

# Miten oppilaat kokevat laskupajamuotoisen työskentelyn?

Sandra Luhtaniemi ja Aleksi Markkanen  
Opiskelijanumerot 013734363 ja 013126382  
13 sivua

8. toukokuuta 2014

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Teoreettinen viitekehys</b>	<b>3</b>
2.1	Lähikehityksen vyöhyke . . . . .	3
2.2	Scaffolding . . . . .	3
2.3	Ongelmaperustainen oppiminen . . . . .	3
2.4	Kisälliopetus . . . . .	4
2.5	Matematiikkapelko . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Tutkimuksen toteutus</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Tutkimustulokset</b>	<b>6</b>
5.1	Kisälliopetus . . . . .	7
5.2	Opiskelijoiden matematiikkakuva . . . . .	10
5.3	Viihtyvyys kurssilla . . . . .	10
5.4	Motiivi kurssille osallistumiseen . . . . .	11
5.5	Kurssin vaativuustaso . . . . .	11
5.6	Miten kurssia voisi kehittää? . . . . .	11
<b>6</b>	<b>Pohdintaa</b>	<b>12</b>
6.1	Kehittämisehdotuksia . . . . .	12
6.2	Ongelmat tutkimuksessa . . . . .	12

# 1 Johdanto

Kisälliopetus on uusi ja innovatiivinen tapa opettaa matematiikkaa. Aihe on ajankohtainen, sillä sen tiimoilta on tehty lähivuosina tutkimusta Helsingin yliopistossa sekä matematiikan- ja tilastotieteen laitoksella että tietojenkäsittelytieteen laitoksella. Se eroaa merkittävästi perinteisestä matematiikan opetuksesta, jossa uusi asia luennoidaan ja kotiläksyksi annetaan tehtäviä, jotka liittyvät tunnilla käytyihin asioihin. Kisälliopetuksessa korostetaan laskemisen ja tekemällä oppimisen merkitystä. Opiskelijan ajatellaan sisäistävän opittava asia paremmin ja syvällisemmin, jos hän saa itse tehdä sen sijaan, että joku toinen kertoisi sen hänelle. Tehtäviä on tyypillisesti enemmän, ja opettaja kiertelee ja auttaa oppilaita tekemään laskuja. Auttamisessa pääpaino on siinä, että opiskelija johdatellaan itse ymmärtämään asia, esimerkiksi esittämällä hänelle sopivia kysymyksiä. Näin opiskelija itse päätyy ratkaisuun, ja samalla oppii ”oikeasti” ymmärtämään käytetyn menetelmän. Neuvonnalla pyritään siihen, että oppilas ymmärtää ongelman ja mahdolliset ratkaisumenetelmät – ei siis niin, että menetelmät tai ratkaisut vain kerrotaisiin opiskelijalle. Kisälliopetuksessa opiskelija pääsee osaksi asiantuntijakulttuurin tapaa toimia.<sup>[1, 2]</sup> Tärkeä osa opiskelua on myös opiskelijoiden keskinäinen vuorovaikutus. Helsingin Normaalilyseossa on yksi matematiikan kurssi, joka täyttää kisälliopetuksen piirteet. Kurssi MAA15S, harjoituskurssi, on suunniteltu käytäväksi samanaikaisesti muiden pitkän matematiikan kurssien kanssa. Harjoituskurssi tapaa kerran viikossa puolen vuoden ajan, ja opiskelija saa siitä yhden kurssisuorituksen. Kurssilla ei tästä syystä voida tehdä varsinaisen matematiikan kurssin laskuharjoitustehtäviä, vaan kurssin järjestävä opettaja valmistelee laskettavaksi tehtävämonisteen kutakin kertaa varten, ja opiskelijat laskevat näitä tehtäviä kurssilla kahden tunnin ajan. Kurssin järjestämistapa tarjoaa myös hyvät mahdollisuudet eriyttämiseen, sillä jokaisella on mahdollisuus saada yksilöllistä ohjausta ja valita tehtävät oman taitotasonsa mukaan. Harjoituskurssilla myös syvennetään jo opittuja asioita, sekä harjoitellaan laskimen käyttöä. Ryhmätyö on sallittua, jopa suotavaa, eikä kurssilla ole tehtäväkiintiötä. Ilmapiiiri kurssilla on rento, tehtävien tekoa tai opiskelijoiden käytöstä ei kontrolloida, vaan he saavat omaan tahtiinsa laskea ja keskustella tehtävistä. Toisaalta asiassa on myös kääntöpuoli, jollain opiskelijoilla oli omien sanojensa mukaan vaikeuksia motivoitua tehtävien tekoon. Kuitenkaan tutkimuksen tekemisen aikana emme huomanneet tämän muodostuvan suureksi ongelmaksi.

## 2 Teoreettinen viitekehys

### 2.1 Lähikehityksen vyöhyke

Psykologi Les Vygotskin teoria lähikehityksen vyöhykkeestä esittää, että henkilön toimiessa häntä itseä kokeneemman ohjaajan vaikutuspiirissä, hän kykenee suoriutuksiin, jotka ylittävät hänen nykyisen eli aktuaalisen tieto- ja taitotasonsa. Vygotskin näkemyksen mukaan henkilön aktuaalisen taitotason ja potentiaalisen taitotason väliin sijoittuu lähikehityksen vyöhykkeeksi nimitetty tila, missä henkilö kykenee ympäristön vaikutuksen ansiosta hänen potentiaalisen taitotasonsa mukaisiin saavutuksiin.<sup>[3]</sup>

### 2.2 Scaffolding

Scaffolding on syväoppimiseen tähtäävä lähikehityksen vyöhykkeen pedagoginen sovellus. Siinä opettaja haastaa opiskelijan tekemään hieman hänen aktuaalista taitotasoaan vaativampia tehtäviä, jotka opiskelija tekee opettajan ohjauksessa. Oppiminen on tehokkaampaa ja syvempää, kuin jos tehtävä olisi liian haasteellinen tai selvästi hänen taitotasoaan alempana. Ideana on, että ohjaaja johdattelee opiskelijan ratkaisemaan tehtävän itse, ja välttää kaikin tavoin ratkaisemasta sitä hänen puolestaan. Yksi scaffoldingin tavoitteita on, että opiskelija vähitellen kehittäisi itselleen opiskelu- ja ongelmanratkaisustrategioita. Keskeistä on myös, että opiskelija oppii paitsi vastaamaan, myös esittämään kysymyksiä.<sup>[4]</sup>

### 2.3 Ongelmaperustainen oppiminen

Näistä löytyy selvä kytkös ongelmaperustaiseen oppimiseen. Ongelmaperustainen oppiminen on pedagoginen suuntaus, joka tarjoaa kiinnostavan lähestymistavan myös matematiikan opetukseen. Ongelmaperustaisessa oppimisessa opiskelija ratkoo ongelmia, missä hänen on sovellettava laajasti aikaisemmin hankittua teoriapohjaa. Hänelle ei välttämättä ole täysin selvää, mitä eri tekniikoita ratkaisemisessa on sovellettava. Toinen ongelmaperustaisen oppimisen lähestymistapa on tarjoilla teoria ongelman muodossa: opiskelija saa eteensä ongelman, ja hänen on löydettävä sen ratkaisemiseen vaadittava teoria ja heuristiikat.<sup>[5]</sup>

## 2.4 Kisälliopetus

Laskupajaopetus voidaan nähdä sovelluksena niin sanotusta kisälliopetuksesta. Kisälliopetus on ajankohtainen tutkimusaihe, jota on tutkittu muun muassa Helsingin yliopistossa yliopistotason kursseilla. Matematiikan opiskelussa tehtävien tekeminen on ratkaisevassa asemassa ja sitä ei voi oppia pelkästään lukemalla tai kuuntelemalla. Lukio-opetuksessakin painotus on vahvasti tehtävien tekemisessä. Pyritään siihen, että opiskelijat ratkoisivat mahdollisimman paljon tehtäviä. Tehtävien pedagoginen hyöty ja potentiaali jää kuitenkin käyttämättä, mikäli ne ovat niin haasteellisia opiskelijan taitoihin nähden, että niiden tekeminen ei yksinkertaisesti onnistu. Matematiikka on kuin lohikäärme, jonka kanssa tulee taistella, mutta taitavinkin soturi on joskus tarvinnut mestarin.

## 2.5 Matematiikkapelko

Matematiikkapelolla tarkoitetaan pelkoa, jonka numeroiden kanssa tekemisiin joutuminen aiheuttaa opiskelijassa. Matematiikkapelko voi esiintyä paniikkina, jännittyneisyytenä tai muuten epämiellyttävänä tunteena. Matematiikkapelko voi esiintyä myös välinpitämättömyytenä tai vihamielisyytenä koko oppiainetta kohtaan, mikäli opiskelija on mennyt välttämisorientaatioon, missä hän päättää olla edes yrittämättä, jotta pelkoa mahdollisesta epäonnistumisesta ei olisi. Pelko saattaa aiheutua sosiaalisesta kasvojen menettämisestä, tunteesta, että on huonompi matematiikassa kuin muut, tai pelon saattaa laukaista koetilanne.[6][7] Matematiikkapelko aiheuttaa pahimmillaan noidankehän; mahdolliset epäonnistumisen kokemukset matematiikassa laukaisevat pelon, joka puolestaan heikentää suorituksia, mikä entisestään kasvattaa matematiikkapelkoa. Greenwoodin mukaan matematiikkapelkoa aiheuttaa muistamisen korostaminen ymmärtämisen ja päättelyn yli.[8]

### 3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksemme tutkimustehtävänä oli selvittää, kuinka pajatyöskentely sopii lukio-opintojen yhteyteen. Perinteisessä opetuksessa ei yleensä korosteta oma-aloitteisuutta ja opiskelijan omaa vastuuta oppimiseen ja tiedon hankkimiseen, vaan opiskelijat on totutettu saamaan vastaukset valmiina. Halusimme siis tutkia, toimiiko yliopisto-opinnoista tuttu pajamuotoinen opiskelu myös lukioympäristössä. Halusimme saada oppilaiden mielipiteet ja näkemykset kurssista esiin. Päämääränäimme oli selvittää, miten opiskelijat suhtautuvat kurssiin, millaisia tavoitteita heillä oli kurssilla osallistumisen suhteen. Niinpä emme halunneet tutkia harjoituskurssin vaikutusta muiden kurssien arviointiin, vaan haastatella opiskelijoita suoraan. Kysyimme oppilaiden mielipiteitä harjoituskurssin hyödyllisyydestä. Tutkimuskysymykseksemme muodostui siis seuraava: **Kuinka hyödylliseksi lukion oppilaat kokevat laskupajatyöskentelyn?**

### 4 Tutkimuksen toteutus

Aineiston pienuuden vuoksi päätimme käyttää laadullista tutkimusstrategiaa aineistoa kootessa.

Jaoimme laskupajassa läsnäolleille opiskelijoille ( $n = 19$ ) kyselylomakkeet, ja opiskelijat arvioivat seitsemää väitettä sekä Likert-asteikolla että sanallisesti. Lomakkeessa oli myös viisi avointa kysymystä.

Oppilaat arvioivat seuraavia väittämiä:

- Harjoituskurssi on parantanut menestystäni muilla matematiikan kursseilla.
- Tunnen nykyään osaavani ja ymmärtäväni matematiikkaa paremmin.
- Harjoituskurssi on lisännyt itsevarmuuttani matematiikan osaamisen suhteen.
- Harjoituskurssista on ollut minulle hyötyä.
- Saan harjoituskurssilla apua tehtävien ratkaisemiseen.
- Harjoituskurssilla on mukavaa.

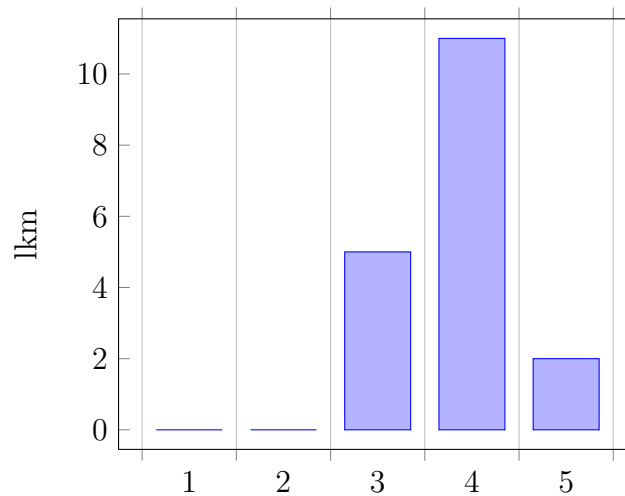
- Saan harjoituskurssilla tehtyä sellaisiakin tehtäviä, joita en itenäisesti osaisi tehdä.

Lomakkeessa oli seuraavat avokysymykset:

- Saatko sellaista apua, mitä kaipaat? Minkälaista apua kaipaat matematiikassa?
- Mitkä ovat vahvuutesi matematiikassa? Entä heikkoudet?
- Kuinka harjoituskurssia voisi parantaa?
- Miksi päätit osallistua tälle kurssille?
- Toivoisitko vastaavanlaista kurssia myös myöhempien opintojen aikana?

## 5 Tutkimustulokset

Tunnistimme aineistostamme eri oppilastyyppejä. Lähes kaikki kyselyyn vastanneet opiskelijat pitivät harjoituskurssia hyödyllisenä. Syyt kuitenkin vaihtelivat; suuri osa ( $n = 9$ ) piti kurssia hyödyllisenä sen kertaavan luonteen vuoksi: “Ainakin on jotain tullut kerrattua.”, “Olen saanut kertausta”. Neljän opiskelijan mielestä kurssilla on opittu myös uusia asioita, muun muassa laskimen käyttötaitoa: “Olen saanut apua mm. laskimen käyttöön (alussa täysi painajainen) sekä ekstra tehtävät ovat parantaneet laskutaitojani.” Myös tekemällä oppimisen ja laskurutiinin kehittymisen merkitystä korostettiin: “Täällä tulee tehtyä tehtäviä & ryhmä on pieni joten saa apua.”, “Saanut lisää laskurutiinia ja oppinut lisää jo käytyjä asioita”. Kuusi opiskelijaa ei vastannut kysymykseen. Hyvänä ominaisuutena pidettiin myös sitä, että apua ja neuvontaa on saatavilla: “Olisi voinut olla enemmänkin, mutta olen kuitenkin voinut kysyä asioita, jotka tunneilta jäi epäselväksi.”



Kuva 1: "Harjoituskurssista on ollut minulle hyötyä."

## 5.1 Kisälliopetus

Kurssi toteuttaa kisälliopetuksen piirteet opiskelijoiden vastauksien mukaan hyvin. Suurin osa opiskelijoista ( $n = 12$ ) kiitteli vastauksissaan sitä, että apua on saatavilla hyvin: "On saanut aina apua, kun on tarvinnut." Loput ( $n = 7$ ) opiskelijat eivät kommentoineet vastausta, mutta olivat jokseenkin samaa mieltä tai täysin samaa mieltä siitä, että kurssilla saa apua hyvin. Kysymyksen avoimeen perusteluosioon vastasi yhdeksän ( $n = 9$ ) opiskelijaa. Vastauksista kävi ilmi, että opiskelijat kokivat, että harjoituskurssilla saa paremmin apua tehtävien tekoon kuin tavallisella kurssilla, sillä ryhmä on pienempi, kaikki aika käytetään laskemiseen ja että paikalla on auskuja: "Apua on aina tarjolla sitä tarvitseville varsinkin kun auskut ovat paikalla. Tämä avun saanti on suurin ero normikurssien ja matikka 15 välillä", "Pieni ryhmä on hyvä sillä opella on enemmän aikaa auttaa". Avun saamista tehtävien ratkaisemisessa kiiteltiin kurssin parhaimpana puolena: "Suurin plussa! että saa apua".

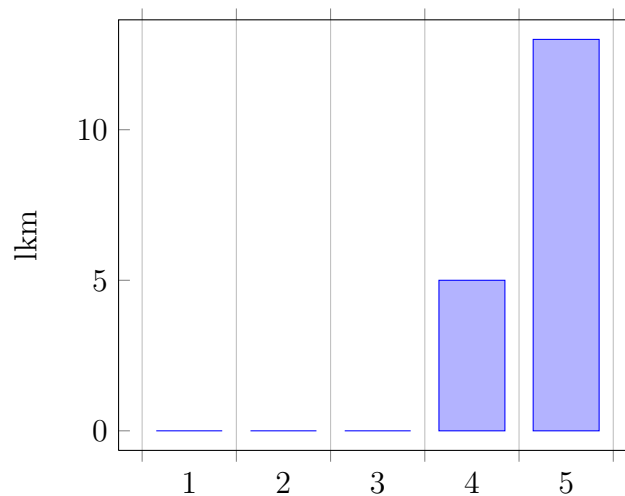
Avoimeen kysymykseen "Saatko sellaista apua, mitä kaipaavat? Minkälaista apua kaipaavat matematiikassa?" kolmesta ( $n = 13$ ) vastasi myöntävästi sekä kaipaavansa apua ja yksi vastasi, ettei kaipaa apua. Neljä opiskelijaa jätti vastaamatta kysymykseen.

Myönteisissä vastauksissa esimerkiksi kaivattiin jotakuta selventämään kysymystä: "Välillä on vaikea hahmottaa, mitä kysymys minulta haluaa joten opettajan läsnäolo ja tarvittaessa apu on helpottanut vaikeimpien tehtävien



tekoa merkittävästi.” , “Kyllä lisää selitystä kaivataan”. Vaikeissa ja soveltavissa tehtävissä kaivattiin apua: “Kyllä, tarvitsen apua joihinkin vaikeisiin tehtäviin”, Saan hyvin apua. Usein kaipaa apua vaikeimpiin sovelluksiin.”.

Opettajan osuutta kiiteltiin, erityisesti sitä, että opettaja osaa neuvoa silloinkin, kun ei itsekään tiedä mitä kysyisi: “Yleensä en osaa sanoa millaista apua kaipaan, mutta Päivi osaa aina neuvoa :)”. Myös laskimen käytössä kaivattiin ja oli saatu apua kurssilla.

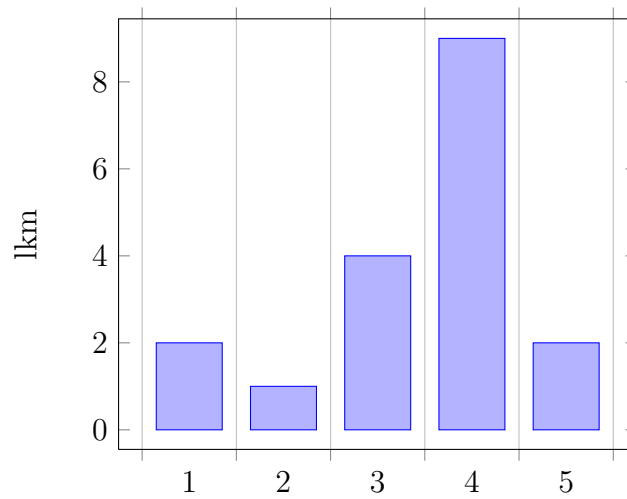


Kuva 2: “Saun harjoituskurssilla apua tehtävien ratkaisemiseen.”

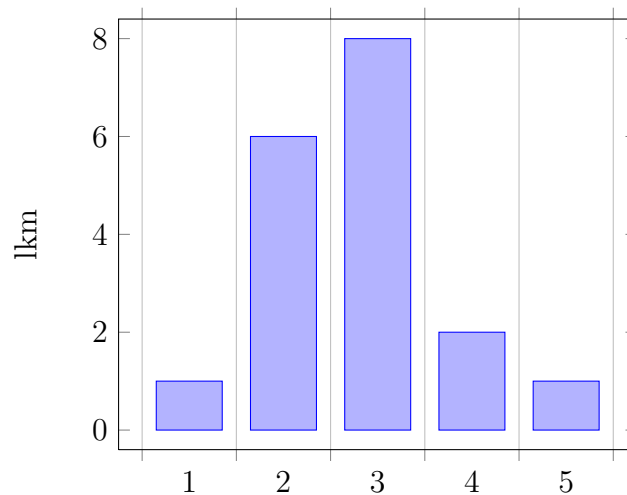
Myös *scaffolding*-ilmiö esiintyy vastauksissa. Kysymyksen “Saun harjoituskurssilla tehtyä sellaisiakin tehtäviä, joita en itsenäisesti osaisi tehdä.” vastauksia perusteltiin mm. “Luultavasti, ainakin itse menisi rutkasti pidempään”. Näissäkin vastauksissa opiskelijat korostivat avun saannin ja keskinäisen vuorovaikutuksen merkitystä: “Open avulla”, “Tehtävistä keskustellaan enemmän ja käydään yhdessä läpi.”

Itsevarmuus omasta osaamisesta vaikuttaa opiskelijan matematiikkapelkoon. Se, että opiskelija kokee korkeaa minäpystyvyyden tunnetta on myös välttämätöntä *flow*-tilaan pääsemiseksi.

Opiskelijat, jotka olivat täysin tai jokseenkin eri mieltä väitteen kanssa vastasivat muun muassa, että itsevarmuus riippuu vain käsiteltävien aiheiden mielekkyydestä, että yksi kurssi ei riitä itsevarmuuden kehittämiseen ja että itsevarmuutta vähentää se, että ei saa helpoksi luonnehdittua tehtävää ratkaistua.



Kuva 3: “Saan harjoituskurssilla tehtyä sellaisiakin tehtäviä, joita en itsenäisesti osaisi tehdä.”



Kuva 4: “Harjoituskurssi on lisännyt itsevarmuuttani matematiikan osaamisen suhteen.”

On mielenkiintoista, että menestys matematiikan kursseilla ei välttämättä paranna itsetuntoa matematiikan osaamiseen suhteen. Vastauksista ilmeni esimerkiksi, että vaikka opiskelija koki harjoituskurssin parantaneen hänen menestystään muillakin matematiikan kursseilla, niin hän edelleen koki matematiikan vaikeaksi ja etenemistahdin liian nopeaksi. Yleisesti ottaen kuitenkin ne, joiden mielestä kurssi oli parantanut heidän menestystään, kokivat, että se oli myös lisännyt heidän itsevarmuuttaan, ja päin vastoin.

Opiskelijat, jotka oli samaa tai täysin samaa mieltä perustelivat vastaustaan esimerkiksi siten, että laskemisen määrän koettiin edistävän oppimista ja parantavan itsetuntoa: “Lasken enemmän ja saan apua -i edistyn”, “Harjoitus tekee mestarin”.

## 5.2 Opiskelijoiden matematiikkakuva

Kyselyvastauksista kävi ilmi, että moni opiskelija pitää matematiikkaa enimmäkseen laskemisena. Toisaalta kysyttäessä omia vahvuuksia ja heikkouksia matematiikan suhteen, vastauksissa mainittiin myös avaruudellinen hahmottamiskyky, hyvä päättelykyky ja nokkeluus. Lisäksi matemaattisen taidon koetaan kehittyvän harjoittelun avulla ja matematiikan harjoittamisen ymmärrettiin vaativan keskittyneisyyttä ja viitseliäisyyttä. Heikkouksiksi mainittiin esimerkiksi huono keskittymiskyky, huolimattomuus tai saamattomuus. Myös motivaation yhteys matematiikan oppimiseen nousi esille vastauksissa.

## 5.3 Viihtyvyys kurssilla

Opiskelijoiden mielestä harjoituskurssilla oli pääosin mukavaa. Ainoastaan kaksi opiskelijaa oli väitteen “Harjoituskurssilla on mukavaa” kanssa eri mieltä, ja perustelivat vastauksiaan kurssin tylsyydellä ja laskemisen puuduttavuudella. Yksi opiskelija ei ollut samaa eikä eri mieltä. Muut viisitoista ( $n = 15$ ) olivat joko samaa tai täysin samaa mieltä siitä, että kurssilla on mukavaa. Vastauksissa nousi positiivisena esille rento, ei-koulumainen ilmapiiri kurssilla, mahdollisuus jutella kavereiden kanssa, ratkoa tehtäviä yhdessä ja syödä laskemisen lomassa. Opiskelijat kokivat myös, että suhde opettajaan oli harjoituskurssilla välittömämpi.

Toisaalta vapaus kurssilla koettiin myös ongelmaksi; eräs opiskelija reflektoi omaa panostaan kurssilla seuraavasti: “Kurssilla on hyvä tunnelma ja vapaampaa puhua kavereiden kanssa. Tämä toisaalta on myös ongelma ja mietinkin joskus että puhua voisi vapaa-ajallakin ja että onko kurssi turha minulle”

## 5.4 Motiivi kurssille osallistumiseen

Osa opiskelijoista vastasi tulleen kurssille, koska siitä sai kurssimerkinnän: ”Siitä saa kurssin DAA!”. Joissakin vastauksissa mainittiin, että kurssia oli suositeltu heille, suositelijana oli ollut esimerkiksi opettaja tai tuutor. Suurin osa tähän kysymykseen perusteluja kirjanneista vastasi kuitenkin osallistuneensa kurssille oppimistavoitteiden vuoksi. Muutamissa mainittiin myös laskinopetus: ”Halusin oppia käyttämään uutta laskinta, eikä yksi ekstra kurssikaan haitannut”. Kurssilta odotettiin tavanomaisen kurssin asioiden syvenpää oppimista: ”Jotta saisin perehdyttyä enemmän kurssin asioihin”. Osa oli toivonut saavansa lisää harjoitusta ja laskurutiinia.

## 5.5 Kurssin vaativuustaso

Osalle opiskelijoista kurssi oli sopivan vaativa, mutta monet kokivat myös tylsistyvänsä tunnilla. Tämä tarjoaisi hedelmällisen mahdollisuuden eriyttää opetusta; jos tehtävämonisteita olisi kaksi, kertaava ja syventävä, kurssi palvelisi laajempaa opiskelijajoukkoa. Koska kurssisuoritukseen riittää vain läsnäolo, valmistaa kurssi myös korkeakoulujen akateemiseen vapauteen; opiskelijalla on vastuu omasta työskentelystään. Tämä saattaa lisäksi hillitä matematiikkapelkoa, sillä opiskelijalla ei ole paineita suorittaa tiettyä määrää tehtävistä.

## 5.6 Miten kurssia voisi kehittää?

Opiskelijoiden vastauksista ei noussut mitään yhtä erityistä kehitysideaa, vaan ideoita oli vaihtelevasti. Kahdeksan ( $n = 8$ ) opiskelijaa jätti vastamatta kysymykseen ja kolme ( $n = 3$ ) vastasi ”en tiedä”. Lopuissa vastauksissa toivottiin jotkin muuta ajankohtaa kurssille, lisää opettajia tai ohjaajia, hausempia ja pohtimista vaativia tehtäviä, opittujen asioiden syventämistä. Myös toivottiin, että tehtyjen tehtävien määrälle asetettaisiin jokin vähimmäisraja, jotta se motivoisi tekemään tehtäviä. Yksi opiskelija vastasi, että kurssi on ollut hyvä näin.

## 6 Pohdintaa

Tutkimamme harjoituskurssin kaltaisia kursseja ei juuri järjestetä muissa lukioissa. Matemaattinen harjaantuminen jää monesti itsenäisesti tehtävien kotitehtävien varmaan. Niinpä näemme, että nykylukiossa on paikkansa tutkimamme kaltaiselle harjoituskurssille. On kuitenkin varottava, että matematiikan oppiminen ei redusoidu pelkäksi laskemiseksi.

Jo nyt matematiikan ylioppilaskirjoituksissa saa käyttää CAS-laskimia, ja tilanne tulee ”sähköistymään”, kun jatkossa vastauksetkin palautetaan digitaalisessa muodossa. Harjoituskurssilla on myös työvälinekurssimainen olemus, sillä tehtävien ohessa annetaan laskinohjeet. Tulevaisuudessa tulee laskimen lisäksi osata käyttää myös tietokoneohjelmistoa, joka ylioppilaskirjoituksissa on käytössä. Harjoituskurssilla on aikaa käydä käydä näitäkin asioita läpi, kun taas normaaleilla matematiikan kursseilla on jo nyt kiire.

### 6.1 Kehittämisehdotuksia

Harjoituskurssin tehtävät edustivat mielestämme pitkän matematiikan perustehtäviä. Varsinaisia ongelmatehtäviä ei juuri ollut, ja sanallisten tehtävien tilanteet olivat usein ”tekemällä tehtyjä”. Harjoituskurssia voisi parantaa lisäämällä tehtävien joukkoon avoimia tutkimustehtäviä, pohdintaa ja jopa ymmärrystä syventäviä käsitteitä. Helsingin normaalilyseon oppilailla on käytössään tietokoneet. Tämä avaa ovet interaktiivisen materiaalin käyttöön, Geogebra-tutkimuksiin ja tietokoneavusteiseen matematiikkaan.

Osa opiskelijoista koki kurssin tylsänä. Tälle opiskelija-ainekselle tyypillistä oli se, että he kokivat osaavansa matematiikkaa jo valmiiksi hyvin. Tämän osan opiskelijoista saamiseksi mukaan voi eriyttää tehtäviä tai ottaa mukaan myös edellä mainittuja avoimia tehtäviä.

### 6.2 Ongelmat tutkimuksessa

Osallistujia harjoituskurssilla oli 19, joten aineiston luotettavuus saattaa olla kyseenalainen. Toisaalta avokysymyksillä ja opetukseen osallistumalla uskomme, että saimme hyvän kuvan kurssin luonteesta. Tämän lisäksi oppilasaines on valikoitunutta Helsingin normaalilyseossa, joten uskomme, että tuloksiamme ei voida yleistää kaikkiin lukioihin.

Tutkimuskysymystä ja kyselylomaketta tarkemmin tarkastellen olisi myös voinut lisätä tutkimuksen tarkkuutta.

## Viitteet

- [1] Terhi Hautala et al. “Extreme apprenticeship method in teaching university-level mathematics”. Teoksessa: *Proc. of the 12th International Congress on Mathematical Education, International Commission on Mathematical Instruction*. 2012.
- [2] Arto Vihavainen et al. “Extreme apprenticeship method: key practices and upward scalability”. Teoksessa: *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*. ACM. 2011, s. 273–277.
- [3] L.S. Vygotsky ja M. Cole. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, 1978. ISBN: 9780674576292. URL: [http : / / books . google . fi / books ? id = RxjjUefze\\\_oC](http://books.google.fi/books?id=RxjjUefze_oC).
- [4] P.A. Kirschner, J. Sweller ja R.E Clark. “Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching”. *Educational Psychologist* 41.2 (2006), s. 75–86.
- [5] A. Schoenfeld. “Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics”. Teoksessa. Toim. Douglas Grouws. MacMillan, 1992, s. 334–370.
- [6] Päivi Makkonen. “Lääkelaskennan opetuksen kehittäminen lähihoitajakoulutuksessa” (2006).
- [7] Mark H Ashcraft. “Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences”. *Current Directions in Psychological Science* 11.5 (2002), s. 181–185.
- [8] Jay Greenwood. “Soundoff: My Anxieties about Math Anxiety.” *Mathematics Teacher* 77.9 (1984), s. 662–63.