteen tiedostoon. Tämä tehtiin siksi, jotta on helppo ja nopea vertailla eri vastauksia ja etsiä niistä yhtäläisyyksiä. Tärkeimmät pointit korostettiin tekstistä niin, että esimerkiksi hyvät ja huonot kokemukset olivat selvästi eroteltavissa tekstistä ja toisistaan. Tämän jälkeen tehtiin yhteenveto jokaisesta teemasta ja kysymyksestä. Osa kysymyksistä osoittautui sellaisiksi, ettei niistä saatu tarpeeksi selkeää tai mielenkiintoista dataa.

3.6 Eettisyys

Tutkimuksen tekijä on opiskellut fysiikkaa Jyväskylän yliopistossa pian viisi vuotta ja kohdannut opintojensa aikana haasteita, joita hän on ratkaissut omilla keinoillaan ja tavoillaan. Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa omilla kokemuksilla on ollut suuri vaikutus aiheiden ideoinnin kanssa. Kuitenkin tutkimuksen aikana tulee olla käsiteltäviä aiheita kohtaan puolueeton ja kriittinen. Vaikka tutkimusta ovat motivoineet tutkijan omat kokemukset ja mielipiteet, ei niiden tule vaikuttaa tutkimukseen [27]. Hyvä aiheen tuntemus on kuitenkin myös eduksi, sillä se helpottaa tutkimuksen tekemistä.

Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos on yhteisöltään tiivis. Suurimman osan haastateltavista tutkimuksen tekijä tuntee vähintään kasvoilta, monet myös nimeltä. Osan kanssa hän on tehnyt jopa projekteja ja harjoitustehtäviä. Tasapuolisuuden nimissä näiden seikkojen ei saa antaa vaikuttaa haastattelussa. Tämä tehdään pitämällä kiinni haastattelurungosta, jossa kysymykset on laadittu niin, että vastaukset perustuvat vain haastateltavan omiin kokemuksiin. Kaikki johdattelevat kysymykset ovat vaarallisia varsinkin, jos haastateltava ja haastattelija tuntevat toisensa.

Yksi tutkimukseen mahdollisesti vaikuttava asia on se, että haastattelu liittyy nimenomaan fysiikan haasteellisuuteen opiskelussa. Opiskelijat, jotka eivät koe suuria haasteita opiskelussa, voivat kokea ettei aihe kosketa heitä. Tämän takia esittelyviesteissä ja ilmoituksissa mainittiin, etteivät fysiikan haasteet ole ennakkovaatimus haastatteluun osallistumiseen. Tämä seikka saattaa silti vaikuttaa hieman aineistoon.

Kaikki aineisto on anonymisoitu perustamisvaiheessa, eli mitään tunnistettavia henkilötietoja ei ole haastatteluissa kerätty. Aineisto on säilytetty salasanasuojatulla kovalevyllä, eikä sitä ole käsitelty kukaan muu paitsi tutkimuksen tekijä. Aineiston käsittely ja säilyttäminen on toteutettu Yliopiston ohjeistuksen ja EU:n yleisen tietosuojasetuksen mukaisesti [32]. Tutkimukseen osallistumisesta ei tarjottu mitään palkkiota tai muuta hyötyä osallistujalle, eikä tutkimuksen

Eettisyys ja tieteellisyys korostuu myös analyysivaiheessa. Johtopäätökset tulee tehdä datan pohjalta sisällönanalyysin mukaisesti ilman, että omat mielipiteet ja kokemukset vaikuttavat siihen. Käsiteltävät aiheet valitaan niiden merkittävyyden mukaan tutkimussuunnitelma mielessä pitäen [30].

4 Tulokset

Tässä luvussa käydään läpi tärkeimmät haastatteluissa esiin nousseet teemat. Päätelmiä ei voida tehdä yhden henkilön mielipiteen perusteella, joten luvussa esiin nostettavat seikat ovat sellaisia, jotka ovat toistuneet monessa haastattelussa. Tekstissä esiintyvät sitaattit ovat suoraan haastatteluista, mutta niiden kieliasua on voitu muokata paremmin tekstiin sopivaksi.

4.1 Fysiikan opiskelun haasteet

Tutkimuskysymykset 1 ja 2 liittyvät toisiinsa ja niiden välinen raja häilyi aineistossa. Fysiikan opiskelijat kokevat fysiikan haastavaksi oppiaineeksi. Matemaattisuus, monimutkaiset käsitteet sekä soveltaminen olivat aiheita, jotka esiintyivät aineistossa usein.

Opintojen alussa fysiikan käsitteet ovat vielä intuitiivisia ja suhteellisen helposti ymmärrettäviä. Kun fysiikan opinnoissa edetään, termit ja teoriat muuttuvat abstraktimmiksi. Vaikeita käsitteitä mainittiin varsinkin kvantti- ja ydinfysiikasta. Fysiikan abstraktien käsitteiden opettaminen on vaikeaa, eikä aineistossa esiintynyt oikeastaan keinoja näiden haasteiden ratkaisemiseen. Useilla kursseilla keskitytään ongelmien matemaattiseen ratkaisuun, ja kvanttifysiikassa onkin tuttu lausahdus *"Shut up and calculate!"*, jolla viitataan aiheiden olevan maalaisjärjellä saavutettamattomissa, ja kehoitetaan mielummin käyttämään aika laskemiseen. Se miten fysiikan abstrakteja käsitteitä voitaisiin opettaa paremmin, ei selvinnyt tässä tutkimuksessa. Tuttu tulos kuitenkin haasteiden olemassaolosta ilmeni.

Yksi monta kertaa haastatteluissa esiin noussut seikka on fysiikan opiskelun nopea tahti. Pelkästään ensimmäisen vuoden aikana opiskellaan mekaniikkaa, termodynamiikkaa ja sähkömagnetismia, kuin myös fysiikan kokeellisia menetelmiä. Näiden lisäksi opiskellaan myös numeeriset ja matemaattiset menetelmät, joita opinnoissa tarvitaan.

"Nykyään pitäisi valmistua viidessä vuodessa ja osata fysiikkaa viimeisen 500 vuoden ajalta."

Kovaksi tahti osoittautuu myös matematiikan opinnoissa. Matemaattisia menetelmiä opetellaan ensimmäisen muutaman vuoden ajan käsi kädessä niiden fysiikan kurssien kanssa, joissa menetelmiä käytetään. Kovan tahdin haittana on se, että jos opiskelija jää jälkeen jossain asiassa, työmäärä kasvaa tehtävien kasautuessa. Kovan tahdin haittana on myös se, että aikaa sisäistää asiat sopivalla tahdilla ei välttämättä ole.

Haastateltavien mukaan aikaa vie paljon varsinkin harjoitustehtävien tekeminen. Pitkät ja monimutkaiset laskut, joissa liikkeelle pääseminen on vaikeaa, ja matemaattisesti triviaalit, mutta työläät, tehtävät mainittiin erityisen aikaa vievinä. Vaikka laskuharjoitukset koetaan opiskelun kannalta erittäin hyödyllisiksi, niiden tekeminen on joskus työlästä ja kuormittavaa, jolloin suurin osa viikosta kuluu niiden tekemiseen. Ongelmana tässä voi olla se, että tehtävien tekemisestä tulee opiskelun tavoite.

Tilanteet, joissa opiskelija ei koe ymmärtävänsä asiaa tarpeeksi nopeasti tai hyvin koetaan erityisen kuormittaviksi. Sama ilmenee laskuharjoituksissa, joissa opiskelija ei pääse eteenpäin, vaan jää jumiin tehtävänannon tai jonkin tietyn seikan kanssa. Tällaisissa tilanteissa painottuu vertaistuen tarve ja myös opettajan tehtävä seurata opiskelijoiden edistymistä.

*"Muistan sen kuormittavan ajatuksen siitä, että mä en osaa näitä tehtäviä.
Mun pitäis osata nää, miks mä en pääse edes alkuun?"*

Yleensä samanaikaisesti on käynnissä monia kursseja, joilla on viikoittaisia laskuharjoituksia. Tämä johtaa siihen, että suurin osa opiskeluajasta käytetään tehtävien laskemiseen. Koska parhaimmillaan jopa viiden samanaikaisen kurssin tehtävissä on paljon tekemistä, kaikkien aiheiden täydellinen opiskelu ei ole ajallisesti mahdollista. Tämä voi johtaa siihen, että asiat opiskellaan pintapuolisesti sillä tasolla, että laskuharjoitukset saadaan palautettua, jonka jälkeen siirrytään muiden kurssien tehtäviin.

*"Mä sanoisin että varmaan ainakin tuplapäivät elikkä noin 14 päivää
pitäis olla viikossa että ehtis tekemään ja palautumaan."*

Toinen kuormittava asia opiskelussa on tentit. Kun kurssiviikkojen aikana päästään periodin "rytmiin", kurssin loppuvaiheessa tuleva tentin paine muuttaa tilanteen. Viimeisillä viikoilla tentteihin valmistautuminen tulee osaksi päiväjärjestystä, mikä kuormittaa arkea.

Fysiikan opetuksen heikkoudet

Kun puhutaan fysiikan opiskelusta ja varsinkin sen haasteellisuudesta, yksi tärkeä osa keskustelua on fysiikan opetuksen laatu. Vaikka fysiikan opetuksen taso on korkealla, haastatteluissa ilmeni joitain sellaisia asioita, joista on syytä mainita.

Yksi asia, joka toistui aineistossa useaan kertaan, olivat huonot luennot. Luennot, joilla opettaja käy luentomateriaalia monotonisesti läpi, koettiin epäsopivaksi opetustavaksi. opiskelijat ovat havainneet, että kaikkia luennoitsijoita ei kiinnosta opettaminen tai kurssin vetäminen paljoakaan. Tällaisissa tilanteissa myös avun saaminen jää vähäiseksi, eikä opettajaa vaikuta kiinnostavan opiskelijoiden kurssimenestys tai mahdolliset vaikeudet. Epäsopivien opetustapojen käytön mainittiin vaikeuttavan opiskelua paljon. Läheskään kaikilla kursseilla ei myöskään saada tarpeeksi ohjausta ja jotkut kokevat jäävän yksin monen ongelman kanssa kursseilla, joissa tuen keinot ovat heikot.

"Semmoinen perinteinen luentokurssi, että käyt luennolla istumassa 2 tuntia ja sitten pitää vääntää demoja ilman minkään näköisiä ohjaustukia ja pääpaino tentissä. Niin ne on yleisesti itsestä huonoja."

Perinteisten luentokurssien sijaan tahdotaan monipuolisempia ja käytännönläheisempiä opetustapoja ja enemmän resursseja ohjauksiin ja tuen antoon. Vuorovai-
kutusta opettajan ja opiskelijoiden välillä haluttaisiin lisätä, sillä aina opettajalla ei ole hyvää kuvaa siitä mikä on opiskelijoiden osaamisen taso kursseilla. Tulosten mukaan esimerkiksi *flipped learning* -opetustapaa voitaisiin käyttää hyväksi joillain "seisahtaneilla" kursseilla.

Fysiikan opiskelun apuvälineet

Fysiikan opiskelua varten tarjottuja apuvälineitä käyttää vain osa opiskelijoista. Vaikuttaa siltä, että tietty ryhmä opiskelijoista käy säännöllisesti kiihdyttimessä ja ohjauksissa, kun taas tietty ryhmä ei käytä näitä apuvälineitä ollenkaan, vaikka toteavat, että siitä voisi olla hyötyä. Tutkimuksessa ei selvinnyt syytä, miksi apuvälineitä jätetään käyttämättä, vaikka niiden hyöty tiedostetaan.

Samanlainen piirre ilmenee myös tehtävien teossa jossakin ryhmässä. Jotkut kaveriporukat ovat tottuneet tekemään enemmän töitä yhdessä, kun taas toiset suosivat tehtävien tekemistä yksin. Hyviä puolia esiteltiin molemmista tavoista. Ryhmässä työskennellessä tuki on aina lähellä, eikä yksittäisiin ongelmiin jäädä yhtä helposti

jumiin. Yksin vuorostaan saa syventyä tehtäviin omassa rauhassa. Jotkut kokevat tämän opiskelutyylin palkitsevammaksi, kun jokainen tehtävä tulee ratkaista täysin itse. Ryhmätyöskentely voidaan kokea selviytymiskeinona, jolla saadaan luotettavasti kaikkiin tehtäviin jonkinlainen ratkaisu. Tällä opiskelun selviytymiskeinolla on sanomattakin negatiivinen vaikutus opiskelijan oppimiseen. Ryhmätyöskentelyssä korostui kuitenkin vertaistuen tärkeys, jota pidettiin yhtenä tärkeimpänä syynä ryhmässä opiskeluun.

4.2 Kokemuksia fysiikasta ja matematiikasta

Kun fysiikan haasteista keskustellaan, yksi aihe, joka esiintyy lähes aina, on matematiikka. Matemaattiset haasteet esiintyivät myös tässä tutkimuksessa lähes jokaisessa haastattelussa. Matematiikan määrää fysiikassa ei voida kuitenkaan vähentää, sillä se on yksi fysiikan kivijaloista. Tämän takia matemaattisista haasteista keskusteltaessa tulee kiinnittää huomio matematiikan taitoihin ja niiden opetukseen. Koska Jyväskylän yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa opetetaan tällä hetkellä matematiikkaa pääsääntöisesti matematiikan laitoksella, tulee tarkastella sitä, miten tämä opetus sopii fysiikan käyttötarkoitukseen, ja mitä eroja matematiikassa opetettavalla matematiikalla on fysiikassa käytettävään matematiikkaan.

Fysiikan opiskelijat kokevat yleensä matematiikan kursseista olevan hyötyä fysiikan opiskeluun. Positiivisena nähdään varsinkin ensimmäisen vuoden kurssit, joilla opetetaan fyysikoille keskeistä differentiaali- ja integraalilaskentaa. Opintojen edetessä kuitenkin matematiikan ja fysiikan kurssit erkanevat hieman, ja myöhemmän vaiheen matematiikan kurssit eivät vastaa enää yhtä hyvin fysiikan opiskelun tarpeita.

Eräs seikka jonka haastateltavat mainitsivat haasteena fysiikan opiskelun kannalta on se, että opetettava matematiikka ja opetettava fysiikka kulkevat hieman eri tahtia. Tarvittavat matemaattiset menetelmät opetetaan joko hieman liian myöhään tai aivan liian aikaisin, jolloin niiden soveltaminen fysiikan kursseilla on haastavaa. Tämä lisää fysiikan opiskelun kuormittavuutta huomattavasti, kun opiskelijan tulee opiskella matematiikan kurssien aiheita etukäteen. Ideaali tilanne olisi sellainen, että matematiikka kulkisi hieman fysiikan edellä niin, että matemaattiset menetelmät ehdittäisiin opiskella ja sisäistää ennen, kuin niitä sovelletaan fysiikassa.

Fysiikassa käytettävän matematiikan ja matematiikan matematiikan erot

Opiskelijat ovat havainneet eroja matematiikan kursseilla käytävän matematiikan ja fysiikassa sovellettavan matematiikan välillä. Matematiikan kursseilla nähdään painoarvon olevan todistamisessa ja perusteluissa. Puhdas matematiikka koetaan abstraktiksi tieteeksi, jossa keskiössä ovat lukujen suhteet toisiinsa.

"Matikalla yleensä pyöritään siinä hiekkalaatikossa, jonka nimi on teoria."

Fysiikassa matematiikkaa vuorostaan käytetään opiskelijoiden kokemusten mukaan työkaluna, jonka avulla voidaan kuvata luonnonlakeja. Matematiikkaan tuodaan mukaan fysiikan konteksti, ja abstraktien lukujen sijaan tarkastellaan suurempia ja konkreettisia tilanteita. Kun matematiikkaa sovelletaan fysiikan käyttötarkoituksiin, muuttuvat myös käytettävät symbolit. Esimerkki symboliikan erosta ovat derivaatta-merkinnät, joita fysiikassa käytetään monia eri käyttötarkoituksiin. Tämä johtaa siihen, että joskus fysiikasta on vaikea löytää se matemaattinen menetelmä, jota tulee käyttää. Soveltaminen puuttuu matematiikan kursseilta, mikä on yksi keskeisimmistä koetuista eroista näiden "kahden matematiikan" välillä. Matematiikan yhteys fysiikkaan ei ole aina itsestäänselvä, kun taas matematiikan tehtävissä on yleensä heti selvää, mitä menetelmiä käytetään. Tämä voi johtaa siihen, että eri menetelmiä kokeillaan kunnes löytyy jokin toimiva, tai että valittua menetelmää käytetään, kunnes saadaan jonkinlainen mieluinen tulos.

"Mä saatan kirjoittaa sen lauseen mun ulkomuistista siihen paperin reunan ja yritän soveltaa sitä ja esittää, että mä ymmärrän sen asian."

Fysiikassa usein riittää se, että annettuun ongelmaan löytyy sopiva ratkaisutapa. Ratkaisun löytämiseksi voidaan tehdä approksimaatioita ja tilanteen yksinkertaistuksia. Erään fysiikan professorin sanoin: *"Voidaan kirjoittaa että nolla kertaa ääretön on yksi. Tätähän ei saa matikan laitokselle paljastaa, että (nimi poistettu) on näin teille kertonut, mutta kun tuossa se näyttäis siltä ... että näin se asia kuitenkin on."* Esimerkki on erittäin kärjistetty, mutta osoittaa sen, että fysiikan laitoksella matemaattinen oikeaoppisuus jää usein toiseksi.

"Sanotaanko, että fysiikan laitoksella tykätään tehdä sellaista matematiikkaa, josta matikan laitoksen ihmiset suuttuisivat kovasti."

Matematiikan opiskelu ja opetus fysiikan työkaluksi

Matematiikan kursseilla opetettavan matematiikan ja fysiikassa käytettävän matematiikan erojen takia opiskelijoilta kysyttiin mahdollisesta matemaattisten menetelmien opettamisesta fysiikan laitoksella. Kaikki vastaajat olivat sellaisilta vuosikursseilta, etteivät he olleet suorittaneet aikaisemmin järjestettyjä fysiikan matemaattisten menetelmien kursseja. Ideaan matemaattisten menetelmien opetuksesta fysiikan laitoksella suhtauduttiin erittäin positiivisesti.

Tällaisella kurssilla nähtiin hyödylliseksi käsiteltävän matematiikkaa nimenomaan puhtaasti fysiikan työkaluna. Keskeinen ehdotus oli soveltamisen harjoittelu ja erilaisten approksimaatioiden ja muiden matemaatikoille vieraampien menetelmien opettelu. Lisäksi kurssilla haluttiin perehdyttävän erityisen haasteellisiin matemaattisiin menetelmiin, kuten differentiaaliyhtälöiden käyttöön fysiikassa. Yleinen hyöty kurssilla olisi yhdistää matematiikan laitoksella opetellut teoriat fysiikan käytäntöön.

Tarvetta matemaattisten menetelmien kurssille olisi opiskelijoiden mielestä varsinkin ensimmäisten muutaman vuoden aikana, kun fysiikan matematiikan käyttö on vielä vierasta. Kurssin muodoksi ehdotettiin jatkuvaa lukuvuoden mittaista kurssia, joka käsittelee fysiikan kursseilla ilmeneviä matemaattisia menetelmiä. Tarvetta korvata kaikki matematiikan kurssit fysiikan laitoksella järjestettävillä kursseilla ei ilmennyt. Jotkut haastateltavat vastasivat haluavansa matemaattisten menetelmien kursseja myöhemmin myös syventävien opintojen myötä, sillä fysiikan opinnoissa käytettävä matematiikka monimutkaistuu varsinkin teoreettisella puolella.

4.3 Fysiikan opiskelun tärkeimmät taidot

Seuraava käytetty lähestymistapa siihen, kuinka hyvin fysiikan opetus täsmää fysiikan ammatin kanssa, on tarkastella taitoja, joita fysiikan opinnoissa opitaan, käytetään ja arvioidaan. Opetuksen on tärkeää opettaa niitä taitoja, joita opiskelija tarvitsee myöhemmin siirtyessään työelämään.

Suoraan fysiikkaan rinnastettavia taitoja olivat opiskelijoiden mielestä muun muassa looginen ajattelukyky, matemaattinen osaaminen ja ongelmanratkaisutaidot. Näitä taitoja tarvitaan erityisesti fysiikan oppiainetta opiskellessa. Näitä taitoja on helppo opettaa ja ne ovat keskiössä niin opetussuunnitelmassa kuin myös arvioinnissa. Toinen taitojen kategoria, joka aineistossa esiintyi, olivat fysiikan ammatilliset taidot, eli kontekstilukutaito, tiedonhakupitoisuus, viestintä- ja yhteistyötaidot. Nämä

taidot liittyvät fyysikon ammattiin niin akatemiassa kuin myös sen ulkopuolella. Taitoja voidaan opettaa perinteisillä opetustavoilla kuin myös erilaisilla projekteilla kuten postereilla ja esitelmillä. Muita tärkeitä taitoja, jotka liittyvät myös opiskeluun ja opiskelukyvyyn ylläpitoon, ovat ajankäytön taidot, stressinsietokyky ja sinnikkyys. Nämä ovat sellaisia taitoja, joita ei voida suoraan opettaa, mutta niitä voidaan oppia opiskelun aikana epäsuorasti. Myös rohkeus ja itsevarmuus ongelmia kohdatessa koetaan tärkeäksi opiskelijan taidoksi. Tällä tarkoitettiin vaikeiden asioiden olemassaolon tiedostamista, ja uskoa siihen, että ongelmat saadaan ratkaistua, vaikkei niitä osattaisi heti ratkaista.

Haastateltavat kokivat oppineensa mainitsemiaan tärkeitä taitoja yliopisto-opintojen aikana hyvin. Suurinta kehitystä mainittiin tapahtuneen konkreettisten taitojen, kuten fysiikan asiasisällön, ongelmanratkaisun, matemaattisten taitojen sekä loogisen ajattelukyvyyn kohdalla. Näissä taidoissa kehittyminen yltää myös fysiikan opiskelun ulkopuolelle.

"Jos nykyään katsoo mun toimintaa vaikka auton korjaamisessa, niin ennen olisin tehnyt mieltimättä, nyt pysähtyy mieltimään ja laskemaan asiat ennen kuin koskee mihinkään."

On hyvä nähdä näiden taitojen kehittyvän, ja niiden siirtyminen myös opiskelun ulkopuolelle osoittaa taitojen syvällistä sisäistämistä. Toisaalta jotkut opiskelijat kokevat, että taitoja voitaisiin oppia monipuolisemmin. Taitojen oppiminen kohdistuu pääasiassa näihin asiasisältöihin, kun jotkut opiskeluelämän hallintataidot jäävät opiskelijan opittavaksi.

Haastateltavien lueteltua heille tärkeät taidot kysyttiin, kuinka näitä taitoja on arvioitu opiskelun aikana. Yleisesti arvioinnin koettiin kohdistuvan fysiikan konseptuaaliseen osaamiseen, matematiikkaan ja ongelmanratkaisutaitoihin. Iso puute arvioinnissa kuitenkin havaittiin muiden taitojen kohdalla. Esimerkiksi vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja ei koettu arvioitavan tarpeeksi, tai ollenkaan. Tämän koettiin aiheuttavan haasteita, sillä vuorovaikutustaidot koetaan tärkeimmiksi työelämätaidoiksi.

"Sitten kun sulta kysytään että missä sä oot hyvä niin on hirveän vaikea sanoa missä mä nyt oikeasti oon hyvä, jos ylipäätensä koko koulutus on semmoinen palapeli missä tähdätään ongelmanratkaisukyyn."

Tärkeä kysymys fysiikan opiskelun taitojen saralla on se, kuinka taitojen tarve, oppiminen ja arviointi täsmäävät. Valitettavasti aineistosta huomataan, että tärkeiden taitojen oppiminen ja niiden arviointi ei aina kulje käsi kädessä. Toki moni lueteltu taito on sellainen, jonka opettaminen on vaikeaa, ja arviointi tuskin edes mahdollista. Näitä taitoja olisi silti syytä pohtia opetusta suunniteltaessa, ja antaa opiskelijoille työkaluja reflektoida ja osoittaa omaa osaamistaan.

4.4 Tentit ja arviointi

Seuraavassa osassa käsitellään aineistoa tutkimuskysymyksen 3 näkökulmasta.

Perinteisten tenttien luonne

Perinteisten luentosalissa tehtävien tenttien positiivisiksi piirteiksi esitettiin se, että ne vastaavat kurssin aikana tehtyjä tehtäviä. Tenteissä painottuvat matemaattiset laskutaidot ja ongelmanratkaisukyky. Hyvin rakennetussa tentissä on vaihtoehtoja erilaisista tehtävistä, joista opiskelija saa valita, jolloin tentti ei epäonnistu huonon tuurin takia yksittäisiin tehtäviin. Lisäksi apumateriaalin, kuten esimerkiksi kurssikirjan tai lunttilapun, käyttö tenteissä nähdään positiivisena.

Negatiivisia puolia tenteissä olivat vastaajien mielestä yksipuolinen arviointitapa, jossa keskitytään yleensä vain tehtävien ratkaisuun, asioiden ulkoa opetteleminen tenttiä varten ilman että aiheen syvällistä ymmärtämistä mitataan. Näistä ulkoa opetteleminen etenkin koetaan suurena haittana.

"Mun mielestä fyysikon ei pitäisi joutua opettelemaan ulkoa mitään"

Asioiden ulkoa opettelua ei pidetä järkevänä, vaikka sitä tarvitaan joissain tenteissä. Ulkoa opetellaan muun muassa tärkeimpiä kaavoja ja joskus myös vakioita. Ulkoa opettelemista ei nähdä fyysikon osaamisen kannalta järkevänä, sillä käytännössä aina ulkoa opettelemisen sijaan voidaan tarkastaa tieto vaikka kurssikirjasta tai internetistä. Myöskään fyysikon ammatin kannalta ulkoa opettelu koetaan turhaksi, ja jonkin kaavan ulkoa osaamista pidetään enemmänkin positiivisena lisänä. Tärkeämpänä pidetään aiheen syvällistä ymmärtämistä. Ulkoa opettelemisen haittana on myös se, että silloin ei koeta opittavan aihetta syvällisesti, vaan oppiminen on hyvin pintapuolista.

Ulkoa opetteluun seurauksena voi olla myös se, että joillain opiskelijoilla suuri osa tentin asioista unohtuu tentin jälkeen. Tähän voi vaikuttaa myös se, että usein

tenttiä seuraa kurssi, jolla käsitellään aivan eri fysiikan aiheita. Tällöin aiheisiin ei palata enää tentin jälkeen, ja aiheet unohdetaan jotakin toista aihetta opiskellessa. Toisaalta tarkoitus ei olekaan muistaa jokaista yksityiskohtaa, mutta tällöin tulee miettiä onko tällaisten yksityiskohtien kysyminen tentissä ylipäätään perusteltua? Vaikka moni myönsi unohtavansa suuren osan tenttiä varten opiskelluista asioista pian tentin jälkeen, mainittiin hyvin opiskeltujen asioiden olevan palautettavissa mieleen pitkänkin ajanjakson jälkeen.

Vaihtoehtoiset arviointikeinot

Eri tenttivariaatiot, kuten koti- ja kirjatentit sekä suulliset tentit koettiin yleensä parannukseksi kynä-paperi -tenttiin nähden. Nämä variaatiot voivat tuoda arviointiin mukaan sellaisia asioita, joita kynä-paperi -tentissä ei huomioida, kuten tiedonhaku-taitoa. Kurssikirja on työkalu, jonka käyttöä on harjoiteltu koko kurssin ajan, joten sen pois ottaminen tentissä koetaan hieman järjenvastaiseksi. Koti- ja kirjatentin koetaan mittaavan paremmin tiedon soveltamista ja ongelmanratkaisutaitoa kuin kynä-paperi -tentin. Näihin tentteihin valmistautuminen on myös helpompaa, sillä materiaalia ei tarvitse opetella tarkasti ulkoa, vaan voi keskittyä sen soveltamiseen tehtävien ratkaisussa. Suullinen tentti vuorostaan on nähdään etenkin loistavana oppimistilanteena, sillä tentistä saa parhaiten palautteen suoraan henkilökohtaisesti opettajalta heti tentin jälkeen. Myös koti- ja kirjatenttejä pidettiin opettavaisempina kuin kynä-paperi -tenttejä. Koti- ja kirjatentit aiheuttivat haastateltavien koke-muksien mukaan vähemmän stressiä, mutta suullinen tentti varsinkin ensimmäisinä kertoina koetaan todella stressaavaksi.

Tutkimuksessa kysyttiin myös tenteistä eroavista arviointikeinoista, kuten esimerkiksi kurssin aikana suoritettavista projekteista. Tällaiset menetelmät ovat opiskeli-joille tuttuja ensimmäisten vuoden kursseilta. Nämä keinot nähdään positiivisena lisänä arviointiin, sillä ne tuovat mukaan uusia näkökulmia ja mahdollisuuksia. Eri-laiset projektit lisäävät myös vuorovaikutus-, perustelu- ja raportointitaitoja sekä mahdollistavat erilaisia työskentelytapoja. Projektien avulla opiskelijat voivat saada myös vapaat kädet perehtyä syvällisesti joihinkin heitä kiinnostaviin aiheisiin. Eri arviointimenetelmillä oli positiivinen vaikutus opiskeluun ja niiden koettiin peilaa-van paremmin fyysikon työelämätaitoja kuin perinteisen kynä-paperi -tentin. Ennen kaikkea tenteistä eroavat arviointikeinot tuovat tasapainoa opiskeluun ja lieventävät tentin aiheuttamaa stressiä.

Opiskelusta saatu palaute

Haastateltavat kokivat, ettei tenteistä saada tarpeeksi palautetta. Yleensä opiskelijoiden saama palaute on vain numeerista. Vaikka mahdollisuus käydä hakemassa oma tenttipaperi on olemassa, harva on tietoinen tai hyödyntää tätä mahdollisuutta. Tämä johtaa siihen, ettei tenttejä pidetä oppimistilaisuutena, eikä omia virheitä voida korjata. Tämä on varsinkin huono tilanne silloin, kun opiskelija ei läpäise tenttiä, vaan joutuu uusimaan sen, jolloin omien virheiden korjaaminen olisi erittäin tärkeää. Tästä huolimatta opiskelijat palaavat harvoin tenttivastauksiinsa. Tätä ilmiötä on vaikea selittää. En usko, että kyse on opiskelijoiden laiskuudesta. Harjoitustehtävistä puolestaan saadaan enemmän palautetta, ja opiskelijat kokevat, että voivat käyttää saamaansa palautetta oman osaamisen kehittämiseksi.

Ruotiminen on eräs fysiikan laitoksella käytettävä arviointimenetelmä, jossa opiskelija tarkastaa ja pisteyttää itse omat tehtävänsä malliratkaisujen avulla. Opiskelijoilla on ruotimisesta positiivisia kokemuksia, sillä se pakottaa opiskelijan palaamaan omiin tehtäviinsä niiden palauttamisen jälkeen, jota muuten tapahtuu harvoin. Ruotiminen lisää opiskelijan itsereflektoita ja mahdollistaa omien virheiden löytämisen ja korjaamisen.

Ruotiminen ei kuitenkaan saisi korvata täysin opetusassistentin antamaa palautetta, sillä palautteen siirtämisessä opiskelijan tehtäväksi on myös haittapuolia. Jos opiskelijalla ei ole motivaatiota tehdä ruotimista huolellisesti, hän ei saa minkäänlaista palautetta omasta toiminnastaan. Joillekin opiskelijoille ruotimisesta tulee pintapuolinen suoritus, joka tulee tehdä, jotta harjoitustehtävistä saa pisteet. Lisäksi malliratkaisuissa esitellään yleensä vain yksi tehtävän ratkaisutapa. Jos opiskelijan vastaus eroaa malliratkaisuista, ei opiskelija välttämättä hyödy ruotimisesta, ja pahimmassa tapauksessa opiskelija ei edes tiedä, onko hänen ratkaisunsa edes oikein.

Kurssien arviointimenetelmät

Viimeinen kysymys haastattelussa oli myös ehkä mielenkiintoisin. Opiskelijalle annettiin viidenkymmenen kortin korttipakka, ja ohjeeksi annettiin jakaa kortit "pisteinä" sellaisiin suorituksiin, joista haastateltava haluaisi jonkin kuvitteellisen fysiikan kurssin arvioinnin koostuvan. Ohjeeksi annettiin, että kyseessä on teoreettinen fysiikan kurssi, eikä esimerkiksi kokeellisten menetelmien kurssi. Haastateltavalle ei annettu minkäänlaisia rajoitteita tai pakollisia arviointikohteita. Eri vastaajien tulokset

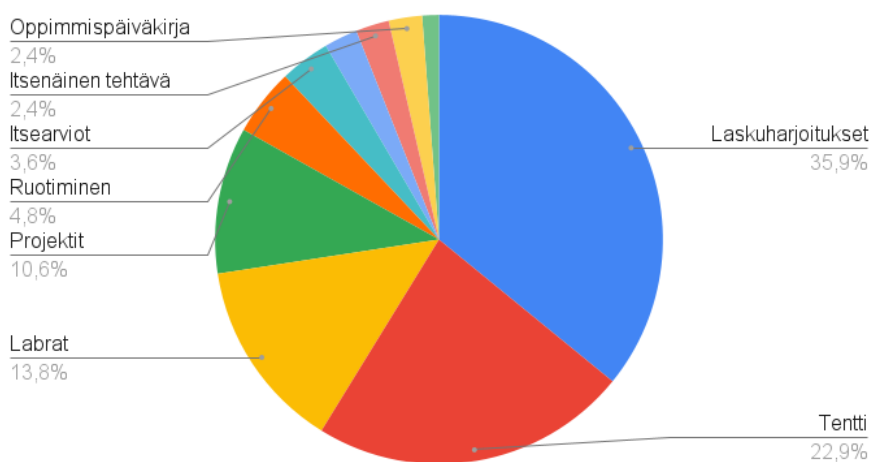
erosivat toisistaan paljon, mutta huomattava trendi vastauksissa kuitenkin ilmeni.

Kaikkiaan suurin painoarvo haluttiin laskuharjoituksille. Yksittäisten vastaajien painoarvo oli laskuharjoituksille 25% ja 60% välillä. Keskiarvona laskuharjoituksista haluttiin painoarvoksi noin 36% kurssin kokonaispistemäärästä.

Toiseksi suurin arviointimenetelmä olivat tentit, joiden yksittäiset arvot olivat väliltä 0% ja 40%. Kaikkien vastaajien keskiarvoinen painoarvo tentille oli noin 23%. Kun vastaajilta kysyttiin, millainen tentti olisi, suurin osa opiskelijoista suorittaisi tentin kotitenttinä tai kirjatenttinä. Yksi vastaaja haluaisi suorittaa tentin kynäpaperi -tenttinä. Ryhmähaastattelussa haastateltavat keskustelivat yhdessä kurssin arvioinnista ja päätyivät yhteisymmärrykseen kurssista, jossa tenttiä ei järjestettäisi ollenkaan.

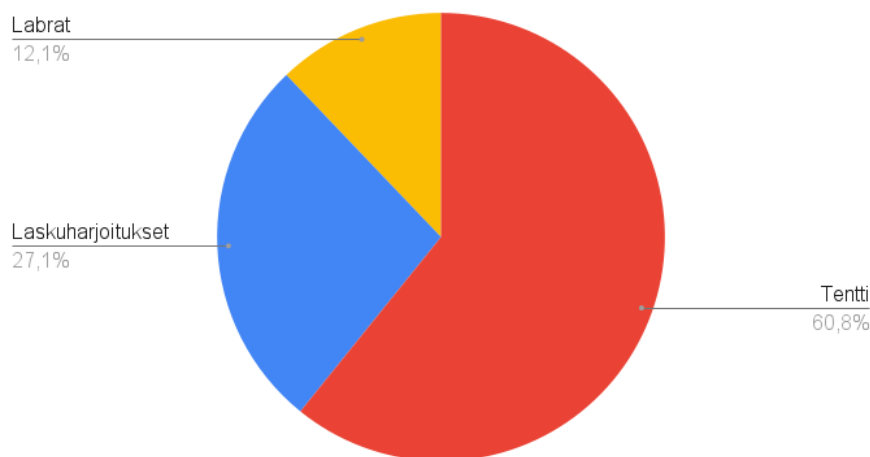
Kolmanneksi suurin yksittäinen osio oli laboratoriotyöskentely, jonka painoarvo oli 0% - 25% välillä ja kokonaispainoarvo oli 14%. Nykyisessä järjestelmässä laboratoriotyöskentelyssä arvioidaan numeerisesti ainoastaan selostustyöt, joten voidaan olettaa, että tämä prosenttiosuus koskee selostustöitä.

Loput, noin 27% keskiarvoisesta painoarvosta, koostui muista arviointikeinoista, jotka olivat suuremmat projektit, omien tehtävien ruotiminen, itsearviot, vertaisarviot, ryhmätehtävät, itsenäiset tehtävät ja oppimispäiväkirjat. Näille muille arviointikeinoille annettiin melko suuria painotuksia, ja yksittäiset painotukset näille muille keinoille olivat 16% ja 40% välillä. Jokainen vastaajista toivoi ainakin yhtä tenteistä, harjoitustehtävistä ja laboratoriotoista eroavaa arviointikeinoa. Tuloksia on havainnollistettu kuviossa 1.



Kuvio 1. Opiskelijoiden ehdottaman arvioinnin painoarvot

Vertaillaan näitä tuloksia oikeisiin aineopintojen ja syventävien opintojen fysiikan kursseihin. Seuraavissa tuloksissa on tarkasteltu kahdeksaa satunnaisesti valittua, mutta kuitenkin yleistä fysiikan kurssia, jotka ovat opetuskäytössä vuonna 2024 fysiikan laitoksella. Keskiarvoinen painoarvo tentillä on noin 61%. Suurimmillaan painoarvo voi olla 80% ja lähes aina sen painoarvo on yli puolet kurssin kokonaispistemäärästä. Seuraavaksi suurin painoarvo on laskuharjoituksilla, joista saadaan noin 27% kurssin pistemäärästä, ja laboratoriotyöskentelystä noin 12%. Nämä tulokset on esiteltyä myös kuviossa 2. Jos laboratoriotyöskentely poistetaan tästä summasta, niin kuin laboratoriotyöuudistuksen tarkoituksena on, tenttien painoarvo on noin 70%. Tällä hetkellä aineopinto- ja syventävän vaiheen kurssien arviointi on erittäin tenttipainotteista. Yllä mainittuja muita arviointikeinoja ei esiintynyt satunnaisesti valituilla kursseilla.



Kuvio 2. Fysiikan laitoksen kurssien painoarvot

Haastateltavien opiskelijoiden mielestä siis luentokurssien arviointia pitäisi muuttaa huomattavasti. Suurin ero on siinä, että tenttien painoarvo putoaa 61%:sta 23%:een. Tämä tarkoittaisi, että tenttien painoarvo pudotettaisiin alle puoleen nykyisestä. Laskuharjoitusten painoa arvioinnissa nostettaisiin, kuten myös hieman laboratoriotyöskentelyn. Näiden rinnalle nousisivat muut arviointikeinot, joiden painoarvo ylittäisi tentin.

Nämä tulokset eivät kuvaa fysiikan laitoksen opiskelijoiden "ideaalia kurssin arvostelua", sillä eroavaisuuksia kaikkien vastanneiden välillä oli, mutta on silti selvää, että opiskelijoilla on halu kasvattaa jatkuvan arvioinnin painoa opinnoissa ja vähentää tenttien arvoa huomattavasti.

5 Päätäntö

Tutkimuksen suunnittelu, toteutus sekä analysointi onnistuivat hyvin. Tutkimuskysymyksiä lähestyttiin haastattelurungolla, joka oli erittäin laaja sekä monipuolinen. Tämä johtui siitä, että tutkimuskysymysten aiheet olivat laajoja. Tutkimuksen alussa ei voitu varmaksi sanoa, mitkä kysymykset tuottavat mielenkiintoista dataa, minkä takia kaikkiin kysymyksiin ei palattu Tulokset-osiossa. Tämä on kuitenkin perusteltua, sillä juuri vastaavaa tutkimusta ei JYFL:lla ole aikaisemmin tehty, ja tutkimusaihe on tältä kannalta tässä kontekstissa melko uusi.

Haastattelu osoittautui sopivaksi datankeruumenetelmäksi. Haastattelut olivat luonteeltaan keskustelevia ja avoimia, mikä olikin tavoite. Kyselyrunko ohjasi haastatteluja hyvin eteenpäin, mutta mahdollisti kuitenkin haastattelun joustavuuden. Usein haastattelussa kävi niin, että keskustelu ohjautui seuraavien kysymysten aiheisiin niin, ettei kaikkia kysymyksiä tarvinnut esittää paperista suoraan. Jälkiviisaana karsittaisiin osa kysymyksistä haastattelurungosta pois, mutta kaikkien aiheiden tärkeyttä ei tietenkään voitu etukäteen tietää. Tutkimuksen suunnittelua ja haastattelutilannetta helpotti huomattavasti se, että tutkimuksen tekijä on vielä opiskelija, ja tutkittavat aiheet nähtiin samasta näkökulmasta kuin haastateltavat. Vertaisena haastattelemisen laski myös kynnystä keskustella asioista henkilökohtaisesti. Mitään suurta kynnystä haastateltavan ja haastattelijan välillä ei tuntunut olevan. Tämä ennen kaikkea yllätti, kun haastatteluissa menttiin usein erittäin henkilökohtaisiin aiheisiin ja kokemuksiin.

On epätodennäköistä, että haastattelijan ja haastateltavan mahdollinen tunteminen vaikutti haastatteluihin. Jokainen haastattelu käytiin läpi haastattelurungon avulla ja kysymykset esitettiin sellaisina, kun ne olivat haastattelurunkoon kirjattu. Täten haastattelijan vaikutus haastateltavan vastauksiin oli pieni. On myös epätodennäköistä, että kukaan haastateltavista olisi vastannut kysymyksiin kuten he ollettivat haastattelijan haluavan.

Tutkimusta voidaan pitää luotettavana. Tämän puolesta puhuu se, että monessa vertailtavassa aiheessa tutkimuksen tulokset osoittivat samoja asioita, mitä aiheen aikaisemmassa tutkimuksessa on löydetty. Vertailtavilla asioilla tarkoitetaan sellaisia

aiheita, joissa ei pitäisi olla eri oppilaitosten välillä suuria eroja. Voimme olettaa esimerkiksi, että fysiikan opiskelussa esiintyy samanlaisia ongelmia oppilaitoksesta riippumatta.

Tutkimuksessa huomattiin, että Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksella esiintyy samoja haasteita kuin muuallakin. Esimerkiksi matematiikka, jota pidetään yhtenä fysiikan yleisenä haasteena [8], oli myös tämän tutkimuksen yksi keskeinen haasteiden aiheuttaja. Vastaavuus aikaisempaan tutkimukseen ilmeni myös fysiikan opiskelun yleisimpien taitojen kohdalla [5]. Lisäksi haastateltavien mielipiteet eri arviointimenetelmistä peilasivat osoittivat samoja teemoja kuin aikaisemmissa tutkimuksissa [13, 15, 16].

Mitään ristiriitoja aikaisemman tutkimuksen kanssa ei löytynyt. Suuri osa aineistosta on kuitenkin kontekstisidonnaista JYU:n fysiikan laitokseen. Tämä tarkoittaa sitä, että suureen osaan kysymyksistä vaikuttaa se, että ne kysyttiin juuri JYFL:ssa. Tämä on tärkeä asia muistaa, kun aineiston tuloksista tehdään johtopäätöksiä.

Tutkimuksen avulla pystyttiin vastaamaan hyvin kaikkiin tutkimuskysymyksiin. Fysiikan opiskeluun liittyy haasteita niin matematiikassa, käsitteellisyydessä, oppimis- ja opetustavoissa, tuen saatavuudessa sekä arvioinnissa ja palautteessa. Ongelmana on se, että aina haasteille ei keksitä helppoa ratkaisua. Esimerkiksi kvanttimekaniikassa tiedetään olevan vaikeita käsitteitä, jotka tuottavat opiskelijoille haasteita, mutta niitä on pakko käsitellä, jotta kvanttimekaniikkaa voidaan oppia. Samoin esimerkiksi matematiikkaa fysiikan opinnoissa on vaikea vähentää, vaikka se tuottaa opiskelijoille paljon haasteita. Ratkaisu näihin ongelmiin siis ole *mitä opetetaan* vaan *miten opetetaan*. Käsitteellisten haasteiden ratkaisemiseen ei löytynyt suoria parannusehdotuksia, mikä ei sinänsä tule yllätyksenä. Uskon kuitenkin, että jos esimerkiksi matemaattisuuden osaa laskettaisiin kursseilla, ja keskityttäisiin enemmän käsitteiden kautta opiskeluun, se voisi helpottaa joitain osia. Toisaalta jos matemaattisuutta lasketaan, silloin matemaattiset haasteet lisääntyvät.

Matematiikan ja fysiikan suhde ja sen filosofia on aihe, josta voisi kirjoittaa moniosaisen kirjasarjan. Aineistosta kuitenkin nousi mielenkiintoisia pohdintoja näiden kahden oppiaineen eroista ja niiden yhdistämisestä. Yleisesti matematiikan kursseihin ollaan tyytyväisiä. Matematiikan opiskelu matematiikan laitoksella koetaan hyväksyttäväksi oppia matematiikkaa. Opiskelijat kuitenkin huomaavat eron "matematiikan matematiikan" ja "fysiikan matematiikan" välillä.

Puhtaan matematiikan opettaminen on tärkeää, mutta on myös hyvä pitää mielessä erot, joita sillä on fysiikassa tarvittavaan matematiikkaan. Ei riitä opettaa pelkästään puhdasta matematiikkaa matematiikan kursseilla ja olettaa sitten, että opiskelijat osaavat soveltaa matematiikkaa fysiikassa.

Aineiston perusteella fysiikan laitoksen opetusta voisi kehittää laajentamalla matemaattisten menetelmien opetusta. Opetuksessa tulisi keskittyä matematiikan käyttöön ja soveltamiseen fysiikan työkaluna ja sellaisten menetelmien opiskeluun, joita ei opeteta välttämättä tarpeeksi syvällisellä tasolla matematiikan kursseilla. Kurssi voisi ajoittua ensimmäisen muutaman vuoden ajalle, ja kulkea fysiikan kurssien kanssa rinnakkain. Haastateltavat opiskelijat osoittivat tarvetta ja halua tällaiselle kurssille.

Matematiikan opettaminen pelkästään fysiikan laitoksella tai pelkästään matematiikan laitoksella ei ole kumpikaan toimiva ratkaisu. Paras vaihtoehto voisi olla opettaa matematiikkaa pääsääntöisesti matematiikan kursseilla, ja ohjata opiskelijoita matemaattisten menetelmien käyttöön fysiikassa kursseilla, jossa voitaisiin vapaasti keskittyä soveltamiseen ja ongelmanratkaisuun fysiikan kontekstissa matemaattisin menetelmin. Puhtaalla matematiikalla ja fysiikan matematiikalla on keskeinen filosofinen ero, joka tulisi ottaa huomioon fysiikan opetuksessa.

Aineisto osoittaa myös lisääntyvän tuen tarpeen fysiikan opiskelussa. Opiskelu koetaan paikoin erittäin kuormittavaksi, ja opiskelijat pelkäävät jäävänsä jumiin tehtävien kanssa. Fysiikan opiskeluun ei tulisi joutua käyttämään niin paljon aikaa kuin jotkut opiskelijat joutuvat käyttämään. Lisäksi jotkut opiskelijat tuntevat saavansa liian vähän tukea joillain kursseilla, joissa opetusmenetelmät eivät ole opiskelijoiden mielestä sopivia.

Tuen tarve ilmenee myös siinä, että monia opiskeluun tarvittavia taitoja ei opeteta suoraan, vaan ne tulee oppia epäsuorasti opintojen edetessä. Tällaisia taitoja ovat esimerkiksi ajankäytön suunnittelun taito, stressinsietokyky ja ongelmien kohtaamisen taito ja niiden oppiminen on fysiikan opiskelun kannalta äärimmäisen tärkeää. Opiskelun tuella ei välttämättä voida opettaa näitä taitoja, mutta opiskelijat, joilla on haasteita esimerkiksi ongelmanratkaisun kanssa, hyötyisivät varmasti tuesta paljon.

Opiskelijoille tarjottavaa tukea tulisi siis lisätä. Tuessa tulisi keskittyä niin fysiikan opiskeluun, opintojen ohjaamiseen ja jaksamisen ylläpitoon. Fysiikan opiskelun vaikeus on asia, joka on hyvä tiedostaa ja myös tiedottaa opiskelijoille. Tarkoituksena ei tietenkään olisi pelotella opiskelijoita, vaan lohduttaa sillä tiedolla, että fysiikan

opiskelu on vaikeaa mutta haasteiden kanssa ei tarvitse jäädä yksin.

Moni kokee opiskelun vievän liikaa aikaa arjesta. Tutkimuksessa ei kysytty suoraan kuinka paljon aikaa tyypillisesti viikossa kurseihin käytetään. Tätä olisi hyvä seurata sen kannalta, että voidaan varmistaa vastaako työmäärä käytännössä kursien opintopistemäärää. Aiheeseen vaikuttaa kuitenkin se, että jotkut opiskelijat selviytyvät samasta työmäärästä lyhyemmässä ajassa. Varsinkin harjoitustehtävien työmäärän vähentämisellä voisi olla positiivinen vaikutus jaksamisen ja palautumisen lisäksi myös oppimiseen, jos laskuharjoitusten lisäksi opiskelijoilla olisi enemmän aikaa perehtyä kurssin aiheisiin muilla tavoin.

Perinteisten kynä-paperi -tenttien positiiviset ja negatiiviset puolet tulivat selkeästi ilmi tutkimuksessa. Tenttien negatiivisia puolia voitaisiin ratkaista koti- ja kirjatenttien avulla, jotka koetaan paremmaksi vaihtoehdoksi monesta eri syystä. Lisäksi tenttien positiiviset puolet säilyvät koti- ja kirjatenteissä. Perinteiset tentit korostavat myös sellaisia opiskelukäytänteitä, joista on opiskelijoille lyhytaikaista hyötyä (esimerkiksi tentin läpäiseminen), mutta eivät ole hyödyllisiä pitkäaikaisen oppimisen kannalta. Tällaisia käytänteitä ovat esimerkiksi ulkoa opetteleminen ja erilaisten tehtävien ratkaisutapojen systemaattinen opettelu.

On perusteltua antaa opiskelijoiden käyttää tentissä niitä apuvälineitä, joiden avulla koko kurssin aikana on opiskeltu. Tällöin tentissä voitaisiin keskittyä soveltamiseen ja tehtävien ratkaisemiseen korkeammalla tasolla, kun käytössä ovat tutut apuvälineet. Tenttien luonteen muuttaminen voisi vaikuttaa positiivisesti myös opiskelijoiden arkeen ja opiskelutapaan. Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että jollain kursseilla opiskelun tavoite on tentin läpäisy, ja laskuharjoitusten tarkoitus on valmentaa tenttiä varten. Vastaavia tuloksia tenteistä ja niiden eri variaatioista on esiintynyt aikaisemmissa tutkimuksissa [18–20], joten tulos vaikuttaa luotettavalta.

Arvioinnin osalta tulokset osoittavat selkeän trendin. Arviointia tulisi opiskelijoiden mielestä monipuolistaa ja jatkuvan arvioinnin osuutta haluttaisiin kasvattaa huomattavasti. Tentin painoarvoa tulisi laskea kurssien arvioinnissa huomattavasti ja sellaisia arviointimenetelmiä, kuten oppimispäiväkirjaa, joita tällä hetkellä ei käytetä, tulisi lisätä haastateltavien mielestä kursseille.

On mielenkiintoista nähdä kuinka suuria painoarvoja vastaajat halusivat erilaisille normaalista eroaville arviointikeinoille. Yksi vastaaja esimerkiksi antoi itsearviolle yhtä suuren painoarvon kuin tentille. Eräs toinen antoi oppimispäiväkirjalle lähes yhtä suuren painoarvon kuin tentille. Tällaiset painoarvot kuulostavat hyvinkin yllättäviltä,

jos miettii tyypillisiä kurssiarvioinnin painoarvoja. Merkittävää on myös se, että opiskelijoiden esittämässä painoarvoissa jatkuvan arvioinnin osuus oli huomattavasti summatiivista arviointia suurempi.

Tulos vaikuttaa luotettavalta, sillä sama seikka osoittautui kaikissa kahdeksassa haastattelussa. Pelkästään tehtävien ratkaisu ei opeta fysiikkaa täydellisesti, kuten aikaisempikin tutkimus [33] osoittaa. Jotkut opiskelijat voivat olla eteviä matemaattisessa ongelman ratkaisussa, mutta silti omata konseptuaalisia haasteita. Arvioinnin monipuolistamisella voisi olla positiivinen vaikutus opetukseen, oppimiseen ja stressiin sekä opiskelijoiden jaksamiseen. Varsinkin keinot, jotka ohjaavat opiskelijaa refleктоimaan ja ajattelemaan omaa oppimistaan, ovat tervetullut lisä kursseille. Arvioinnin monipuolistamisella voitaisiin myös parantaa niiden taitojen oppimista, joita tällä hetkellä ei opeteta, hyödynnetä tai arvioida tarpeeksi.

Tulevaisuuden kurssisuunnittelussa olisi hyödyllistä kuulla suoraan opiskelijoiden mielipiteitä ja kokemuksia eri arviointimenetelmistä ja miettiä mitkä keinot tukevat parhaiten oppimista. On suotavaa välttää sellaisia arviointikeinoja, jotka johtavat vain suoritusten ja arvosanojen takia opiskeluun.

Tärkeä osa arvioinnissa on myös palautteen antaminen. Tällä hetkellä opiskelijat eivät saa mielestään tarpeeksi palautetta suorituksistaan. Koska tenteissä annettava palaute on usein vain numeerista, voisi arvioinnin monipuolistaminen tarjota enemmän mahdollisuuksia palautteen antamiseen opiskelijoille suullisesti, sillä suullisella palautteella on huomattavasti parempi vaikutus oppimiseen ja motivaatioon [34].

Suuri haaste arvioinnin monipuolistamisessa on kuitenkin sopivien menetelmien valitseminen ja työmäärän lisääntyminen. Tentti on suosittu sen takia, että sen järjestäminen ja tarkastaminen on suhteellisen helppoa. Opiskelijat kuten myös opettajat tietävät mitä tentiltä odottaa. Tenteistä kokonaan luopuminen ei ole perusteltua. Tenttien luonnetta voisi kuitenkin muuntaa sellaiseksi, että niistä suorituminen ei ole ainoa opiskelun päämäärä. Oikein rakennettu tentti voisi olla oppimistilaisuus, jolla opiskelija voi näyttää omaa osaamistaan itselleen ja opettajalle.

On kuitenkin tärkeää pitää mielessä, että aineistossa esiintyvät seikat tulevat opiskelijoiden näkökulmasta. "Täydellisen" kurssin muodostaminen vain näiden tulosten pohjalta ei olisi järkevää, sillä toinen tärkeä näkökulma aiheeseen on opettajan, laitoksen ja hallinnon näkökulma. Opiskelijat ovat opiskelun ammattilaisia ja näkevät nämä asiat siitä näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa ei kysytty opettajilta tai assareilta sitä, miksi kurssit näyttävät tällä hetkellä siltä miltä ne näyttävät ja sitä voidaan

vain arvailta. Kun joku asiasta joskus opettajilta kysyy, on taas tärkeä pohtia, mitä asioita vastauksen taustalla on. Sama näkökulmaongelma esiintyy myös opettajan kohdalla, sillä myös heillä on taustalla eri asioita, jotka näkökulmaan vaikuttavat, eikä kaikilla ole välttämättä sen syvempää näkemystä asiaan kuin opiskelijoillakaan. Vain näkökulma on eri. On siis ehkä osittain epätosi väite, että opettaja on arvioinnin ammattilainen, koska hän ei ole kokenut aihetta opiskelijan näkökulmasta. Tällä perusteella myöskään tämä teksti, vaikka yhdistänkin opiskelijoiden näkökulmaa aikaisempaan tutkimukseen, ei ole täydellinen perehtyminen aiheeseen, ja tämä tulee pitää mielessä tutkimuksesta keskusteltaessa.

On tärkeää myös pohtia, mitä opiskelijoiden muutoshalukkuuden taustalla on. On mahdollista, että muutosta halutaan turhautumisen takia, jolloin pelkästään haluttu muutos ei välttämättä ratkaise ongelmaa. On aina tärkeää miettiä, miksi muutosta halutaan, ei ainoastaan miltä muutos näyttäisi. Jos nyt tehtäisiin suoraan muutos näiden tulosten perusteella, on täysin mahdollista, että viiden vuoden päästä haluttaisiin uutta muutosta johonkin toiseen suuntaan.

Suuret muutokset, kuten esimerkiksi arvioinnin uudistus, eivät tapahdu hetkessä. Nopea radikaali muutos, kuten vaikka tenttien käytön kieltäminen, johtaisi mitä todennäköisimmin epäonnistumisiin. Haluan kuitenkin tällä tutkielmalla herättää keskustelua, joka voi johtaa muutoksiin ja mahdollistaa fysiikan opetuksen kehityksen.

Tutkimusta toteuttaessa ja aineistoa analysoidessa heräsi monia kysymyksiä ja jatkoehdotuksia.

Opiskelijoiden ajankäyttöä olisi hyvä seurata, jotta tiedetään kuinka paljon opiskelijat käyttävät aikaa opintoihinsa, kuinka paljon eroavaisuuksia opiskelijoiden välillä on, ja mistä nämä erot voisivat johtua.

Eräässä haastattelussa mainittiin tekoälyn käyttö opetusassistentin roolissa. Tämä aihe on erittäin mielenkiintoinen, sillä kynnyks kysyä "tyhmiä kysymyksiä" tekoälyltä on mitättömän pieni. Tekoälyn käyttö tässä roolissa olisi varmasti hyödyllinen työkalu monelle. Uskon, että tämä aihe tulee olemaan suuressa osassa opetusta koskevassa keskustelussa seuraavien vuosien aikana.

Ennen kaikkea mielenkiintoisin aihe on arvioinnin kehittäminen. Uskon, että kehityksellä on paljon annettavaa, ja se voisi muuttaa opiskelijoiden tavoitteita ja menetelmiä parempaan suuntaan. Ensimmäinen välttämätön askel on ulkoa opettelemisen poistaminen arvioinnista. Tämän puolesta haastateltavat puhuivat erittäin suoraan. Tenttien painoarvoa tulisi opiskelijoiden mielestä laskea huomattavasti, ja

pitkäaikaisen arvioinnin määrää lisätä.

Fysiikan laitoksella voisi olla tarvetta matemaattisten menetelmien kurssille. Näiden kurssien tarkka sisältö tulee miettiä tarkkaan perehtymällä matematiikan kurssien sisältöihin ja fysiikan kurssien tarpeisiin ensimmäisten vuosien aikana. Kurssilla voitaisiin opettaa etenkin soveltamista ja tarvittavien matemaattisten menetelmien tunnistamista fysiikan kontekstista.

Lähteet

- [1] *JYU:n raportti: Perustutkinto-opiskelijoiden opintojen etenemisen seuranta ilman nimitietoja*. Viitattu 22.5.2024.
- [2] T. Bouchée ym. ”Towards a better understanding of conceptual difficulties in introductory quantum physics courses”. *Studies in Science Education* 58.2 (2022), s. 183–202.
- [3] E. F. Redish. ”Using Math in Physics: Overview”. *The Physics Teacher* 59.5 (toukokuu 2021), s. 314–318. ISSN: 0031-921X. DOI: 10.1119/5.0021129. eprint: https://pubs.aip.org/aapt/pte/article-pdf/59/5/314/16045177/314_1_online.pdf. URL: <https://doi.org/10.1119/5.0021129>.
- [4] K. Velmovská, T. Kiss ja A. Trúsiková. ”Critical thinking and physics education”. Teoksessa: *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2152. 1. AIP Publishing. 2019.
- [5] W. K. Adams ja C. E. Weiman. ”Analyzing the many skills involved in solving complex physics problems”. *American Journal of Physics* 83 (2015), s. 459–467. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.4913923>. URL: pubs.aip.org (viitattu 28.11.2023).
- [6] J. Bolton ja S. Ross. ”Developing students’ physics problem-solving skills”. *Physics Education* 32 (1997), s. 459–467. DOI: <https://doi.org/10.1088/0031-9120/32/3/018>. URL: iopscience.iop.org (viitattu 28.11.2023).
- [7] *Jyväskylän yliopiston fysiikan Kandidaattiohjelman opetussuunnitelma*. Viitattu 18.12.2023. URL: www.jyu.fi/ops/fi/science/fysiikan-kandidaattiohjelman.
- [8] E. F. Redish ja E. Kuo. ”Language of physics, language of math: Disciplinary culture and dynamic epistemology”. *Science & Education* 24 (2015), s. 561–590.
- [9] A. Suarez ym. ”Students’ conceptual difficulties in hydrodynamics”. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13 (2 marraskuu 2017), s. 020132. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020132. URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020132>.

- [10] C. Singh ja D. Rosengrant. "Multiple-choice test of energy and momentum concepts". *American Journal of Physics* 71.6 (2003), s. 607–617. ISSN: 0002-9505. DOI: 10.1119/1.1571832. eprint: https://pubs.aip.org/aapt/ajp/article-pdf/71/6/607/7531054/607\1\1_online.pdf. URL: <https://doi.org/10.1119/1.1571832>.
- [11] D. Sartika ja N. A. Humairah. "Analyzing Students' Problem Solving Difficulties on Modern Physics". *Journal of Physics: Conference Series* 1028.1 (kesäkuu 2018), s. 012205. DOI: 10.1088/1742-6596/1028/1/012205. URL: <https://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012205>.
- [12] E. KUO ym. "How students blend conceptual and formal mathematical reasoning in solving physics problems". *Science Education* 97.1 (2013), s. 32–57. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21043>.
- [13] S. French, A. Dickerson ja R. A. Mulder. "A review of the benefits and drawbacks of high-stakes final examinations in higher education". *Higher Education* (2023), s. 1–26.
- [14] N. Pullicino ja C. Bonello. "Challenges Faced by Maltese Students Studying Advanced Level Physics". English. *Information* 11.8 (2020), s. 397. URL: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/challenges-faced-maltese-students-studying/docview/2435945025/se-2>.
- [15] P. Williams. "Squaring the circle: a new alternative to alternative-assessment". *Teaching in Higher Education* 19.5 (2014), s. 565–577. DOI: 10.1080/13562517.2014.882894.
- [16] E. Trotter. "Student perceptions of continuous summative assessment". *Assessment & Evaluation in Higher Education* 31.5 (2006), s. 505–521. DOI: 10.1080/02602930600679506.
- [17] D. R. Krathwohl. "A revision of Bloom's taxonomy: An overview". *Theory into practice* 41.4 (2002), s. 212–218.
- [18] S. G. Green, C. J. Ferrante ja K. A. Heppard. "Using Open-Book Exams to Enhance Student Learning, Performance, and Motivation." *Journal of Effective Teaching* 16.1 (2016), s. 19–35.
- [19] L. Bengtsson. "Take-home exams in higher education: A systematic review". *Education Sciences* 9.4 (2019), s. 267.

- [20] C. Theophilides ja M. Koutselini. ”Study behavior in the closed-book and the open-book examination: A comparative analysis”. *Educational Research and Evaluation* 6.4 (2000), s. 379–393.
- [21] *Jyväskylän yliopiston fysiikan maisteriohjelman opetussuunnitelma*. Viitattu 18.12.2023. URL: www.jyu.fi/ops/fi/science/fysiikan-maisteriohjelm-fysiikka.
- [22] *JYU:n tarjoamien kurssien tiedot SISU -järjestelmässä*. Viitattu 23.3.2024. URL: <https://sisu.jyu.fi/student/search/main>.
- [23] P. Koskinen ym. ”Primetime learning: collaborative and technology-enhanced studying with genuine teacher presence”. *International journal of STEM education* 5.1 (2018), s. 1–13.
- [24] *Jyväskylän yliopiston Matemaattisluonnontieteellisen tiedekunnan opinto-opas 2012-2013*. Otavan Kirjapaino Oy, 2012.
- [25] *Matikkapakin nettisivut TIM-palvelussa*. Viitattu 18.12.2023. URL: <https://tim.jyu.fi/view/kurssit/matematiikka/matikkapakki/etusivu#Lwtk3JvsYnRq>.
- [26] *Jyväskylän yliopiston tarjoama tuki harjoitustehtäviin eri laitoksilla*. Viitattu 23.3.2024. URL: www.jyu.fi/fi/opiskelijalle/kandi-ja-maisteriopiskelijan-ohjeet/opintojen-suorittaminen/tukea-harjoitustehtavien-tekemiseen.
- [27] M. Q. Patton. *Qualitative Research & Evaluation Methods*. 3. painos. Lontoo: Sage, 2002.
- [28] J. Tuomi ja A. Sarajärvi. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. 4. painos. Jyväskylä: Tammi, 2006.
- [29] S. Hirsjärvi ja P. R. ja Paula Sajavaara. *Tutki ja kirjoita*. 15. painos. Helsinki: Tammi, 2019.
- [30] A. Strauss ja J. Corbin. *Basics of Qualitative Research*. 2. painos. Lontoo: Sage, 1998.
- [31] J. Aaltola ja R. Valli. *Ikkunoita tutkimusmetodeihin*. 3. painos. Juva: PS-kustannus, 2010.
- [32] *EU:n yleinen tietosuoja-asetus*. Viitattu 21.5.2024. URL: https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_fi.htm.

- [33] E. Kim ja S.-J. Pak. "Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems". *American Journal of Physics* 70.7 (2002), s. 759–765.
- [34] B. T. Agricola, F. J. Prins ja D. M. Sluijsmans. "Impact of feedback request forms and verbal feedback on higher education students' feedback perception, self-efficacy, and motivation". *Assessment in education: principles, policy & practice* 27.1 (2020), s. 6–25.

Liiteluettelo

A Tutkimuksen tiedote

B Tutkimuksen tietosuojailmoitus

A Tutkimuksen tiedote



15/01/2024

TIEDOTE TUTKIMUKSESTA

1. Tutkimus fysiikan opiskelun haasteellisuudesta ja pyyntö osallistua tutkimukseen

Sinua pyydetään mukaan Pro Gradu tutkimukseen, jossa perehdytään fysiikan opiskeluun ja sen haasteellisuuteen.

Tämä tiedote kuvaa tutkimusta ja siihen osallistumista. Liitteessä on kerrottu henkilötietojesi käsittelystä.

Kerättävät henkilötiedot ovat:

- Pääaine
- Opiskeluvuosi
- Käytyt fysiikan ja matematiikan kurssit
- Äänitallenne haastattelusta

Fysiikan haasteet tai fysiikan opiskelun kokeminen haasteelliseksi ei ole kriteeri tutkimukseen osallistumiseen.

Tutkimukseen osallistuu arviolta noin 10 fysiikan pääaineopiskelijaa, jotka ovat suorittamassa tai suorittaneet aineopinnot. Tämä on yksittäinen tutkimus, eikä sinuun oteta myöhemmin uudestaan yhteyttä.

2. **Vapaaehtoisuus**

Tähän tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voit kieltäytyä osallistumasta tutkimukseen, keskeyttää osallistumisen tai peruuttaa jo antamasi suostumuksen syytä ilmoittamatta milloin tahansa tutkimuksen aikana. Tästä ei aiheudu sinulle kielteisiä seurauksia.

Keskeyttäessäsi tutkimukseen osallistumisesi tai peruuttaessasi antamasi suostumuksen, sinusta siihen mennessä kerättyjä henkilötietoja, näytteitä ja muita tietoja käytetään osana tutkimusaineistoa, kun se on välttämätöntä tutkimustulosten varmistamiseksi.

3. **Tutkimuksen kulku**

Tutkimus koostuu haastattelusta jonka pituus on arviolta noin 20 minuuttia. Haastattelun aikana keskustellaan fysiikan opiskelusta, sen menetelmistä ja käytänteistä, fysiikan opiskelun haasteellisuudesta ja kuormittavuudesta, fysiikan opiskelun eri arviontikeinoista ja kokemuksista niiden soveltamisessa. Tutkimus nauhoitetaan, jotta se voidaan litteroida ja analysoida.

4. Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat hyödyt

Oman osaamisen reflektointi on tärkeä osa oppimista. Haastattelun tarkoitus on saada osallistuja reflektoimaan omaa suoriutumista.

Tutkimuksen tarkoituksena on myös kehittää opetusta Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksella löytämällä mahdollisia kehityskohteita opetuksesta. Osallistumalla tutkimukseen osallistut myös fysiikan opetuksen kehittämistyöhön.

5. Tutkimuksesta mahdollisesti aiheutuvat riskit, haitat ja epämukavuudet sekä niihin varautuminen

Tutkimuksesta ei aiheudu riskejä tai haittoja osallistujalle.

6. Tutkimuksen kustannukset ja korvaukset tutkittavalle sekä tutkimuksen rahoitus

Tutkimukseen osallistumisesta ei makseta palkkiota.

7. Tutkimustuloksista tiedottaminen ja tutkimustulokset

Tutkimustuloksista valmistuu opinnäytetyö joka julkaistaan sivustolla jyx.fi. Lisäksi tutkimus esitellään Pro Gradu seminaarissa. Tutkimustulokset ovat keskeisessä osassa tätä työtä, ja niistä saatetaan ottaa suoria viitteitä. Nämä viitteet esitetään kuitenkin anonymisoidusti. Tutkittaville ei raportoida suoraan tutkimuksesta, mutta halutessaan he voivat olla yhteydessä tutkimuksen tekijään tutkimuksen kulusta ja valmistumisesta.

Ulkopuolinen henkilö ei voi tunnistaa tutkimuksesta yksittäisiä henkilöitä, toisaalta tutkittava saattaa itse tunnistaa itsensä joistain viitteistä.

8. Tutkittavien vakuutusturva

Jyväskylän yliopiston toiminta ja tutkittavat on vakuutettu.

Jyväskylän yliopiston vakuutukset korvaavat etänä suoritettavissa tutkimuksissa ainoastaan sellaiset vahingot, jotka liittyvät suoraan annettuun tutkimustehtävään ja jotka ovat sattuneet varsinaisen ohjeistetun tutkimustehtävän aikana. Vakuutus ei korvaa taukojen aikana sattuneita vahinkoja.

Jyväskylän yliopiston vakuutukset eivät ole voimassa etänä suoritettavissa tutkimuksissa, jos tutkittavan kotikunta ei ole Suomessa.

Vakuutus sisältää potilasvakuutuksen, toiminnanvastuuvakuutuksen ja vapaaehtoisen tapaturmavakuutuksen. Tutkimuksissa tutkittavat (koehenkilöt) on vakuutettu tutkimuksen ajan ulkoisen syyn aiheuttamien tapaturmien, vahinkojen ja vammojen varalta. Tapaturmavakuutus on voimassa mittauksissa ja niihin välittömästi liittyvillä matkoilla.

9. Lisätietojen antajan yhteystiedot

Niilo Huuhka
+358 440 649 431
niilo.h.huuhka@jyu.fi

B Tutkimuksen tietoujoilmoitus



TIETOSUOJAILMOITUS

Olet osallistumassa tieteelliseen tutkimukseen. Tässä tietosuojailmoituksessa sinulle kerrotaan henkilötietojesi käsittelystä osana tutkimusta. Sinulla on lain mukaan oikeus saada nämä tiedot.

1. Rekisterinpitäjä(t) tutkimuksessa Fysiikan opiskelun haasteet.

Rekisterinpitäjä vastaa henkilötietojen käsittelyn lainmukaisuudesta tutkimuksessa.

Rekisterinpitäjänä, tutkimuksen toteuttajana ja vatuushenkilönä toimii:

Niilo Huuhka, 044 0649431, niilo.h.huuhka@jyu.fi,

joka kantaa vastuun henkilötietojen lainmukaisesta käsittelystä.

2. Henkilötietojen käsittelijä(t)

Henkilötietojen käsittelijällä tarkoitetaan tahoa, joka käsittelee henkilötietoja rekisterinpitäjän lukuun ja sen antamien ohjeiden mukaisesti. Henkilötietojen käsittelijän kanssa on laadittava tietojenkäsittelysopimus. Tässä tutkimuksessa henkilötietojen käsittelijöitä ovat:

Niilo Huuhka, tutkimuksen tekijä.

Tutkimuksen toteutuksen aikana rekisterinpitäjä voi käyttää myös muita henkilötietojen käsittelijöitä, joita ei pystytä nimeämään etukäteen. Käsittelijöiden kanssa tehdään aina tarvittavat sopimukset ja niiden soveltuvuus henkilötietojen tietoturvalliseen käsittelyyn arvioidaan ennen sopimuksen tekoa. Rekisteröityä informoidaan käsittelijän käyttämisestä erikseen, jos muutos on merkittävä rekisteröidyn näkökulmasta.

Tutkimustiedon oikeellisuuden varmistamiseksi rekisterinpitäjä voi antaa tietoja käsiteltäväksi (ensisijaisesti ilman suoria tunnistetietoja) ns. tutkimuksen monitoroijalle tai verifioijalle määräajalle, mikäli tämä on välttämätöntä. Nämä toimivat tutkimushenkilöstön valvonnassa ja heidän kanssaan tehdään tietojenkäsittelysopimukset.

3. Henkilötietojen muu luovuttaminen tutkimuksen aikana

Henkilötietojasi käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta sivullisille.

4. Tutkimuksessa käsiteltävät henkilötiedot

Henkilötietojasi käsitellään tiedotteessa kuvattua tutkimustarkoitusta varten.

Tutkimuksessa Sinusta kerätään seuraavia henkilötietoja: Haastattelun äänitallenne, pääaine ja mahdollisesti opintosuunta, opiskeluvuosi, käydyt matematiikan ja fysiikan kurssit. Tietojen kerääminen perustuu tutkimussuunnitelmaan.

5. Henkilötietojen siirto EU/ETA ulkopuolelle

Tutkimuksessa henkilötietojasi ei siirretä EU/ETA -alueen ulkopuolelle.

6. Henkilötietojen suojaaminen

Henkilötietojen käsittely tässä tutkimuksessa perustuu asianmukaiseen tutkimussuunnitelmaan ja tutkimuksella on vastuuhenkilö. Tutkimuksen rekisteriin tallennetaan vain tutkimuksen tarkoituksen kannalta välttämättömiä tietoja.

Tunnistettavuuden poistaminen

- Aineisto anonymisoidaan aineiston perustamisvaiheessa (kaikki tunnistetiedot poistetaan täydellisesti, jotta paluuta tunnisteteelliseen tietoon ei ole eikä aineistoon voida yhdistää uusia tietoja).
- Suorat tunnistetiedot poistetaan suojatoimena aineiston perustamisvaiheessa (pseudonymisoitu aineisto, jolloin tunnistettavuuteen voidaan palata koodin tai vastaavan tiedon avulla ja aineistoon voidaan yhdistää uusia tietoja).
- Suoria tunnistetietoja ei kerätä, rekisteröity voi olla aineistosta ainoastaan välillisesti tunnistettavissa eli jos aineistoa yhdistettäisiin muualta saataviin tietoihin ja niiden avulla pyrittäisiin tunnistamaan rekisteröity.
- Aineisto analysoidaan suurin tunnistetiedoin, koska (peruste suorien tunnistetietojen säilyttämiselle):

Tutkimuksessa käsiteltävät henkilötiedot suojataan

- käyttäjätunnuksella
- salasanalla
- käytön rekisteröinnillä
- kulunvalvonnalla (fyysinen tila)

7. HENKILÖTIETOJEN KÄSITTELY TUTKIMUKSEN PÄÄTTYMISEN JÄLKEEN

- Tutkimusrekisteri hävitetään tutkimuksen päätyttyä arviolta 06.2024 mennessä tai
- Tutkimusrekisteri anonymisoidaan tutkimuksen päätyttyä arviolta 06.2024 mennessä eli kaikki tunnistetiedot poistetaan täydellisesti, jotta paluuta tunnisteteelliseen henkilötietoon ei ole eikä aineistoon voida yhdistää uusia tietoja.

Oikeudellinen peruste tutkimusaineistoon sisältyvien henkilötietojen arkistointiin tutkimuksen päätyttyä

- Tutkimusaineistojen ja kulttuuriperintöaineistojen arkistointi *yleisen edun perustella* (tutkimusaineisto arkistoidaan tutkimuksen päätyttyä ja arkistoitava aineisto sisältää henkilötietoja), arkistoitavalle aineistoille tehdään arvonmääritys (tietosuoja-asetuksen artikla 6.1 e, erityiset henkilötietoryhmät 9.2.j).

8. Rekisteröidyn oikeudet

Suostumuksen peruuttaminen (tietosuoja-asetuksen 7 artikla)

Sinulla on oikeus peruuttaa antamasi suostumus, mikäli henkilötietojen käsittely perustuu suostumukseen. Suostumuksen peruuttaminen ei vaikuta suostumuksen perusteella ennen sen peruuttamista suoritetun käsittelyn lainmukaisuuteen.

Oikeus saada pääsy tietoihin (tietosuoja-asetuksen 15 artikla)

Sinulla on oikeus saada tieto siitä, käsitelläänkö henkilötietojasi ja mitä henkilötietojasi käsitellään. Voit myös halutessasi pyytää jäljennöksen käsiteltävistä henkilötiedoista.

Oikeus tietojen oikaisemiseen (tietosuoja-asetuksen 16 artikla)

Jos käsiteltävissä henkilötiedoissasi on epätarkkuuksia tai virheitä, sinulla on oikeus pyytää niiden oikaisua tai täydennystä.

Oikeus tietojen poistamiseen (tietosuoja-asetuksen 17 artikla)

Sinulla on oikeus vaatia henkilötietojesi poistamista tietyissä tapauksissa. Oikeutta tietojen poistamiseen ei kuitenkaan ole, jos tietojen poistaminen estää tai vaikeuttaa suuresti käsittelyn tarkoituksen toteutumista tieteellisessä tutkimuksessa.

Oikeus käsittelyn rajoittamiseen (tietosuoja-asetuksen 18 artikla)

Sinulla on oikeus henkilötietojesi käsittelyn rajoittamiseen tietyissä tilanteissa kuten, jos kiistät henkilötietojesi paikkansapitävyyden.

Oikeuksista poikkeaminen

Tässä kuvatuista oikeuksista saatetaan tietyissä yksittäistapauksissa poiketa tietosuoja-asetuksessa ja Suomen tietosuojalaissa säädetyillä perusteilla siltä osin, kuin oikeudet estävät tieteellisen tai historiallisen tutkimustarkoituksen tai tilastollisen tarkoituksen saavuttamisen tai vaikeuttavat sitä suuresti. Tarvetta poiketa oikeuksista arvioidaan aina tapauskohtaisesti. Oikeuksista voidaan poiketa myös jos rekisteröityä ei pystytä tai ei enää pystytä tunnistamaan.

Profilointi ja automatisoitu päätöksenteko

Tutkimuksessa henkilötietojasi ei käytetä automaattiseen päätöksentekoon. Tutkimuksessa henkilötietojen käsittelyn tarkoituksena ei ole henkilökohtaisten ominaisuuksiesi arviointi, ts. profilointi vaan henkilötietojasi ja ominaisuuksia arvioidaan laajemman tieteellisen tutkimuksen näkökulmasta.

Tietoturvaloukkauksesta tai sen epäilystä ilmoittaminen Jyväskylän yliopistolle:

<https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/tietosuojailmoitus/ilmoita-tietoturvaloukkauksesta>

Sinulla on oikeus tehdä valitus erityisesti vakinaisen asuin- tai työpaikkasi sijainnin mukaiselle valvontaviranomaiselle, mikäli katsot, että henkilötietojen käsittelyssä rikotaan EU:n yleistä tietosuoja-asetusta (EU) 2016/679. Suomessa valvontaviranomainen on tietosuojavaltuutettu.

Tietosuojavaltuutetun toimiston ajantasaiset yhteystiedot: <https://tietosuoja.fi/etusivu>