

Otto Korpi

# Matemaattisten aineiden oppimisen tukeminen tieto- ja viestintätekniikan AMK-opinnoissa

Insinööri

Tieto- ja viestintätekniikka

Kevät 2024



**KAMK • University  
of Applied Sciences**

## Tiivistelmä

**Tekijä(t):** Korpi Otto

**Työn nimi:** Matemaattisten aineiden oppimisen tukeminen tieto- ja viestintätekniikan AMK-opinnoissa

**Tutkintonimike:** Insinööri (AMK), tieto- ja viestintätekniikka

**Asiasanat:** LUMA-aineiden oppimisvaikeudet, PISA-tulokset, korkeakouluopiskelijat, motivaatio, motivaation puute, verkko-oppimateriaali

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua korkeakouluopiskelijoiden, erityisesti insinööriopiskelijoiden matemaattisten -ja luonnontieteellisten aineiden oppimishaasteisiin ja löytää niihin ratkaisuja. Opinnäytetyön toimeksiantaja toimi Kajaanin ammattikorkeakoulu.

Aineistona käytettiin Insinööriliiton teettämää kyselyä, internetistä löytyviä aineistoa sekä itse teetettyä Kajaanin ammattikorkeakoulun matematiikan ja fysiikan opettajien ryhmähaastattelua. Teoriaosuudessa käytiin läpi insinööriopiskelijoiden oppimistuloksia viime vuosien ajoilta ja perehdyttiin erilaisiin oppimiseen vaikuttaviin teorioihin, kuten motivaatioon, matemaattisiin oppimisvaikeuksiin eli dyskalkuliaan ja formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin. Sen lisäksi opinnäytetyössä tutustuttiin Datatieteen matematiikka 1 -kurssin sisältöön. Käytännön osuudessa etsittiin mahdollisia keinoja, millä insinööriopiskelijat voisivat parantaa oppimistaan matemaattisissa aineissa. Lisäksi työssä keskityttiin Datatieteen matematiikka 1 -kurssin kehittämiseen.

Opinnäytetyötä tehdessä havaittiin, että opiskelijoiden matemaattisten aineiden tukeminen oli monivaiheinen prosessi, johon sekä opiskelija että opettaja voivat vaikuttaa omalla työpanoksellaan. Opiskelijan osalta se tarkoittaa motivaation kehittämistä matemaattisia aineita kohtaan. Näitä keinoja ovat esimerkiksi mahdollinen tukiopetuksen hyödyntäminen ja muiden opiskelijoiden kanssa tehtävien tekeminen. Opettajien osalta formatiivisen palautteen tehostaminen oli hyvä keino auttaa opiskelijaa, erityisesti niitä, joilla oli oppimisvaikeuksia matemaattisissa aineissa. Aktiivinen läsnäolo auttoi myös opettajaa puuttumaan ajoissa oppimisvaikeuksissa olevien opiskelijoiden auttamiseen.

Opiskelijan matemaattisten aineiden oppimismenestys oli pääasiassa itsestä kiinni, mutta sen edistämiseen oli olemassa muitakin keinoja. Opettajien aktiivinen läsnäolo opetuksessa ja jatkuva palautteen antaminen voivat auttaa oppimisvaikeuksissa olevaa opiskelijaa. Teknologian kehitys, etenkin tekoälyn puolella, luo uusia mahdollisuuksia sekä haasteita matemaattisten aineiden opiskeluun ja opetukseen. Myös verkkopohjaisten opetusmateriaalien ja -alustojen hyödyntäminen tulevaisuudessa voi tuoda merkittäviä etuja oppimiseen.

## **Abstract**

**Author(s):** Korpi Otto

**Title of the Publication:** Supporting the learning of mathematics in UAS ICT studies

**Degree Title:** Bachelor of Engineering, Information and Communication Technologies

**Keywords:** LUMA learning difficulties, PISA results, higher education students, motivation, lack of motivation, online learning materials

The aim of this thesis was to explore the learning challenges of university students, especially engineering students in mathematics and science, and to find solutions to them. The commissioner of the thesis was Kajaani University of Applied Sciences.

The material used was a questionnaire commissioned by The Union of Professional Engineers in Finland, material found on the Internet and a group interview with teachers at Kajaani University of Applied Sciences. The theoretical part of the study reviewed the learning outcomes of engineering students in recent years and explored different theories that influence learning, such as motivation, mathematical learning difficulties (dyscalculia) and formative and summative assessment. In addition, the thesis explored the content of the Data Science Mathematics 1 course. The practical part of the thesis looked at ways in which engineering students could improve their learning in mathematics. In addition, the work focused on the development of the Data Science Mathematics 1 course.

During the thesis, it was discovered that supporting students in mathematical subjects was a multi-stage process influenced by both the student and the teacher through their active participation. For the student, this means developing motivation towards mathematics. These include, for example, making use of tutoring and working with other students on assignments. For teachers, the use of more formative feedback was an effective way to help students, especially those with learning difficulties in mathematics. Active presence also helped the teacher to intervene in time to help students with learning difficulties.

The student's success in mathematical subjects was mostly up to them, but there were other ways to promote it. Teachers' active presence in class and constant feedback can help a student with learning difficulties. Technological developments, especially in the field of artificial intelligence, are creating new opportunities and challenges for learning and teaching of mathematical subjects. The future use of web-based teaching materials and platforms can also bring significant benefits to learning.

## **Symboliluettelo**

LUMA Luonnontieteet ja matematiikka

PISA Programme for International Student Assessment

SDT Self Determination Theory (Itsemäärämisteoria)

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Insinööriopiskelijoiden oppimistulokset matemaattisissa aineissa .....	2
2.1	Insinööriliiton selvitys.....	2
2.1.1	Insinööriopintojen viivästyminen ja keskeytyminen .....	3
2.1.2	Matematiikan osaamisen vaikutus opintojen viivästymiseen .....	5
2.2	KAMK:n matematiikan ja fysiikan opettajien haastattelu.....	6
3	Matemaattisten aineiden oppimishaasteet .....	9
3.1	Motivaatio .....	9
3.2	Matemaattisten aineiden oppimisvaikeudet .....	10
3.3	Summatiivinen ja formatiivinen arviointi.....	12
4	Datatieteen matematiikka 1 .....	13
5	Keinot oppimistulosten parantamiseen .....	15
5.1	Motivaation parantaminen .....	15
5.2	Oppimisvaikeuksissa tukeminen .....	15
5.3	Verkkotukimateriaali .....	16
5.4	Datatieteen matematiikka 1 -kurssin kehitys.....	17
6	Pohdinta .....	18
	Lähteet .....	20
	Liitteet	

## 1 Johdanto

LUMA-aineet eli luonnontieteelliset ja matemaattiset aineet, ovat oleellinen osa insinöörin korkeakouluopintoja. Niiden merkitys korostuu nykyaikaisessa yhteiskunnassa, jossa teknologian ja tieteiden kehitys muuttaa meidän yhteiskuntaamme. Tämä korostaa tarvetta vahvalle osaamiselle kyseisillä aloilla, erityisesti korkeakoulutasolla.

Jokainen opiskelija lähtee omasta pisteestään liikkeelle. Opiskelijoilla, joilla on heikommat perustaidot kyseisissä aineissa, lisää heidän riskiänsä jäädä jälkeen opetuksessa, joka saattaa pahimmassa tapauksessa johtaa opintojen keskeyttämisen. On tärkeää saada selvitettyä, mikä vaikuttaa heikentyneisiin tuloksiin LUMA-aineissa ja miten tilannetta voisi parantaa. Opinnäytetyöni aihe on minulle merkityksellinen ja kiinnostava, sillä olen itse kohdannut samankaltaisia haasteita matemaattisten aine parissa insinööriopintojeni aikana.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, kuinka LUMA-aineiden, erityisesti matemaattisten aineiden oppimista voidaan edistää ja vahvistaa tieto- ja viestintäteknikan opintojen aikana. Työssä tarkastellaan opetusmenetelmiä, resursseja ja haasteita, jotka liittyvät matemaattisten aineiden opiskeluun, ja pohditaan, millä keinoilla opiskelijat voisivat parantaa suorituksiaan kyseisissä aineissa. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää keinoja, joilla insinööriopiskelijat voisivat parantaa matemaattisten aineiden oppimistaan ja oppimistuloksiaan. Lisäksi tavoitteena on kehittää Datatieteen matematiikka 1 -kurssia hyödyntäen opinnäytetyössä käsiteltyjä tietoja.

Työ tehdään Kajaanin ammattikorkeakoululle yhteistyössä Tuomas Ohtosen kanssa, joka omassa opinnäytetyössään kehittää Datatieteen matematiikka 1 -kurssin oppimista tukevaa järjestelmää. Järjestelmä käsittelee pääasiassa todennäköisyyslaskennan teoriaa sekä tarjoaa käyttäjille aiheeseen liittyviä harjoitustehtäviä esimerkkien kera.

## 2 Insinööriopiskelijoiden oppimistulokset matemaattisissa aineissa

Oppimistulosten heikentyminen, etenkin matemaattisissa aineissa, on viime vuosina ollut suuri puheenaihe kotimaan medioissa. etenkin suomalaisten heikentyneiden PISA-tulosten vuoksi.

PISA-tutkimus on Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestön (OECD) jäsenmaiden toteuttama tutkimus, jossa arvioidaan 15-vuotiaiden tulevaisuuden taitoja. Tutkimus järjestetään tyypillisesti joka kolmas vuosi. [1.] Viimeisin PISA 2022 -tutkimus osoitti, että suomalaisoppilaiden tulokset olivat heikentyneet eniten matematiikan ja lukutaidon osalta. [2].

Yksi merkittävä huomio PISA-tutkimuksen tuloksista on Suomen matematiikan huipputaajien väheneminen ja heikotasoisten oppilaiden huomattava kasvu verrattuna aiempiin PISA-tutkimuksiin. Matematiikkaa hyvin osaavien (tasot 5 ja 6) määrä on laskenut vuoden 2003 PISA-tutkimuksen 23,4 prosentista nykyiseen 8,5 prosenttiin. Samanaikaisesti heikotasoisten (alle tason 2) oppilaiden määrä on moninkertaistunut 6,8 prosentista 24,9 prosenttiin eli joka neljänteen oppilaaseen. [2.] [3.]

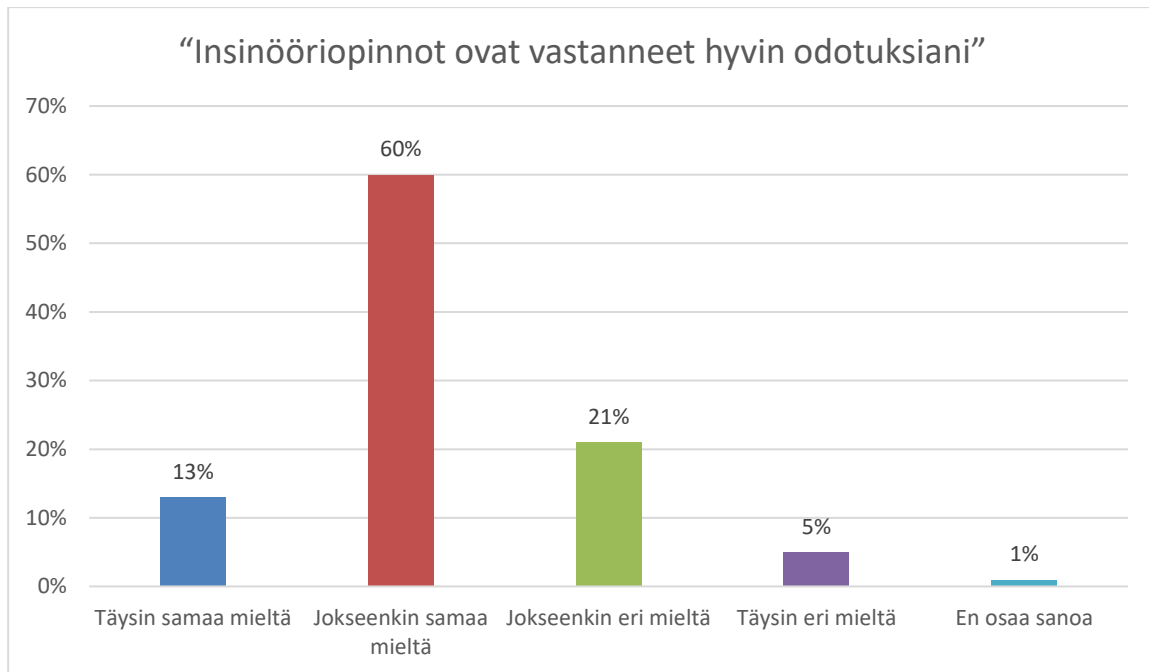
Tässä kappaleessa tutustutaan Insinööriliiton teettämään aineistoon ja perehdytään, missä asioissa insinööriopiskelijat kokevat eniten hankaluuksia sekä millaisia vaikutuksia he kokevat matemaattisten aineiden oppimisella olevan opiskeluun. Sen lisäksi kappaleessa alustetaan Kajaanin ammattikorkeakoulun matematiikan ja fysiikan opettajien ryhmähaastattelua, jonka tarkoituksena oli selvittää erityisesti matematiikan opiskelun nykytilaa ja kehitystarpeita Kajaanin ammattikorkeakoulussa.

### 2.1 Insinööriliiton selvitys

Huhtikuussa 2021 Insinööriliitto teetti selvityksen ammattikorkeakouluopiskelijoiden opiskelun keskeyttämisen syistä. Tutkimukseen osallistui 1692 opiskelijaa 18 eri korkeakoulusta. Selvityksessä haastateltiin ammattikorkeakoulun henkilöstöä insinööriopintojen viivästymisestä ja keskeyttämisen syistä sekä insinööriopintoja keskeyttäneitä opiskelijoita. Selvityksessä kysyttiin asioita monipuolisesti eri näkökulmista. [4, s. 5.]

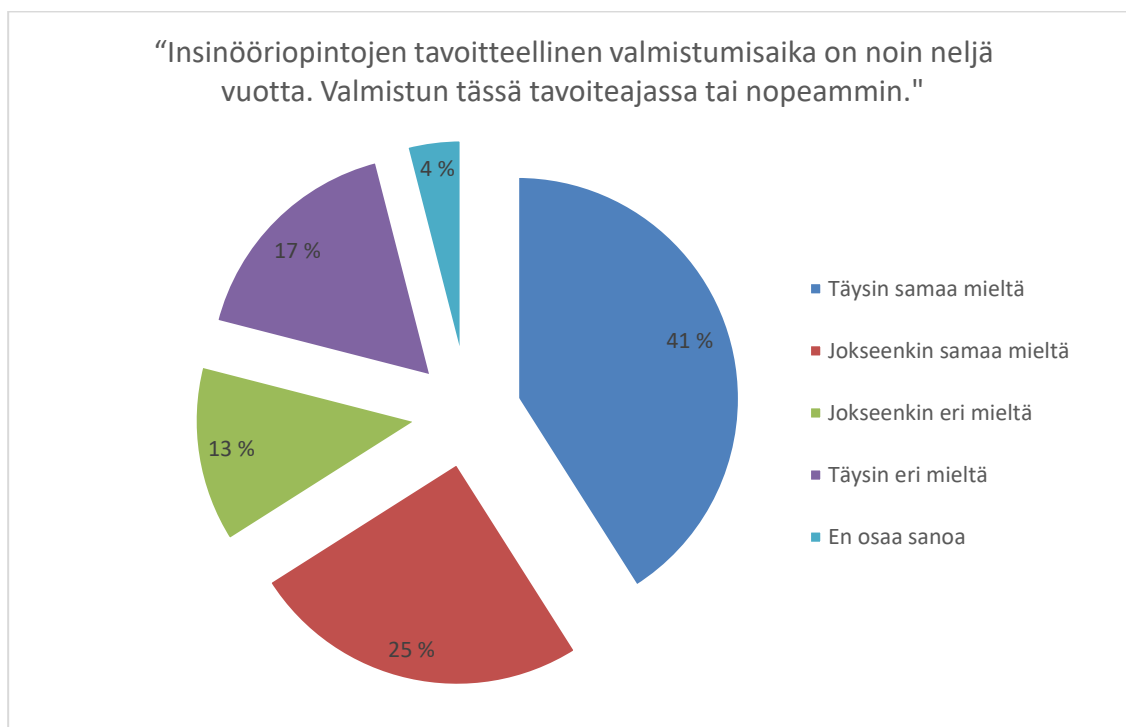
### 2.1.1 Insinööriopintojen viivästyminen ja keskeytyminen

Insinööriliiton selvityksessä kysyttiin opiskelijoilta, ovatko insinööriopinnot vastanneet heidän odotuksiaan. Selvityksessä kävi ilmi, että noin neljännes opiskelijoista kokee, etteivät opinnot ole vastanneet odotuksiaan. Noin kolme neljäsosaa vastanneista koki insinööriopintojen vastanneen omia odotuksiaan. [4, s. 8.]



Kuva 1. Insinööriopiskelijoiden tuntemuksia opintojen vastaavuutta odotuksiin [4].

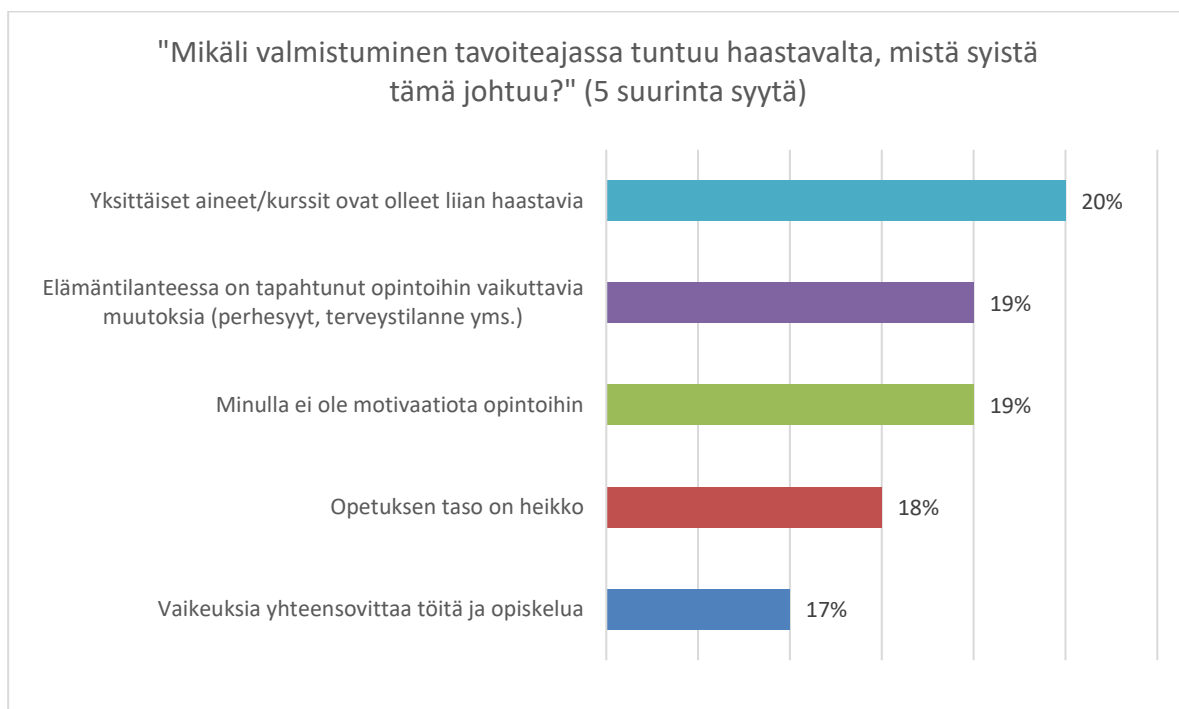
Insinööriopiskelijoilta kysyttiin vastausta myös seuraavaan väittämään: “Insinööriopintojen tavoitteellinen valmistumisaika on noin neljä vuotta. Valmistun tässä tavoiteajassa tai nopeammin.” Kaksi kolmesta arvioi valmistuvansa tavoiteajassa, ja kolmannes opiskelijoista epäili valmistuvan ajoissa. [4, s. 13]



Kuva 2. Insinööriopiskelijoilta kyselyn tulos opinnoista valmistumisesta tavoiteajassa [4].

Sukupuoli ja koulutustausta eivät vaikuttaneet opiskelijoiden näkemyksiin määräajassa valmistumisesta, mutta opiskelijan ikä vaikutti niihin. Nuorimmat opiskelijat uskoivat valmistuvansa ajoissa; erityisesti 18–21-vuotiaista 78 prosenttia oli väittämän 'täysin samaa mieltä' tai 'jokseenkin samaa mieltä'. Sen sijaan 26–30-vuotiaista näin ajatteli 61 prosenttia. [4, s. 14.]

Seuraavan kysymyksen tarkoituksena oli selvittää yleisimmät syyt, jotka saattavat haitata valmistumista tavoiteajassa. Kuten alla olevassa kuvassa nähdään (Kuva 3), opiskelijat kertoivat suurimmiksi syiksi yksittäisten aineiden tai kurssien olevan liian haastavia (20 prosenttia vastanneista), elämäntilanteen muutosten takia (19 prosenttia vastanneista) ja motivaation puutteen takia (19 prosenttia vastanneista). Myös opetuksen laatu sekä työn ja opiskelun yhteensovittaminen olivat merkittäviä syitä valmistumisen viivästymiseen. [4, s. 15.]



Kuva 3. Tavoiteajassa valmistumisen mahdollisia esteitä opiskelijoiden mukaan [4].

Insinööriilyn selvityksessä havaittiin iän ja elämäntilanteen olevan merkittäviä tekijöitä opiskelun haasteissa. Ensimmäisen ja toisen vuoden opiskelijat kokivat useimmiten yksittäisten aineiden tai kurssien olevan liian vaativia, kun taas kolmannen ja neljännen vuoden opiskelijat kokivat näin vähemmän. Elämäntilanteen muutoksien vaikutus opiskeluun koki 31–40-vuotiaat opiskelijat. Eri-tyisesti 31–40-vuotiaat opiskelijat raportoivat elämäntilanteen muutosten vaikuttavan opiskeluun ja alle 25–vuotiaista noin neljännes vastanneista kertoi kärsivänsä motivaation puutteesta. [4, s. 16.]

### 2.1.2 Matematiikan osaamisen vaikutus opintojen viivästymiseen

Selvityksessä todettiin, että ”naiset (50 prosenttia) kokevat miehiä (40 prosenttia) useammin, että insinööriopinnot ovat toisinaan liian vaativia. Hieman keskimääräistä useammin näin ajattelevat myös 18–21-vuotiaat (53 prosenttia). Koulutustausta (ammattikoulu tai lukio) ei tuo suurta eroa vastaajien välille, mutta matematiikan osaaminen vaikuttaa: ne, jotka arvioivat oman osaamisensa heikoksi tai välttäväksi, kokevat opinnot haastaviksi keskimääräistä useammin.” [4, s. 12.]

Tämän lisäksi selvityksessä havaittiin, että matematiikan osaaminen korreloi opiskelijoiden kokemuksista opintojen vaatavuudesta. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, koulutustaustalla ei ole

selvityksen mukaan ollut merkitystä opiskelun sujuvuuden osalta, mutta matematiikan osaamisella on suurempi vaikutus. Opiskelijat, jotka arvioivat olevansa matematiikan osaamisensa heikoksi tai välttäväksi, kokevat korkeakouluopintojen olevan keskimääräistä vaikeammiksi. [4, s. 12.]

## 2.2 KAMK:n matematiikan ja fysiikan opettajien haastattelu

Opinnäytetyötä varten tehtiin haastattelu, jossa kyseltiin Kajaanin ammattikorkeakoulun matematiikan ja fysiikan opettajilta omia näkökulmia eri aihealueista, kuten matemaattisten aineiden oppimisen nykytilanteesta sekä opiskelijoiden ja opettajien keinoista kehittää oppimista kyseisissä aineissa.

Haastattelun muodoksi valittiin ryhmähaastattelu. Ryhmähaastattelulla tarkoitetaan keskustelua, jossa haastattelijat puhuu samanaikaisesti useille haastatteleville, mutta saattaa kysyä välillä yksittäisiltä ryhmän jäseniltä. Sen tavoitteena on luoda tilaa vapaamuotoiselle keskustelulle. [5.]

Haastatteluun osallistui kolme Kajaanin ammattikorkeakoulun opettajaa. Haastattelu järjestettiin hyödyntämällä Microsoftin Teams-viestintäalustaa, jonka avulla haastattelu tallennettiin ja litteroitiin.

Haastattelusta kerätty aineisto käsiteltiin ja dokumentoitiin Teamsin tuottaman automaattisen tekstitalenteen sekä videon pohjalta. Litterointi tehtiin peruslitteroinnin tyyllillä, jossa tarpeeton sisältö poistetaan ja tekstistä poistetaan kielioppivirheet. [6.]

Ryhmähaastattelussa kysyttiin opettajilta seuraavia kysymyksiä:

**Haastattelijat: Mitkä ovat mielestänne yleisimmät opiskelijoiden kompastuskivet matemaattisissa aineissa?**

SM: Lähtötaso on yksi haaste, toinen on epävarmuus, että mitä kotona tapahtuu. Kolmantena tukitoimia ei hyödynnetä riittävästi.

AT: Samaa mieltä. Osataan vähemmän vuosi vuodelta, kun tullaan opiskelemaan.

TK: Vanhat asenteet ja pelot ovat oppimisen esteenä.

**Haastattelija: Millaisia muutoksia olette havainneet opiskelijoiden kiinnostuksessa ja oppimistuloksissa matemaattisissa aineissa? Miten koronapandemia vaikutti näihin?**

SM: Koronapandemian jälkeen läsnäolohalukkuus laskenut. Oppimistulokset olivat suurin piirtein samanlaisia.

AT: Olen huomannut samaa, läsnäolo koronapandemian jälkeen vähentynyt.

**Haastattelija: Miten opiskelijat voisivat parantaa tasoaan matemaattisissa aineissa?**

SM: Matematiikkaan ei ole oikotietä oppimisen kannalta, laskemalla oppii. Toinen keino laskemisen lisäksi voisi olla omatoiminen muistiinpanojen kirjoittaminen. Kynä ja paperi paras keino oppia matematiikkaa.

AT: Samaa mieltä. Itse annan kurseillani opiskelijoiden tehdä A4- lunttilapun tenttiin, johon saa lisätä itse tarvittavat kaavat.

TK: Komppaan molempia tässä. Opettajat koittavat samalla motivoida matematiikan ja fysiikan opiskelijoita.

**Haastattelija: Kuinka paljon opiskelijat käyttävät aikaa aiheisiin perehtymiseen? Miten opiskelijan ajankäytön saa selville?**

SM: Ajankäyttöä ei ole tällä hetkellä mahdollista seurata. Tunnilla ”haistaa”, ketkä opiskelijat ovat perillä asioista. Oppimispäiväkirjaa on joskus harkittu, mutta ei otettu käyttöön resurssipuutteen takia.

AT: Samaa mieltä. Joskus olen kotitehtäviä tarkistanut ja antanut niistä pisteitä tenttiin. Se kuitenkin loi opettajalle paljon lisää tekemistä, joten siitä luovuttiin.

**Haastattelija: Millaisia lisämateriaaleja tarjoatte oppilaille, jotka tarvitsevat lisätukea tai haastetta matematiikan oppimisessa?**

SM: Jonkun verran opiskelijat kysyvät lisämateriaalia, sitä ei ole paljoa tarjolla.

**Haastattelija: Tentin lisäksi mitä arviointimenetelmiä on, joilla voidaan arvioida opiskelijan osaamista?**

TK: Olen saanut luvan pitää suullisia tenttejä pienelle ryhmälle etäyhteyden välityksellä. Olen pitänyt Matematiikka 4 -kurssilla vaihtoehtoista suoritustapaa.

SM: Matematiikan luonteeseen kuuluu osaamisen osoitus tentillä.

AT: Täsmälleen samaa mieltä, tentillä matematiikan osaaminen arvioidaan. Matematiikka 4 -kursin osalta olen tarjonnut monta vuotta vaihtoehtoista suoritustapaa, jonka voi suorittaa kokonaan tai osittain koodaamalla.

### 3 Matemaattisten aineiden oppimishaasteet

Matemaattisten aineiden oppimishaasteisiin on monia erilaisia syitä. Ne koostuvat pääasiassa opiskelijan motivaation puutteesta, jonka puute usein vaikuttaa henkilön elämän muihinkin osa-alueisiin. Lisäksi oppimisvaikeudet voivat johtua heikosta taidoista, opetuksen puutteista, oppimisympäristön häiriötekijöistä ja opiskelijan itseluottamuksen puutteesta.

Tässä kappaleessa tutustutaan tarkemmin, minkälaisia matemaattisten aineiden oppimisvaikeuksia opiskelijoilla on sekä miten motivaatio vaikuttaa opiskeluun kokonaisuudessaan. Niiden lisäksi tutkitaan summatiivista ja formatiivista arviointia sekä niiden merkityksestä oppimishaasteiden ehkäisyssä.

#### 3.1 Motivaatio

Motivaatio on psykologinen käsite, joka tarkoittaa ihmisen halua tai käyttövoimaa. Sanan alkuperä on peräisin latinan kielen *movere*-sanasta, joka tarkoittaa liikettä ja liikkumista. Yksi tapa kuvailla motivaatiota on sen voima saada ihmisen tekemään tiettyä asiaa. Siksi motivaatio on tärkeä osa-alue matemaattisten aineiden opiskelussa. [9, s. 4.]

Motivaatio toimii ikään kuin moottorina, joka kannustaa ihmistä toteuttamaan tehtäviä ja suorittamaan niistä mahdollisimman hyvin. Sen puute aiheuttaa päinvastaisen vaikutuksen, mikä heikentää mielenkiintoa tehtävien suorittamiseen, vähentää opiskeluintoa ja laskee tällöin suoritus-tasoa. Käsitteellisesti motivaatiota on pyritty lukuisin tavoin kuvaamaan ja teoretisoimaan. Esi-merkkejä motivaation teorioista ovat itsemääräämisteoriat, odotusarvoteoria, kiinnostusteoria ja tavoiteorientaatioteoria. [9, s. 15–16.]

Yksi viime aikojen tutkituimpia tapoja lähestyä motivaatiota on itsemääräämisteoriat, Self Determination Theory (SDT). Teorian popularisoivat kaksi amerikkalaista psykologia, Edward L. Deci ja Richard M. Ryan. [10.] Itsemääräämisteorian mukaan motivoitunut ihminen pyrkii oppimaan uutta omasta tahdostaan, harjoittelee uusia taitoja ja soveltaa oppimaansa vastuullisesti. [9, s. 16].

Itsemääräämisteoriassa motivaation lähteet jaetaan sisäiseen motivaatioon ja ulkoiseen motivaatioon. (Kuva 4) Sisäisen motivaation avulla ihminen toimii oma-aloitteisesti, koska toiminta kiinnostaa häntä tai tuottaa hänelle mielihyvää. Ulkoisesti motivoitunut toimii joko ulkoisen paineen, palkkioiden saamisen tai rangaistuksen välttämisen takia. [9, s. 16–17.]

Motivoitumattomuus a-motivaatio	Ulkoinen motivaatio				Sisäinen motivaatio
Ei säätelyä	Täysin ulkoinen säätely	Sisään kääntynyt ulkoinen säätely	Kiinnittynyt säätely	Integroitu säätely	Täysin sisäinen säätely
Motivaation puuttuminen	Kontrolloitu motivaatio		Autonominen motivaatio		
Alhaisin mahdollinen itsesäätely					Korkein mahdollinen itsesäätely

Kuva 4. Motivaation ja säätelyn tyypit itsemääräämisteorian mukaan [9].

Itsemääräämisteorian mukaan paras motivaation säätelytapa on autonominen säätely, jossa ihminen toimii omatoimisesti sisäisten motiivien ohjaamana. Autonomisesti motivoitunut ihminen kokee toimintansa merkitykselliseksi ja tuntee olevansa itseohjautuva, mikä puolestaan kasvattaa hänen hyvinvointiaan ja suorituskyykyään. Sen sijaan ulkoinen motivaatio ja a-motivaatio voivat johtaa heikkoon suorituskyykyyn, vähäiseen sitoutumiseen ja jopa psyykkiseen pahoinvointiin. [9, s. 17.]

Paras opiskelusuoritus saavutetaan, kun opiskelija on aiheeseen sisäisesti motivoitunut. Toisaalta motivaation puute usein johtuu siitä, että opiskelu koetaan ulkoisesti motivoivaksi. Kun opiskelija on a-motivoitunut, hänellä ei ole riittävästi motivaatiota ryhtyä opiskelemaan tai edes aloittaa opiskeluprosessia. [9, s. 16.]

### 3.2 Matemaattisten aineiden oppimisvaikeudet

Matemaattisten aineiden oppimisvaikeudet johtuvat monen eri asian yhdistelmästä. Edellisessä kappaleessa mainittu motivaation puute on suuri tekijä, joka vaikuttaa opiskelijan koulumenestykseen. Nyt perehdytään syvemmin erilaisiin oppimisvaikeuksiin, jotka voivat heikentää opiskelijoiden kykyä suoriutua matemaattisissa aineissa.

Matemaattisilla oppimisvaikeuksilla tarkoitetaan opiskelijan poikkeuksellisen työlästä oppimistahtia opetuksesta ja harjoittelusta huolimatta. Tällaista oppimisvaikeutta arvioidaan, miten nopeasti ja millä työmäärällä opiskelija oppii asioita. [11.]

Matemaattisten oppimisvaikeuksien aiheuttavia tekijöitä on useita ja ne ovat taustaltaan monimuotoisia. Matematiikan erityisvaikeuksiin kuuluvat esimerkiksi ongelmat numeeristen tietojen käsittelyssä, tarkkaavuuden ja työmuistin toimintojen ongelmat ja kielellisten ja avaruudellisten hahmottamisen vaikeudet. [12.] Näiden tekijöiden lisäksi ihmisen neurologiset häiriöt, kuten ADHD (aktiivisuuden, ylivilkkauden ja tarkkaavuuden häiriö) tai ADD (tarkkaavuushäiriö ilman yliaktiivisuutta) voivat hankaloittaa ihmisen kykyä keskittyä ja oppia muiden tahdissa. [12.]

Opiskelijan perimä ja ympäristö vaikuttavat myös oppimiseen. Vaikka niiden vaikutuksista on tehty vähän tutkimuksia, perimällä on todettu olevan vaikutusta. Jos vanhemmalla on ollut itsellään matematiikan hahmottamisessa haasteita, on todennäköistä, että hänen lapsellansa voi olla samankaltaisia haasteita matematiikassa. [11.]

Matemaattisten aineiden oppimisvaikeuksista kärsivät opiskelijat voivat kokea enemmän syrjintää muihin opiskelijoihin verrattuna. Syrjintä saattaa heikentää heidän itsetuntoansa ja koulumotivaatiotansa, mikä taas vaikeuttaa jatkokoulutukseen pääsyä ja siellä pärjäämistä. Oppimisvaikeuksien pitkittyessä toistuvat negatiiviset kokemukset heikentävät opiskelijan oppimismotivaatiota entisestään. [13.] Matemaattisista oppimisvaikeuksista eli dyskalkuliasta, kärsii arvioiden mukaan 3–7 prosenttia kaikista ikäluokista. Jatkuvat vaikeudet matematiikassa heikentävät opiskelijan koulunkäyntiä, työelämää ja arkielämää sekä lisäävät mielenterveyshäiriöiden riskiä. [14.]

Dyskalkulian vaikutuksista on myös tehty tutkimuksia. Englannissa tehdyssä laajamittaisessa tutkimuksessa havaittiin, että heikkoihin matemaattisiin taitoihin liittyy suuria psykososiaalisia ja taloudellisia riskejä. 70–90 prosenttia dyskalkuliasta kärsivistä oppilaista lopetti koulunkäynnin 16-vuotiaana ja vain harvat heistä olivat kokopäivätyössä 30-vuotiaana. [15, s. 8.]

Lontoon yliopiston ja Euroopan Unionin yhteisteettämässä tutkimuksessa havaittiin huonon laskutaidon omaavien 30-vuotiaiden olevan kaksi kertaa todennäköisemmin työttömiä verrattuna hyvän laskutaidon omaaviin. Huono laskutaito saattaa aiheuttaa usein ketjureaktion, jossa laskutaidottomuus ja työttömyys korreloivat keskenään. [16.]

### 3.3 Summatiivinen ja formatiivinen arviointi

Summatiivinen arviointi on matemaattisten aineiden arvioinnissa käytetty arviointitapa. Siinä arviointi toteutetaan esimerkiksi pistejärjestelmällä summaamalla pisteet kurssin kokeesta ja antamalla sen perusteella arvosana. Tämä arviointimalli on tehokas, mutta ei välttämättä kerro opiskelijan koko kurssin kehitystä, koska arviointi tapahtuu usein kurssin lopussa. Summatiivinen arviointi keskittyy usein oppimistulosten mittaamiseen tietyssä aikajaksona, kuten kurssilla, mutta se ei ota huomioon oppimisen aikana tapahtunutta edistymistä. [17.]

Formatiivinen arviointi on luonteeltaan jatkuvaa ja erittäin merkityksellistä oppimisen tukemista. Se tarkoittaa opettajien ja opiskelijoiden välistä ohjaavaa ja kannustavaa vuorovaikutusta. Formativisen arvioinnin muotoja ovat muun muassa sanallinen palaute sekä henkilökohtaisesti ja ryhmissä, aktiivinen opiskelijan seuranta ja taitotasotestien teettäminen kurssin keskellä. Näiden lisäksi itsearviointi ja vertaisarviointi ovat formativisen arvioinnin muotoja. Opettajien formativisen arvioinnin tarkoituksena on antaa opiskelijoille mahdollisuus analysoida ja ratkaista ongelmia vuorovaikutteisesti, mikä auttaa heitä löytämään itse sisäistä motivaatiota opiskeluun ja parantamaan oppimistuloksiaan. [17.]

#### 4 Datatieteen matematiikka 1

Datatieteen matematiikka 1 -kurssi on osa Kajaanin ammattikorkeakoulun Tieto- ja viestintäteknikan, Datasta tekoälyyn -koulutuksen matematiikan opetusta. Kurssi on kolmen opintopisteen suuruinen, ja se opetetaan 1. kevätlukukaudella Datasta tekoälyyn -koulutuksen lähiopetuksena. Kurssi opetetaan myös Datasta tekoälyyn -monimuotoryhmälle 1. vuosikurssin keväällä. Opetusta järjestään keskimäärin kolme kertaa viikossa. [18.]

Kajaanin ammattikorkeakoulun opinto-oppaasta katsottuna kyseisen kurssin osaamistavoitteet ovat seuraavanlaiset:

”Opiskelija hallitsee todennäköisyyslaskennan peruskäsitteet ja osaa soveltaa niitä käytännön ongelmiin.”

”Opiskelija hallitsee tilastotieteen peruskäsitteet ja -menetelmät ja pystyy soveltamaan niitä aineistojen analysoinnissa.” [18.]

Datatieteen matematiikka 1 -kurssi koostuu neljästä aihealueesta, jotka ovat [18.]:

- todennäköisyyslaskennan perusteet
- satunnaismuuttujat
- Bayesin verkot
- tilastotieteen perusteet

Todennäköisyyslaskennan perusteissa tutustutaan todennäköisyyslaskennan peruskäsitteisiin, kuten todennäköisyysjakaumiin, tapauksiin ja otoksiin. Perusteiden ymmärtäminen on tärkeää monissa matemaattisissa ja tilastollisissa sovelluksissa, kuten riskianalyysissä, päätöksenteossa ja tieteellisessä tutkimuksessa. [18.]

Satunnaismuuttujat ovat muuttujia, joiden arvo vaihtelee satunnaisesti tapahtumien tai ilmiöiden mukaan. Ne jakautuvat kahteen päätyyppiin: diskreetteihin ja jatkuviin satunnaismuuttujiin. [18.]

Bayesin verkot tai Bayes-verkot ovat todennäköisyysmalleja, jotka kuvaavat satunnaismuuttujien välisiä ehdollisia riippuvuuksia. Bayesin verkkoja on hyödynnetty erilaisissa sovelluksissa, kuten

esimerkiksi koneoppimisessa, puheentunnistuksessa ja signaalinkäsittelyssä. Tilastotieteen perusteisiin kuuluu niiden peruskäsitteet ja -menetelmät, joita ovat esimerkiksi perusjoukko, tilasto ja havaintoyksikkö, kokonaistutkimus, muuttuja ja havaintomatriisi. [18.]

Datatieteen matematiikka 1 -kurssi on todennäköisyys-painotteinen ja kurssi sisältää paljon mekaanista laskemista. Todennäköisyyslaskut ovat useimmiten tosielämään sovellettavia, kuten nopan heiton tai korttipakan todennäköisyys, kuten Datatieteen matematiikka 1 -kurssimateriaalista on havaittavissa. [19.] [20.]

## 5 Keinot oppimistulosten parantamiseen

Tässä kappaleessa käytetään aikaisemmin käsiteltyä materiaalia ja sen avulla etsitään keinoja opiskelijoiden motivaation parantamiseen, oppimisvaikeuksien tukemiseen matemaattisten aineiden opiskelussa sekä pohditaan, miten Datatieteen matematiikka 1 -kurssia voitaisiin kehittää. Näiden lisäksi tutkitaan, miten verkkotukimateriaali voisi auttaa opiskelijoita matemaattisten aineiden oppimisessa.

### 5.1 Motivaation parantaminen

Opiskelijan motivaation parantaminen on tärkeää oppimisen tehokkuuden kannalta. Kuten aiemmin Motivaatio-luvussa tuli ilmi, ilman motivaatiota oppiminen tuntuu pakotetulta, mikä heikentää oppimistuloksia, mistä Elisa Salmi kertoi väitöskirjassaan. [9.]

Opettajien haastattelussa tuli esiin opiskelijoiden motivaation puute matemaattisia aineita kohtaan. Opettajat kokivat, että monet opiskelijat tekevät matematiikan ja fysiikan tehtäviä yksin kotona, mikä saattaa nostaa heidän tehtävien tekemisen kynnystään. Opettajat ehdottivat yhdessä laskemista toisten opiskelijoiden kanssa yhdeksi keinoksi, jolla matemaattiset aineet voisivat olla mielenkiintoisempia opiskella. Yhdessä tekeminen mahdollistaa uusien näkökulmien löytämisen oppimiseen ja saattaa auttaa lisäämään yksilöiden sisäistä motivaatiota oppimista kohtaan. [7.]

Formatiivisen palautteen antaminen opiskelijoille on myös hyvä keino motivoida ja antaa rakentavaa palautetta heidän sen hetkisestä osaamisesta. Formatiivisen palautteen avulla opiskelijat voivat hahmottaa paremmin omat vahvuutensa ja kehityskohteensa sekä saada opettajilta konkreettisia ohjeita niiden parantamiseksi. [17.]

### 5.2 Oppimisvaikeuksissa tukeminen

Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, yhdessä opiskelu voisi mahdollisesti tehostaa opiskelijoiden matemaattisten oppiaineiden opiskelua, erityisesti niiden, jotka kärsivät oppimisvaikeuksista eivätkä pysty tai ole motivoituneita opiskelemaan yksin.

Yksi oppimisvaikeuksissa olevan tukemisen keino, jota Kajaanin ammattikorkeakoulu tarjoaa insinööriopiskelijoille, on matikkapaja, joka nousi esille myös opettajien ryhmähaastattelussa. Tukiopetuksessa pystytään ottamaan huomioon oppilaiden eri tasot ja avustamaan henkilökohtaisemmin kuin yleisopetuksessa. Lisätehtävien antaminen saattaa myös auttaa tukemaan matemaattisissa aineissa, mutta joillekin opiskelijoille lisätehtävät saattavat aiheuttaa lisää ahdistusta ja kynnystä aloittaa tehtävien tekeminen. [7.]

Tukiopetuksen tehostaminen ja opiskelijakeskeisempi opetustyyli olisivat konkreettisia keinoja auttaa oppimisvaikeuksista kärsiviä opiskelijoita, kuten Annika Haavisto ja Pauliina Hyvärinen ehdottavat omassa tutkielmassaan. He korostavat, että opiskelijoiden aktiivinen kannustaminen ja opettajien tiivis yhteistyö voivat merkittävästi vaikuttaa oppimiskokemukseen ja tukea heidän oppimistaan. [14, s. 11.]

Myös aktiivinen formatiivisen palautteen antaminen auttaa oppimisvaikeuksissa olevaa opiskelijaa tunnistamaan ja ymmärtämään omia vahvuuksiaan, sekä ymmärtämään kehityskohteitaan paremmin. Lisäksi aktiivinen palautteen antaminen voi rohkaista opiskelijaa ottamaan vastuuta omasta oppimisestaan ja kannustaa kohti parempaa suoritusta. [17.]

### 5.3 Verkkotukimateriaali

Opiskelijat, jotka kokevat lähiopetuksen haastavaksi, voisivat hyötyä verkkotukimateriaalista. Verkkomateriaalin avulla on mahdollista opiskella itsenäisesti omaan tahtiin, mikä puolestaan voi tehostaa oppimista. Verkkotukimateriaalin keskeinen etu ilmenee myös sen saavutettavuudessa; sitä voi käyttää sijainnista ja aikatauluista riippumatta.

Toinen hyöty verkkotukimateriaaleissa on sen vuorovaikutteisuus. Verkkotukimateriaalin ja palvelun käyttäjä saa reaaliaikaisesti palautetta tehtävien teosta ja apua niitä tehdessä. Palvelun käyttäjä saa heti palautetta omasta suorituksestaan, joka parhaimmillaan nopeuttaa oppimista. Tämä vähentäisi opettajien työmäärää, kun heidän ei tarvitse käyttää niin paljon aikaa yksittäisten oppilaiden tukemiseen, vaan voivat keskittyä tukemaan niitä opiskelijoita, jotka sitä eniten tarvitsevat.

KAMK:n opettajien mielestä verkkotukimateriaali soveltuu hyvin matematiikan ja fysiikan kursien teorian opiskeluun ja harjoitteluun. Kuitenkaan heidän näkemyksensä mukaan verkkomate-

riaali ei voi tällä hetkellä korvata perinteisiä tenttejä Kajaanin ammattikorkeakoulussa, koska ilman täydellistä valvontaa opiskelijat voivat hyödyntää monenlaisia internetistä löytyviä työkaluja. [7.]

#### 5.4 Datatieteen matematiikka 1 -kurssin kehitys

Opettajien haastattelussa tuli esiin vaihtoehtoiset kurssien suoritustavat, joita tiettyihin kursseihin on Kajaanin ammattikorkeakoulussa sovellettu. Vaihtoehtoisina suoritustapoina on käytetty osittaista tai kokonaan koodaamisella suorittamista ja erikoistapauksissa opiskelijan ehdottamalla tavalla. Datatieteen matematiikka 1 -kurssin osalta vaihtoehtoista suoritustapaa ei ole oppilaitoksen puolesta käytössä. [7.] [18.]

Datatieteen matematiikka 1 -kurssin tehtävät ovat saatavilla Kajaanin ammattikorkeakoulun Moodle-palvelun kautta, mutta ne eivät ole interaktiivisia. Tuomas Ohtonen kehitti omassa opinäytetyössään palvelun kyseiselle kurssille, jossa osoitettiin, että kurssin tehtävien suorittaminen digitaalisessa oppimisympäristössä on mahdollista. Palvelu sisältää peruskäsitteitä todennäköisyyslaskennasta ja viisi harjoitustehtävää esimerkkeineen.

Tuomas Ohtosen kehittämä palvelu on hyvä alkuaskel digipohjaiseen työskentelyalustaan, jota tulevaisuudessa voitaisiin laajentaa kattamaan kokonaisen Datatieteen matematiikka 1 -kurssin, mukaan lukien teorian ja niihin liittyvät tehtävät. Samalla voitaisiin harkita opettajien seuranta näkymän lisäämistä palveluun, jonka avulla opettajat voisivat tarkkailla opiskelijoiden edistymistä kurssin teoriaosuuksissa ja tehtävissä.

Opiskelijoiden kehityksen kannalta on tärkeää, että opettajat antavat mahdollisimman paljon formatiivista palautetta. Tämä voi auttaa opiskelijoita kehittämään motivaatiotaan ja oppimistaan sekä antaa opettajille tarkemman käsityksen opiskelijoiden oppimistilanteesta Datatieteen matematiikka 1 -kurssin aikana.

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyössä keskityttiin matemaattisten aineiden oppimisen tukemiseen ja havaittiin, että oppimistulokset ovat laskusuunnassa näissä aineissa. Tuloksiin vaikuttavat opiskelijoiden motivaatio-ongelmat matemaattisten aineiden opiskelussa ja heikko perusosaaminen. Matematiikka ja fysiikka ovat harvoja aineita, joita vielä opetetaan perinteiseen tyyliin, hyödyntämättä digitaalisia oppimisympäristöjä.

Matemaattisten oppiaineiden osalta olisi syytä harkita erilaisia opetusmenetelmiä ja -materiaaleja, joiden avulla opiskelijoiden motivaatioita voitaisiin parantaa ja ylläpitää opettajien opetuksen tasoa. Digitaaliset ja interaktiiviset oppimisympäristöt, kuten Tuomas Ohtosen kehittämä oppimisympäristö Datatieteen matematiikka 1 -kurssille, voisivat olla avain saada opiskelijat innostumaan matemaattisten aineiden opiskelusta. Kuitenkin ongelmaksi saattaa muodostua se, että osa opettajista osoittaa vastahakoisuutta uusien opetusmenetelmien ja tekoälyn kaltaisten työkalujen käyttöön, jotka mahdollistavat tehtävien laatimisen ilman suoraa opettajan panosta.

Olen optimistinen sen suhteen, että oppimistulokset saadaan käännettyä nousuun, jos verkkomateriaali otetaan kokonaisvaltaisemmin käyttöön myös matemaattisissa aineissa. Mielestäni tämä lisäisi kyseisten aineiden mielenkiintoisuutta ja motivoisi opiskelijoita harjoittelemaan enemmän myös koulun ulkopuolella.

Opinnäytetyön lopputulos oli mielestäni onnistunut, vaikka aihe oli minulle jokseenkin tuntematon. Itse olisin voinut tehdä tiiviimpää yhteistyötä Tuomas Ohtosen kehittämään oppimisympäristön kehityksessä, mikä olisi saattanut tuoda uusia näkökulmia ja syvyyttä oppimisympäristön kehitykseen.

Olisi mielenkiintoista selvittää, miten Datatieteen matematiikka 1 -kurssin oppimistulokset kehittyisivät, jos kurssissa otettaisiin käyttöön digitaalinen oppimisympäristö, jonka avulla kurssi suoritettaisiin. Tällainen kokeilu antaisi arvokasta tietoa siitä, miten digitaaliset oppimisympäristöt käytännössä toimisivat matemaattisten aineiden opetuksessa.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö on hyvä alkuaskel matemaattisten aineiden oppimisen ja opetuksen kehittämiseen. Tulevaisuudessa olisi hyvä perehtyä lisää digitaalisten oppimisympäristöjen hyötyihin ja haittoihin sekä suorittaa lisää kokeiluja hyödyntäen kyseisiä palveluita opetuksen tukena ja/tai korvaajana.

Työn tekemiseen on hyödynnetty seuraavia apuvälineitä:

ChatGPT. (2024). OpenAI. GPT-3.5. Käytetty kielentarkistukseen, 2024. <https://chat.openai.com>

## Lähteet

- 1 PISA-tutkimus ja Suomi. Opetus- ja kulttuuriministeriö. [Internet]. [viitattu 9.2.2024] Saatavilla: <https://okm.fi/pisa>
- 2 PISA-tutkimus ja tulokset 2022. Opetus- ja kulttuuriministeriö. [Internet]. [viitattu 9.2.2024]. Saatavilla: <https://okm.fi/pisa-2022>
- 3 PISA 22 ensituloksia lyhyesti. Opetus- ja kulttuuriministeriö. [Internet]. 2023. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20231204151292>
- 4 Pitkänen V, Simonen J, Westinen J, Veijola R. Miksi opinnot viivästyvät ja keskeytyvät?. Insinööriliitto. [Internet]. [viitattu 7.2.2024]. Saatavilla: [https://www.ilry.fi/wp-content/uploads/2021/11/Miksi-opinnot\\_viivastyvat-ja-keskeytyvat-selvitys.pdf](https://www.ilry.fi/wp-content/uploads/2021/11/Miksi-opinnot_viivastyvat-ja-keskeytyvat-selvitys.pdf)
- 5 Saaranen-Kauppinen A, Puusniekka A. KvaliMOTV - Ryhmähaastattelu [Internet]. 2006 [viitattu 16.4.2024]. Saatavilla: [https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_3\\_4.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_4.html)
- 6 Videoneuvottelu, kokoukset, puhelut, Microsoft Teams. Microsoft. [Internet]. [viitattu 19.3.2024]. Saatavilla: <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-teams/group-chat-software>
- 7 A. Teirilä, S. Määttä, T. Kauppinen, Kajaanin ammattikorkeakoulun matematiikan ja fyysiikan opettajat. Teams-ryhmähaastattelu, 25.3.2024
- 8 Schunk DH, Meece JL, Pintrich PR. Motivation in Education: Theory, research, and applications. Fourth edition. Boston: Pearson; 2014.
- 9 Salmi E. Motivaatio, Oppimisvaikeudet ja ammatillisten opintojen loppuun suorittaminen. [Väitöskirja]. Jyväskylän yliopisto; 2022. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-9055-8>
- 10 Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. Saatavilla: <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- 11 Matemaattiset oppimisvaikeudet. [Internet]. LukiMat. [viitattu 28.2.2024]. Saatavilla: <http://www.lukimat.fi/matematiikka/Vanhemmalle/matemaattiset-oppimisvaikeudet>
- 12 Lyytinen H. Oppimishäiriöt (lukivaikeus ym.). [Internet]. [viitattu 29.2.2024]. Saatavilla: <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00401>
- 13 Torppa M. Oppimisvaikeudet ja hyvinvointi [Internet]. Peda.net. 2019 [viitattu 16.2.2024]. Saatavilla: <https://peda.net/jyu/ruusuopisto/uutisarkisto/1-2019/2>
- 14 Haavisto A, Hyvärinen P. Valmistuvien luokanopettajien kokemuksia oppilaan tuen tarpeen havainnoinnista ja sen prosessista: "Sit sut heitetään tonne susille vaa. ". [Pro

gradu- tutkielma] Turun yliopisto; 2023. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023051244241>

- 15 Karjula T. Matematiikan oppimisvaikeus aikuisuudessa: Jatkuvuus lapsuudesta aikuisuuteen, yhteys työttömyyteen ja kognitiiviset kyvyt. [Pro Gradu- tutkielma] Jyväskylän yliopisto; 2022. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-202211165232>
- 16 Haberstroh S, Gerd Schulte-Körne. The Diagnosis and Treatment of Dyscalculia. *Deutsches Arzteblatt International* [Internet]. 2019; Saatavilla: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0107>
- 17 Arviointi ajallisten funktioiden mukaan: Formatiivinen / summatiivinen [Internet]. Älliä. [viitattu 7.5.2024]. Saatavilla: <https://allia.fi/perustietoa-arvioinnista/formatiivinen-summatiivinen/>
- 18 Opinto-opas, Datatieteen matematiikka 1. Kajaanin ammattikorkeakoulu. [Internet]. [viitattu 9.2.2024]. Saatavilla: <https://opinto-opas.kamk.fi/68146/fi/0/68097/349/0/24449>
- 19 Luentomoniste, Datatieteen matematiikka 1. Kajaanin ammattikorkeakoulu. [viitattu 13.2.2024]. Saatavilla: [https://devmoodle.kamit.fi/pluginfile.php/201718/mod\\_resource/content/1/Datamatematiikka1.pdf](https://devmoodle.kamit.fi/pluginfile.php/201718/mod_resource/content/1/Datamatematiikka1.pdf)
- 20 Kertaustehtäviä, Datatieteen matematiikka 1. Kajaanin ammattikorkeakoulu. [viitattu 4.4.2024]. Saatavilla: [https://devmoodle.kamit.fi/pluginfile.php/206739/mod\\_resource/content/1/Datamatem1\\_kertausteht.pdf](https://devmoodle.kamit.fi/pluginfile.php/206739/mod_resource/content/1/Datamatem1_kertausteht.pdf)