

ABSTRACTS

An insight into the results from a factor analysis of upper-secondary students' mathematics self-efficacy beliefs

Erik Bergqvist, erik.bergqvist@ltu.se

Department of Health, Education and Technology, Lulea University of Technology, Sweden

Keywords: Mathematics self-efficacy, mathematics self-concept, factor analysis

Mathematics self-efficacy beliefs are key constructs in understanding students' engagement and motivation in mathematics education. In this article, I analyze 156 upper secondary school students' self-reported general mathematics self-efficacy and anxiety by using 17 questionnaire items, each with a five-point Likert-type scale. This article aims to examine the underlying dimensions of students' self-reported mathematics self-efficacy and anxiety by using an exploratory factor analysis (EFA). The EFA resulted in a factor model where mathematics self-concept and generalized mathematics self-efficacy were interpreted as separate factors. This was an unexpected finding since mathematics self-concept and mathematics self-efficacy are known to be highly correlated which may generate problems with extreme multicollinearity and thus results in an ambiguous factor model. Moreover, in the data of the present study, results show statistically significant gender differences in students' self-reported mathematics self-concept but not in their generalized mathematics self-efficacy.

eMathStudio- oppimisympäristön käyttö yliopistomatematiikassa

Laura Heikkilä, laura.a.heikkila@tuni.fi

Tampereen yliopisto

Terhi Kaarakka, Tampereen yliopisto, Jani Hirvonen, Tampereen yliopisto

Keywords: eMathStudio, tarkastin

Yliopistomatematiikkaan liittyvän syventävän opintojakson toteutuksella tutkittiin eMathStudio-nimisen oppimisympäristön käyttöä osana kurssitoteutusta. eMathStudio on virtuaalinen oppimisympäristö, joka sisältää eMathChecker-tarkastimen. Tarkastimella voidaan tarkastaa laskujen välivaiheita ja sen toiminta perustuu rakenteellisiin päättelyketjuihin. Tarkastimen lisäksi eMathStudiosta opettaja voi luoda kurssimateriaalia ja tehtäviä sekä seurata opiskelijoiden edistymistä tehtävissä ja pisteyttää niitä. Oppimisympäristössä voidaan kirjoittaa myös matemaattista tekstiä kaavaeditorilla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, että miten opiskelijat suhtautuvat oppimisympäristöön ja onko sen käytöstä apua todistustehtävien matemaattisessa oppimisessa. Toteutus oli suunnattu aineenopettajaopiskelijoille, joten tutkimuksessa tutkittiin myös kokevatko opiskelijat eMathStudiosta olevan hyötyä opettajuuden näkökulmasta.

Tutkimuksen osallistujilla oli mahdollisuus tehdä yhteensä 16 tehtävää eMathCheckeriä hyödyntäen. Tutkimusaineisto koostui opiskelijoiden ratkaisuksista, ratkaisemisen havainnoinnista sekä kyselyihin annetuista vastauksista. Havainnointia tehtiin harjoitustilaisuuksissa, jossa opiskelijat saivat ohjeistusta viikoittain oppimisympäristön

käyttöön ja tekivät tehtäviä. Kyselyitä oli kolmenlaisia: kurssitoteutuksen alkukysely, tehtävien oheen liitetyt kysymykset sekä laajempi kysely toteutuksen loppupuolella. Loppukyselyn vastauksien mukaan opiskelijat kokivat tarkastimen käytön hyödylliseksi välivaiheiden tarkastukseen, koska tällöin saattoi huomata pienet laskuvirheet. Tarkastin aiheutti opiskelijoissa turhautumista tarkastuksen suhteellisen hitauden takia. Tämä kävi ilmi varsinkin silloin kun laskuun oli tullut virhe tai tarkastin ei pystynyt jostain muusta syystä tarkastamaan jotain välivaihetta. Ohjelmiston hyödyllisyys todistamiseen liittyvissä tehtävissä jakoi osallistujien mielipiteitä.

Analyzing mathematics tasks in ViLLE learning environment using conceptual and procedural knowledge.

Henri Heiskanen henri.heiskanen@uef.fi

Itä-Suomen yliopisto, UEF

Lasse Eronen, UEF; Pasi Eskelinen, UEF; Laura Hirsto, UEF

Keywords: Electronic mathematics tasks, knowledge emphasis of mathematics

The use of electronic environments in schools has grown considerably in recent years. Nevertheless, textbooks are still preferred when studying mathematics. Several studies have shown that elementary school mathematics textbooks emphasize the development of arithmetic skills and procedural fluency. It has been shown that procedural knowledge is not sufficient for successful mathematics education. It is now recognized that conceptual understanding is one of the key mathematical proficiencies. Previous researches have shown that strong conceptual understanding has several advantages for to mathematics learning. This study has one main research question

1. How conceptual and procedural knowledge is emphasized in the mathematics tasks provided by ViLLE learning environment?

This study analyses 400 randomly selected mathematics tasks in ViLLE learning environment using conceptual and procedural knowledge-based emphases. The ongoing analysis shows that approximately 25% of the selected 400 math problems emphasize conceptual knowledge. This preliminary result underlines the importance of the teacher's role in planning teaching. From the point of view of learning mathematics, it is important that the tasks offered to students develop not only procedural fluency but also conceptual understanding. Based on the results, this study has produced a package of mathematics problems for grades 3-6 that emphasize conceptual knowledge.

Mitä äänentutkimus voi antaa fysiikan oppimisen tutkimukseen?

Kati Järvinen, kati.h.jarvinen@jyu.fi

Jyväskylän yliopisto

Anna-Leena Kähkönen, Jyväskylän yliopisto; Terhi Mäntylä, Jyväskylän yliopisto

Keywords: akustinen analyysi, käsitteellinen muutos

Käsitteellistä muutosta on aiemmin perinteisesti tutkittu esi- ja jälkitestein, tulkitsemalla tehtävien vastauksia tai tutkittavien tekemiä piirroksia, sekä käsitteitä keskusteluista poimimalla. Ajattelun muuttumisen dynaamiseen prosessiin näillä menetelmillä emme kuitenkaan pääse kiinnittymään, ja kirjallisilla transkriptioilla ei välttämättä tavoita niitä non-

verbaalisia, äänellisiä vihjeitä, joita puhuja tietoisesti tai tiedostamattaan antaa kuulijalle. Puhuja voi äänellään ilmaista erilaisia tunteita ja asenteita, vaikka verbaali sanoma pysyisi samana, siksi kirjallinen kuvaus ilmauksesta ei välttämättä pysty tulkitsemaan puhujan tarkoitusta ja episteemisiä tunteita, kuten hämmennystä tai ymmärrystä. Äänen akustinen tutkimus antaa mahdollisuuden tutkia objektiivisesti näitä puhujan äänessä tapahtuvia muutoksia oppimisprosessin aikana.

Esittelemme äänen akustista analyysiä hyödyntävän tutkimusotteen fysiikan aineenopettajakoulutuksen kontekstissa ja näytämme esimerkkejä siitä, kuinka äänen akustinen analyysi sopii sekä yleistäviin tulkintoihin että yksityiskohtaiseen dialogin syvempää ymmärrystä lisäävään analyysiin. Yleistävissä tulkinnoissa keskitytään erottamaan oivalluksen ahaa!-hetket laajasta aineistosta. Yksityiskohtaisessa analyysissä tutkitaan vuoroperustaisesti neuvottelua kahden ilmaistun mallin sopivuudesta tilanteeseen. Tulosten pohjalta pohdimme, miten äänen akustinen analyysi tavoittaa fysiikan oppimisprosessin merkityksellisiä hetkiä, mihin suuntaan tätä analyysimenetelmiä yhdistävää tutkimusta kannattaisi viedä, ja millaista uutta tietoa se tuo opettajankoulutuksen sekä äänen ja vuorovaikutuksen tutkijoille.

Mekaniikan kurssikoevastausten analysointia argumentoinnin näkökulmasta – esimerkki Toulmin-perustaisen viitekehyksen käytöstä

Mikko Kesonen, mikko.kesonen@tuni.fi

Kasvatustieteiden ja kulttuurin tiedekunta, Tampereen yliopisto

Justus Kinnunen, Mervi A. Asikainen, Risto Leinonen, Fysiikan ja matematiikan laitos, Itä-Suomen yliopisto

Keywords: argumentointi, osaaminen, impulssi-liikemääräperiaate, kurssikoevastaukset, sisällönanalyysi

Argumentointi on tunnustettu tärkeäksi luonnontieteiden opetuksen tavoitteeksi. Sen painottamisen on havaittu tukevan sisältöjen oppimista, tiedonmuodostuksen ymmärtämistä ja yhteisöllisten työtapojen käyttöä opetuksessa. Tutkimuskirjallisuudessa argumentoinnin painottamista on usein tarkasteltu sitä varten erikseen kehitetyissä opetusmenetelmissä ja vähemmän huomiota on kiinnitetty perinteisten opetuskäytänteiden, kuten kurssikokeiden tarkasteluun argumentoinnin näkökulmasta. Tässä tutkimuksessa analysoidaan mekaniikan kurssikoevastauksia Toulmin-perustaisella argumenttiviitekehyksellä. Analyysin tavoitteena on tunnistaa (1) millainen koevastausten rakenne on argumentin rakenteeseen verrattuna, ja (2) millainen yhteys vastausrakenteen ja vastausten oikeellisuuden välillä on. Tutkimusaineisto on kerätty yliopiston perusopintotason mekaniikan kurssilta vuonna 2018. Aineistonkeruussa on hyödynnetty impulssi-liikemääräperiaatteen ymmärtämisen arviointiin kehitettyä käsitteellistä tehtäväkokonaisuutta, johon vastasi 45 fysiikan pää- tai sivuaineopiskelijaa. Tulosten perusteella suurin osa vastauksista myötäilee argumentin perusrakennetta. Vastausten argumenttiin rinnastettavan rakenteen ja sisällön oikeellisuuden välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys: sisällöllisesti virheellisten vastausten rakenne on argumentoinnin näkökulmasta suppeampaa (24 % vastauksista). Näissä vastauksissa tyypillisesti puuttuu argumenttiin keskeisesti kuuluva päättelyn kuvaus tai viittaus aineistoon. Toisaalta suuremmassa osuudessa sisällöllisesti virheellisiä vastauksia (36 %) argumentin rakenne ei poikkea virheettömien vastausten rakenteesta. Tämä johtuu siitä, että epäsovikivan fysiikan sisältötiedon perusteella on muodostettu rakenteellisesti vahvoja

argumentteja, jotka johtavat virheellisiin vastauksiin. Tulosten valossa Toulmin-perustainen viitekehys yhdessä sisällön oikeellisuuden tarkastelun kanssa mahdollistaa kirjallisten argumenttien arvioinnin normatiivisten sisältöjen konteksteissa. Tämä voi lisätä argumentoinnin painottamisen hyödynnettävyyttä perinteisissä koulutusmuodoissa.

Tehtävätyypin vaikutus fysiikan yhteistoiminnallista oppimista edistävään keskusteluun älykkäässä oppimisympäristössä

Jasmin **Kilpeläinen**, jasmin.r.m.kilpelainen@jyu.fi

Jyväskylän yliopisto

Keywords: fysiikka, yhteistoiminnallinen oppiminen, älykkäät oppimisympäristöt

Älykkään oppimisympäristön mahdollistama tehtävien automaattinen arviointi tarjoaa keinon antaa välitöntä palautetta ilman opettajaa työskentelevälle opiskelijaryhmälle. Automaattinen arviointi edellyttää, että tehtävien ratkaisut ovat mahdollisimman yksiselitteisiä, mutta toisaalta avoimet tehtävät tukevat paremmin yhteistoiminnallista oppimista edistävää keskustelua. Jotta tehtävän ratkaiseminen yhteistoiminnallisesti olisi mielekästä ja älykkään ympäristön käyttö tarkoituksenmukaista, on tehtävävalintoihin kiinnitettävä huomiota. Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin selvittää, millä tavoin erilaiset tehtävät vaikuttavat yliopisto-opiskelijoiden väliseen keskusteluun, kun he ratkaisevat fysiikkaan liittyviä tehtäviä yhteistoiminnallisesti älykkäässä oppimisympäristössä. Tutkimusta varten videokuvattiin kahdeksaa opiskelijaparia heidän ratkaistessaan kolme erityyppistä tehtävää (monivalinta, laskutehtävä, avoin tehtävä) älykkäässä oppimisympäristössä osana yliopistotasoista mekaniikan kurssia. Opiskelijoiden välisten keskustelujen sisällöt luokiteltiin teorialähtöisesti puheenvuoroittain. Keskustelujen sisältöjä verrattiin toisiinsa tehtävittäin, ja lisäksi kunkin parin osapuolten puheenvuorojen sisältöjä verrattiin toisiinsa. Alustavien tulosten mukaan eniten keskustelua herätti avoin tehtävä ja vähiten monivalintatehtävä. Kuitenkin monivalintatehtävässä opiskelijat osallistuivat käsitteelliseen ymmärrykseen liittyvään keskusteluun tasapuolisemmin, kun taas lasku- ja avoimessa tehtävässä käsitteellisen ymmärryksen rakentaminen oli usein enemmän parin toisen osapuolen vastuulla toisen puheenvuorojen ollessa useammin vain lyhyitä ja myötäileviä. Tehtävätyypillä oli siis vaikutusta opiskelijoiden osallistumiseen sekä keskustelun pituuteen ja sisältöön heidän opiskellessaan mekaniikkaa yhteistoiminnallisesti älykkäässä oppimisympäristössä. Pienen otoskoon vuoksi yleistyksiä ei kuitenkaan voida tehdä. Kun tarkastellaan eroja opiskelijoiden puheenvuorojen sisällöissä, tehtävätyypin lisäksi vaikutusta voi olla myös esimerkiksi tehtävän haastavuudella ja opiskelijoiden luonteenpiirteillä.

Matematiikan rooli fysiikan opetuksessa

Tommi **Kokkonen**, tommi.kokkonen@utu.fi

Turun yliopisto

Elina Palmgren, Helsingin yliopisto

Keywords: fysiikan opetus, matematiikka, kirjallisuuskatsaus

Matematiikka on erottamaton osa fysiikkaa ja siksi sillä on tärkeä rooli myös fysiikan opetuksessa. Tätä roolia on tutkimuksessa tarkasteltu niin kognitiivisista, epistemologisista, historiallis-filosofisista kuin kompetenssienkin viitekehyksistä käsin. Tässä systemaattisessa

kirjallisuuskatsauksessa tarkastelemme, kuinka matematiikan rooli on käsitteellistetty fysiikan opetuksen tutkimuskirjallisuudessa. Analyysiä varten poimimme ERIC-tietokannasta vuosina 2000-2020 julkaistuja tutkimusartikkeleita, joissa käsiteltiin matematiikan ja fysiikan välistä suhdetta. Lisäksi kävimme läpi valittujen artikkelien lähdevitteet. Anaysoitavaksi valikoitui 90 artikkelia. Sisällönanalyysin keinoin analysoimme 1) millaisia rooleja matematiikkaan oli artikkelissa liitetty, 2) mitä viitekehystä artikkelissa oli käytetty ja 3) mihin fysiikan aihealueeseen tutkimus liittyi. Tunnistimme 21 roolia, 23 viitekehystä ja 9 aihealuetta ja analysoimme niiden yhteyksiä. Esityksessä pohdimme lisäksi tulosten implikaatioita tutkimuksen ja käytännön opetuksen kannalta.

Luokan- ja MALU-aineenopettajaopiskelijoiden motivaatio opiskella opettajaksi

Antti **Lehtinen**, antti.t.lehtinen@jyu.fi

Jyväskylän yliopisto / fysiikan laitos

Tomi Jaakkola, Tampereen yliopisto; Koen Veermans, Turun yliopisto

Keywords: Opettajankoulutus, motivaatio

Suomalaisen peruskoulujärjestelmän peruspilareita ovat luokan- ja aineenopettajat. Luokanopettajakoulutus on hyvin kilpailtua kun taas erityisesti matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opettajankoulutuksessa kilpailu on vähäisempää. Opettajankoulutuksen kehittämiseksi on tärkeää tuntea opettajankoulutukseen hakeutuneiden opiskelijoiden motivaatioita päätökselleen. Tässä tutkimuksessa tutkitaan Luokan- ja MALU-aineenopettajaopiskelijoiden motivaatioita opiskella opettajaksi. Aineisto on kerätty Jyväskylän, Turun ja Tampereen yliopistoista syksyllä 2021 FIT-Choice -testillä (N=224, n_LO=177, n_AO=47). Lisäksi 22 opiskelijaa haastateltiin. Tulosten analyysi on vielä kesken, mutta perustulokset valmistuvat tutkimuspäiviin mennessä.

Eriyttävät tutkivan oppimisen tehtävät luonnontieteissä

Pasi **Nieminen**, pasi.k.nieminen@jyu.fi

Jyväskylän yliopisto

Antti Lehtinen, Jyväskylän yliopisto

Keywords: Tutkiva oppiminen, eriyttäminen, luonnontiede

Opetuksen eriyttäminen eli opetuksen sopeuttaminen yksilöllisten tarpeiden mukaiseksi on tärkeää mm. oppimistulosten ja -vaikeuksien kannalta. Yksi eriyttämisen tapa on käyttää oppilaan taito- ja tietotasojen mukaisia tehtäviä. Tyypillisesti tutkivan oppimisen tehtävän on katsottu olevan kokonaisuutena suljettu, avoin tai jotain siltä väliltä. Differentiation in Inquiry-based Learning -hankkeessa (Erasmus+; 2019–2022) kehitimme työkalun, jonka avulla voi suunnitella tutkivan oppimisen eriyttämistä luonnontieteen kontekstissa. Työkalussa eräs ajatus on, että kokonaista tehtävää ei ajatella suljettu–avoin -jatkumolla vaan, että kaikki tutkivan oppimisen yksittäiset vaiheet voivat olla asteittain avoimia. Työkalun avulla opettaja voi suunnitella tehtäviä, joissa tutkivan oppimisen vaiheiden avoimuus vaihtelee esimerkiksi yksittäisen oppilaan tai pienryhmän tarpeiden mukaan.

Fysiikan opettajaopiskelijoiden esittämien argumentaatioepisodien eheys

Maija Nousiainen, maija.nousiainen@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Karoliina Vuola, karoliina.vuola@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Keywords: fysiikan tieto, argumentaatio, opettajankoulutus

Tieteellisen argumentaation ja argumentointitaitojen oppiminen ovat keskeisiä opettajankoulutuksen tavoitteita. Argumentaatiota pidetään tärkeänä yleisenä taitona, mutta sen harjoittamiseksi on keskityttävä aina johonkin kontekstiin. Tämä tutkimus keskittyy kontekstisidonnaisen argumentaation hyödyntämiseen ja analysoimiseen fysiikan korkeakouluopetuksessa. Argumentaatiotutkimuksen kentällä on useita analyysiviitekehyksiä, joista useimmat perustuvat Toulminin esitykseen argumentaation rakenteesta, mutta ne eivät ota huomioon tiedon episteemisiä lähtökohtia. Fysiikan korkeakouluopiskelun näkökulmasta tiedon perustelemisen ja argumentaation pitäisi nojautua empiirisen evidenssin ja teorian vastavuoroiseen käyttöön. Tässä tutkimuksessa tarkastelemme fysiikan opettajaopiskelijoiden kirjallisia raportteja (N=9), jotka keskittyvät valosähköisen ilmiön selittämiseen. Esitämme virketyyppien tunnistamiseen liittyvän argumentaation analyysiprotokollan, jota käytämme aineiston analysoimiseen. Aiemmistä analyysiviitekehyksistä poiketen tämä analyysiprotokolla kiinnittää huomiota erityisesti evidenssin ja teorian käyttöön fysiikan tiedon argumentoinnin tukena. Virkeanalyysin perusteella voimme tunnistaa teksteistä argumentaatioepisodeja. Tutkimuksemme perusteella voimme havaita opiskelijoiden raporteissa ilmenevässä argumentaatioissa paljon vaihtelua ja tulokset osoittavatkin, että opettajaopiskelijoilla on hankaluuksia argumentatiivisen tekstin tuottamisessa. Argumentaatioepisodien järjestys heijastelee kuitenkin muutaman tapauksen osalta koherenttia ja loogista selityksen etenemistä. Ehdotamme, että esitettyä virkkeiden analyysiprotokollaa voisi käyttää jatkossa ohjaamaan ja tukemaan fysiikan opettajaopiskelijoiden argumentaatiotaitojen kehittymistä osana opettajankoulutusta.

En jämförelse av klasslärarstuderandes grundläggande matematikkunskaper åren 2008 och 2020

Aida Ohtonen, aida.ohtonen@abo.fi

Åbo Akademi. Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier

Elin Mårtensson, Åbo Akademi, Fakulteten för pedagogik och välfärdsstudier

Keywords: matematiska färdigheter, klasslärarstuderande, matematik

Syftet med avhandlingen var att undersöka de grundläggande matematikkunskaper som blivande klasslärare besitter genom att kvantitativt jämföra resultaten från matematiktest som genomfördes vid klasslärarutbildningen vid Åbo Akademi år 2008 och år 2020. Forskningsfrågorna var: 1. I vilken grad och i vilken riktning har matematikkunskaperna hos blivande klasslärare förändrats? 2. Finns det specifika uppgifter eller områden i testresultaten där statistiskt signifikanta skillnader och samband kan identifieras? Den teoretiska utgångspunkten för avhandlingen grundade sig i finländska elevers försämrade resultat i internationella och nationella undersökningar, i undersökningar som visat på försämrade matematikkunskaper hos klasslärarstuderande samt i forskning gällande

matemattikkunskaper hos lärare och deras påverkan i undervisningen. Avhandlingen jämförde matematiktestens resultat från åren 2008 och 2020 och identifierade statistiskt signifikanta skillnader och samband inom matematiska områden och enskilda uppgifter. Analysen av deskriptiva data för resultaten samt skillnads- och sambandstesten visade på signifikanta försämringar inom de matematiska områdena rationella tal, enhetsomvandling och textuppgifter samt inom enskilda uppgifter. Resultaten visade även att andelen klasslärarstuderande som nådde gränsen för godkänt sjunkit från 45 % till 22 %. Slutsatsen av analysen bidrog till en omfattande mängd resultat gällande försämrade matematikkunskaper hos klasslärarstuderande. De försämrade matematikkunskaperna i den finländska grundskolan överensstämde genomgående med utvecklingen vid klasslärarutbildningen vid Åbo Akademi.

Yliopisto-opintojen keskeyttäminen matemaattis-luonnontieteellisillä aloilla

Henna Pesonen, henna.k.pesonen@utu.fi

Turun yliopisto

Turun yliopiston oppimisanalytiikan tutkimusinstituutti

Keywords: opintojen keskeyttäminen, matemaattis-luonnontieteellinen, yliopisto-opinnot
Yliopisto-opintojen keskeyttäminen on ongelma erityisesti matemaattis-luonnontieteellisillä aloilla. Noin 5% kaikista Suomen yliopisto-opiskelijoista keskeyttää opintonsa, mutta matemaattis-luonnontieteellisillä aloilla määrä on 15 – 40%. Yliopisto ja yhteiskunta kärsivät keskeyttäneiden suuresta määrästä, mutta negatiiviset vaikutukset ulottuvat myös yksilön elämään. Keskeyttämisen syitä ei kuitenkaan tiedetä; tulokset ovat jokseenkin ristiriitaisia, ja ne eroavat esimerkiksi maiden ja koulutusjärjestelmien välillä. Suomessa keskeyttämistä on tutkittu niukasti, eikä laajamittaista pitkittäistutkimusta ole vielä toteutettu.

Tutkimukseni tavoitteena on löytää syitä yliopisto-opintojen keskeyttämiselle. Tutkimus toteutetaan matemaattis-luonnontieteellisten alojen opiskelijoille Suomen yliopistoissa vuosina 2022-2026. Tutkimuksen keskeinen osa on kysely, johon opiskelijat vastaavat heti opintojensa alussa sekä jokaisen lukuvuoden lopussa. Kysymykset muodostavat kokonaisuuksia tekijöistä, joilla on havaittu yhteys opintojen keskeyttämiseen. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi opiskelijan motivaatio, oppimistavat, integraatio ja sosioekonominen tausta. Kyselyvastauksien perusteella pyritään löytämään opintojen keskeyttämistä selittäviä tekijöitä ja niiden vuorovaikutuksia. Tarkoituksena on myös haastatella opintonsa keskeyttäneitä opiskelijoita syvällisemmän ymmärryksen saavuttamiseksi.

Kyselyä kehitettiin Turun yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa kevään ja kesän 2022 aikana. Kysely pilotoitiin 199 opiskelijalla sekä esitettiin haastatteleamalla 20 opiskelijaa. Tutkimus käynnistyi syksyllä 2022, jolloin kyselyyn vastasi 317 Turun yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa juuri aloittanutta opiskelijaa. Kyselyä on tarkoitus laajentaa muihin Suomen yliopistoihin syksyllä 2023. Väitöskirjatutkimus valmistuu kesällä 2026, mutta kyselyn on tarkoitus jäädä pysyväksi työkaluksi, jonka avulla Turun yliopiston oppimisanalytiikan tutkimusinstituutti kehittää opiskelijoiden tukipalveluita.

Matematiikan aineenopettajiksi valmistuvien tarinoita matematiikkasuhteestaan

Päivi **Portaankorva-Koivisto**, paivi.portaankorva-koivisto@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Lasse Eronen, Itä-Suomen yliopisto

Keywords: matematiikkasuhteeseen, matematiikan opettajaopiskelijat

Matemaattisten aineiden opettajiksi valmistuneiden määrä Suomen yliopistoissa on laskenut 2010-luvun aikana huolestuttavasti. Moilasen ja Neittaanmäen (2021) raportin mukaan peräti lähes 40 prosenttia. Tutkimus harvenevan opiskelijajoukon matematiikkasuhteesta avaa ymmärrystä sille millaisina oppiaineen vetovoimatekijät näyttäytyvät tulevan matematiikan opettajan kokemana.

Tutkimuskysymyksemme ovat:

1. Miten matematiikan opettajaopiskelijat määrittelevät matematiikan?
2. Mitkä tekijät määrittävät tulevan matematiikan opettajan suhteen matematiikkaan

a) ennen yliopisto-opintoja

b) yliopisto-opintojen aikana,

kun niitä tarkastellaan matematiikkasuhtetarinoiden kautta?

Aineisto muodostuu keväällä 2021 kerätyistä 35 äänitteestä, joihin opiskelijat antoivat tutkimusluvan. Tehtävänantona opiskelijoille oli kertoa äänitteellä, millainen heidän matematiikkasuhteensa on. Äänitteen saattoi tehdä valitsemallaan tavalla. Virikkeenä annettiin joukko kysymyksiä kuten ”mitä matematiikka merkitsee sinulle”, ”millaista matematiikan harrastaminen on”, ”mikä on ongelmanratkaisun merkitys sinulle” ja ”mikä on matematiikan hyötyarvo”. Sisällönanalyysin avulla matematiikkasuhteista oli tunnistettavissa kolme päätekijää, joiden mukaan matematiikka vaatii työtä ja vaikeutuu opiskelujen edetessä. Toisaalta samaan aikaan ymmärrys sen kauneudesta ja loogisuudesta lisääntyy. Monille matematiikka oli työkalupakki, avain moneen muuhun työhön, luovuuteen ja viihdyttävyyteen. Matematiikka nähtiin myös ongelmanratkaisuna, joka vaatii sinnikkyyttä. Pohdittavaksi jää kuinka matematiikan opetuksella voitaisiin vaikuttaa siihen, että kauneuden ja loogisuuden ajatukset tulisivat aikaisemmin osaksi matematiikkasuhdetta?

Talking chemistry in small groups: 14-15-year-old students' challenges with macro, submicro and symbolic representations

Gunilla **Renvall**, gunilla@renvall.eu

Åbo Akademi University

Berit Kurtén, Åbo Akademi University

Keywords: Small group discussion, Sociocultural discourse analysis, Triplet relationship

Small group discussions have been used in science education to both motivate students and to enhance learning. The development of teaching methods towards dialogic teaching is in line with the national core curriculum in Finland, which stresses the importance of active learning and interaction between students and teachers. The purpose of this study is to explore how small group discussions can be used in chemistry education in lower secondary school.

Data for this qualitative study was collected in 2018-2019 in an 8th grade class of 17 students. The students discussed combustion and the carbon cycle. The group discussions were video recorded, one focus group was chosen, and this group's discussions were transcribed.

We have based our qualitative analysis on sociocultural discourse analysis. Furthermore, we have explored how the students' discussion move between the different representations in chemistry, the macro, the submicro, and the symbolic level (triplet relationship.) Our results show that the students' discussions develop over time. When they get familiar with discussing they do not only answer questions but reason to create common knowledge. Results also show that the triplet relationship is demanding for the students, both moving between the representations but also explanations on the microlevel are challenging.

Työelämärelevanssia yläkoulun matematiikan opetukseen

Juho Tiainen, juho.tiainen@uef.fi

Itä-Suomen yliopisto

Jussi Ahonen, Itä-Suomen yliopisto

Keywords: matematiikka, relevanssi-interventio, työelämärelevanssi

Motivaatiota pidetään useiden tutkimusten mukaan yhtenä tärkeimmistä edellytyksistä oppimiselle. Tutkimusten mukaan oppilaan matematiikan opiskelumotivaatio, esimerkiksi matematiikan hyödylliseksi kokeminen, vähenee peruskoulun viimeisten vuosien aikana. Koulutusvalintojen aikaistuminen vaatii lapsilta ja nuorilta tulevaisuuden suunnittelukykyä entistä nuorempina. Monien tutkimusten ja tutkimuspohjaisten raporttien mukaan työelämässä tarvitaan koko ajan enemmän matemaattisia taitoja, joten on kehitettävä toimenpiteitä, joilla lisätään lasten ja nuorten matematiikan opiskelumotivaatiota sekä tuetaan ura- ja opiskeluvaihtoehtoja. Luonnontieteiden ja matematiikan opetuksen tutkimuksessa relevanssi-interventioilla on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia esimerkiksi opiskelijoiden suoritusten laatuun sekä ura- ja opiskeluvaihtoehtoihin, minkä lisäksi relevanssi-interventioilla on pystytty tukemaan opiskelijoita asettamaan oppimiselleen tavoitteita ja päämääriä. Esiteltävässä tutkimushankkeessa selvitetään, miten relevanssi-interventio, jossa yläkouluikäiset oppilaat suorittavat työelämäsisältöistä matematiikan verkko-opetusmateriaalia, vaikuttaa oppilaan matematiikan opiskelumotivaatioon sekä ura- ja koulutusvalintoihin. Interventiolla on tavoitteena myös tukea oppilasta pohtimaan matematiikan merkitystä omassa elämässään etenkin tulevaisuuden näkökulmasta.

Esiteltävän tutkimushankkeen interventiomateriaalin yhden oppitunnin mittainen testaus tehtiin toukokuussa 2022. Testaukseen osallistui neljä yläkoulun kahdeksannen luokan matematiikan ryhmää. Testausvaiheessa tutkittiin, miksi oppilas kiinnittyy jonkin ammatin ympärille kehitetyn opetusmateriaalin tehtäviin. Lisäksi tutkittiin oppilaan matematiikan opiskelumotivaatiota ja sitä, millaisia matematiikan taitoja oppilaan mielestä hänen toiveammattissaan tarvitaan. Interventiossa käytetyn verkko-opetusmateriaalin ovat valmistaneet matematiikan aineenopettajaopiskelijat Itä-Suomen yliopiston Joensuun kampuksella syksyllä 2021 järjestetyllä opintojaksolla.

The perceived value of proving in learning engineering mathematics and its dependence on motivation and study habits.

Timo Tossavainen, timo.tossavainen@ltu.se

Luleå University of Technology, LTU Sweden

Evgeniya Burtseva, Erik Liljas, LTU

Keywords: Engineering student, motivation, proving, self-concept, study habits

We investigate a group (N=369) of Swedish engineering students and their views of the value of proving in learning engineering mathematics. We are especially interested in studying how students' appreciation of proving as learning method depends on their motivation and study habits, but we survey also the role of gender, self-concept, study program, and the amount of experience from studying in university. Our findings show that the perceived value of proving is positively related to activity to discuss one's own solutions during practicals and to ask advice on challenging topics during lectures. Similarly, the appreciation of proving correlates positively, e.g., with the intrinsic and attainment values. On the other hand, there are no significant differences between male and female students. The amount of experience from studying in university does not either have a remarkable impact on the engineering students' view of the value of proving.

Koherentin luonnontieteiden opettajankoulutuksen edistäminen reflektion avulla

Miikka Turkkila, miikka.turkkila@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Merike Kesler, Antti Laherto, Jari Lavonen, Kalle Juuti, Helsingin yliopisto

Keywords: opettajankoulutus, reflektio, koherenssi

Osana kansainvälistä tutkimushanketta olemme mukana kehittämässä luonnontieteiden opettajankoulutuksen koherenssia. Hankkeessa tuotetaan erilaisia työkaluja opetuksen suunnittelun ja reflektion tueksi. Näiden avulla pyritään helpottamaan opettajaopiskelijoiden haasteita soveltaa kursseilla opittua oman opetuksen suunnitteluun ja lisäämään opettajakoulutuksen koherenssia. Koherentin opettajankoulutuksen katsotaan tuottavan koherenttia opetusta koulussa. Koherentti opetus tukee oppilaiden oppimista, motivoitumista ja oppimiseen sitoutumista. Koherenttiin opetukseen kuuluu keskeisten ideoiden korostaminen, joita opitaan yhdessä tietokäytänteiden kanssa ilmiöiden, jotka synnyttävät tarpeen tietää, ymmärtämiseksi. Tutkimusryhmämme on kehittänyt työkalun opetusharjoittelun reflektioon. Työkalu pohjautuu verkkosovellukseen, jonka avulla voidaan tehdä reaaliaikaista koodausta ennaltavalituista, observoitavista luokkahuonetapahtumista. Observoinnin jälkeen sovellus tuottaa aikajanan koodatuista tapahtumista. Koherentin opetuksen edistämiseksi observoitavat tapahtumat on valittu kohrenssein piirteiden pohjalta ottaen huomioon sekä opettajan ja oppilaiden toiminta. Opiskelijat tutustuvat koherenssin piirteiseen luennoilla ja sovelluksen käyttöä harjoitellaan ennen opetusharjoittelua. Osana opetusharjoittelun reflektiota opettajaopiskelijat seuraavat toistensa harjoitustunnin ja koodaavat oppitunnin tapahtumat. Sovelluksen tuottama aikajana toimii oppitunnin jälkeinen reflektiokeskustelun pohjana. Tavoitteena on synnyttää autenttista reflektiota, jonka kohteena on luokkahuoneessa tapahtuva toiminta ja sen yhteys opettajankoulutuksen tavoitteisiin. Esityksessä tarkastelemme koherenssin lisäksi käynnissä olevaa aineistonkeruuta ja alustavia kokemuksia.

Matematiikan aineenopettajaopiskelijoiden kokemuksia todistamispainotteisesta lähestymistavasta euklidisen tasogeometrian kurssilla

Antti Viholainen antti.viholainen@uef.fi

Fysiikan ja matematiikan laitos, Itä-Suomen yliopisto

Keywords: geometria, todistaminen, opettajankoulutus

Matematiikan aineenopettajaopiskelijat opiskelevat opinnoissaan melko paljon todistamispainotteista yliopistomatematiikkaa, kun taas koulumatematiikkaa on ainakin perinteisesti pidetty laskentapainotteisena. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan opiskelijoiden kokemuksiin pohjautuen todistamistyyppisen lähestymistavan mielekkyyttä aineenopettajille suunnatulla euklidisen tasogeometrian kurssilla. Kyseessä oli pääasiassa toisen opiskeluvuotena suoritettava matematiikan aineopintotason kurssi, jonka sisältö koostu pääasiassa koulumatematiikasta tutuista tasogeometrian teemoista, kuten esimerkiksi yhtenevyys, yhdenmuotoisuus sekä konstruktiot harpilla ja viivaimella. Kurssin käsittelytapa oli kuitenkin periaatteessa aksiomaattinen, ja lähes kaikki harjoitustehtävät olivat todistustehtäviä. Kurssin lopussa tehdyn kyselyn avulla selvitettiin opiskelijoiden arviota kurssilla opittujen todistamistaitojen hyödyllisyydestä opettajan työn kannalta ja opiskelumotivaatiota todistamistaitoja kohtaan. Lisäksi selvitettiin oppimisen iloa tuottavia asioita ja suhtautumista vaikeisiin harjoitustehtäviin ja muihin kurssilla kohdattuihin haasteisiin. Tutkimuksen aineisto koostui yhteensä 18 aineenopettajaopiskelijan vastauksesta.

Tulosten mukaan Aineenopettajaopiskelijat näkevät kurssilla käytetyn todistamisperustaisen lähestymistavan periaatteessa hyödyllisenä opettajan työn kannalta, vaikkakin kolmasosa epäröi hyödyllisyyttä vedoten koulumatematiikan erilaiseen lähestymistapaan. Kaksi kolmasosaa opiskelijoista koki kuitenkin oppimismotivaationsa ainakin jossain määrin negatiiviseksi. Selkeästi suurimpana syynä tähän olivat vaikeudet todistusten ymmärtämisessä ja laadinnassa. Vaikeat tehtävät aiheuttavat turhautumista ja opiskelumotivaation laskua, mutta sisäisesti motivoituneet opiskelijat kokevat haastavat tehtävät kuitenkin opettavaisina, ei turhauttavina. Oppimisen iloa opiskelijoille tuottaa lähinnä suorituksissa onnistuminen.

First experiences from a collaborative problem-solving intervention

Hanna Viitala, hanna.l.viitala@helsinki.fi

University of Helsinki

Keywords: Collaborative problem solving, tensions, view of mathematics

This presentation tells a story of a novice mathematics teacher and her pupils, and how they experienced an intensive problem-solving intervention in a lower secondary school. On one hand, the story is about the teacher, Ashley, who has been struggling to find a teaching method that feels her own. Even though her previous teaching experiments have been successful, she felt that something more needs to be done to get her pupils engaged in mathematics. Ashley's journey through the intervention is studied through tensions. On the other hand, the story is about Ashley's pupils and how they reacted to the new teaching method that was strongly based on collaborative problem solving. The pupils were from one 8th grade and one 9th grade class. While Ashley sees many advantages in the method and positive development can be observed in the classroom activities, her pupils have mixed

feelings towards the new teaching method. These tensions between the teacher's and the pupils' views are presented and discussed in the presentation.

**Luokkahuonetilanteiden havainnoiminen projektioppimisympäristössä:
Kokemusotantamenetelmän ja video-observoinnin vertailua**

Elisa Vilhunen, elisa.vilhunen@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Jari Lavonen, Helsingin yliopisto; Katariina Salmela-Aro, Helsingin yliopisto & Kalle Juuti, Helsingin yliopisto

Keywords: Kokemusotantamenetelmä, videohavainnointi

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, miten erilaisia luokkahuoneaktiiviteettejä voidaan havainnoida projektioppimisympäristössä. Tutkimuksessa verrattiin kokemusotantamenetelmällä (ESM) hankittua kyselyaineistoa (n = 100 lukio-opiskelijaa; 1491 ESM havaintoa) ja videoaineistoa luokkahuoneaktiiviteeteista. Aineistoa kerättiin yhteensä kuudelta peräkkäiseltä fysiikan oppitunnilta. ESM-kysely toteutettiin kolme kertaa kunkin oppitunnin aikana. Kussakin kyselyssä opiskelijoita pyydettiin valitsemaan, mikä seuraavista aktiiviteeteistä kuvaa heidän tekemistään: kuuntelin, keskustelin, kirjoitin, laskin, osallistuin testiin/kokeeseen, työskentelin tietokoneella, työskentelin ryhmässä, tein laboratoriokokeita, esitin työskentelyn tuloksia muille, jotain muuta. Videoaineistosta valittiin ESM-kyselyajankohtia vastaavat kohdat ja ne analysoitiin induktiivisen temaattisen analyysin keinoin. Aineistosta löydettiin seuraavat aktiiviteettikategoriat: opiskeluun orientointi ja motivointi, tutkimuksen toteuttaminen, aineiston analyysi ja mallintaminen, opettajan puhe, sekä tehtävien tekeminen. Molemmissa aineistoissa näkyi yleisiä projektioppimisympäristöille tyypilliset työskentelytavat: ryhmätyöskentely, tietokoneella työskentely, tehtävien tekeminen sekä aineiston analyysi ja mallintaminen. Kahden eri aineiston ristiintaulukointi kuitenkin paljasti, että aineistot ovat osin ristiriidassa keskenään. Ensinnäkin opiskelijat raportoivat sellaisia aktiiviteettejä, joita ei videoaineiston perusteella oppitunneilla tapahtunut (esim. osallistuin testiin/kokeeseen). Lisäksi opiskelijat eivät juuri raportoineet joitain sellaisia aktiiviteetteja, jotka videoaineiston valossa olivat kuitenkin melko yleisiä (esim. laskeminen). Näiden tulosten pohjalta voidaan todeta, että ESM-kyselyn suunnitteluun ja toteuttamiseen tulee käyttää huolellisuutta ja harkintaa (esim. mitä ja miten kysyä). Lisäksi ESM-aineistoa on hyödyllistä täydentää muillakin tavoin hankituilla aineistoilla erityisesti silloin, kun ollaan kiinnostuneita kontekstuaalisista tekijöistä.

Vektorien osaaminen lukiossa: tuloksia ylioppilaskirjoituksista

Heli Virtanen, heli.virtanen@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Anne-Maria Ernvall-Hytönen, Helsingin yliopisto, Antti Laaksonen, Helsingin yliopisto

Keywords: vektorit, virhekäsitykset, ylioppilaskokeet

Pitkän matematiikan kevään 2020 ensimmäinen tehtävä käsitteli yhtälöiden ja epäyhtälöiden ratkaisemista ja toinen tehtävä vektoreilla laskemista. Huomattava osa kokelaista sai molemmat tehtävät oikein, mutta myös erilaisia virhekäsityksiä nousi esiin. Esitelmässä keskitytään esiin tulleisiin virhekäsityksiin sekä verrataan kokelaiden osaamista yhtälöiden ja

vektoreiden parissa, esitellen alustavia tutkimustuloksiamme. Yhteensä kokelaita oli yli 13000, sisältäen sekä suomen- että ruotsinkieliset kokelaat.

Fysiikan opettajaopiskelijoiden käyttämä tieteen kieli: sanastot fotonista ja elektronista

Karoliina Vuola, karoliina.vuola@helsinki.fi

Helsingin yliopisto

Maija Nousiainen, Helsingin yliopisto; Ismo Koponen, Helsingin yliopisto

Keywords: tieteen kieli, opettajaopiskelijat, kvanttifysiikka

Tieteen kieli on tärkeä osa fysiikan opettamista ja oppimista, ja tieteellisen sanaston oppimisella on siinä keskeinen rooli. Abstraktien tieteellisten käsitteiden merkitys rakentuu niiden yhteyksistä toisiinsa ja tavoista, joilla niitä käytetään. Fysiikan opettajan voi ajatella tulkiksi fysiikan ja sen oppijoiden välillä, jolloin opettajan oma kyky kommunikoida tieteen kielellä on keskeistä. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin fysiikan opettajaopiskelijoiden fysiikan sanastoja fotonista ja elektronista: kuinka monipuolista sanastoa he käyttävät ja mitä yhtäläisyyksiä tai eroja opiskelijoiden sanastojen välillä on. Fysiikan käsitteiden kytkeytyneisyyttä tutkittiin luokittelemalla käsitteet sen mukaan, mikä niiden rooli on kvanttimekaniikan selittämisessä, ja tekemällä leksikaalinen analyysi N=60 kirjalliselle raportille. Analyysi osoittaa, että raporteissa useimmin toistuvat fysiikan käsitteet ovat relevantteja tehtävän kontekstissa, mutta yksittäisten raporttien välittämä kuva fotonista tai elektronista on useimmiten yksipuolinen ja epäjohdonmukainen. Lisäksi sanastot ovat keskenään hyvin erilaisia ja vain kolmasosa opettajaopiskelijoista käyttää fotonin ja elektronin kuvailuun jossain määrin symmetrisiä sanastoja. Fysiikan opettajankoulutuksessa on tarpeen kiinnittää huomiota tieteen kielen eksplisiittiseen opetukseen.

Pohdintaa erään väitöstutkimuksen menetelmistä

Vikke Vuorenpää, vikke.vuorenpaa@tuni.fi

Tampereen yliopisto

Keywords: Interventiotutkimus, Korkeakoulumatematiikka

Kasvatustieteen alan väitöstutkimuksessani tutkin tekniikan alojen yliopisto-opiskelijoille pakollisen insinöörimatematiikan opettamista ja oppimista. Osaamista tarkastellaan suhteessa minäpystyvyyteen (engl. Self-efficacy) ja tavoiteorientaatioihin (Achievement goal orientations) kvasikokeellisessa interventio–kontrolliryhmä-asetelmassa. Näistä kahdesta minäpystyvyys nähdään muuttuvana, kehitettävänäkin uskomuksena omasta suoriutumisesta, kun taas tavoiteorientaatiot ovat joltisenkin pysyviä.

Väitöskirjani tulee olemaan artikkeliväitöskirja. Osatutkimukset käsittelevät määrällistä aineistoa, joka on kerätty sähköisillä kyselylomakkeilla ja testeillä Tampereen yliopiston tekniikan alojen opiskelijoilta insinöörimatematiikan opintojaksoilla lukuvuosina 2019–20, 2020–21 ja 2021–22. Opintojaksoilla oli rinnakkaiset toteutukset, joista toisella opetus toteutettiin flippaamalla (interventoryhmä) ja toisella tavanomaisena, joskin joltisenkin opiskelijalähtöisenä luento-opetuksena (verrokkiryhmä). Tässä flippauksella tarkoitetaan käänteisen oppimisen (Flipped learning) ja käänteisen opetuksen (Flipped classroom) sekä laatuaikaoppimisen (Primetime learning) komponentteja yhdistelevää toteutustapaa. Sekä interventio- että verrokkiryhmien opiskelijat vastasivat kyselylomakkeeseen viisi kertaa

lukukauden aikana. Syyslukukaudesta 2022 lähtien opintojaksoilla ei enää ole erillisiä interventio–kontrolliryhmä-toteutuksia vaan kaikki flippaavat. Aineistoa kerätään edelleen, ja tarkoituksena on toteuttaa myös seuranta haastatteluin.

Väitöstutkimuksen alussa paino niin aineiston keruussa kuin analysoinnissakin on määrällisissä menetelmissä. Väitöstutkimuksen edetessä paino kuitenkin siirtyy kohti laadullisia menetelmiä, jos kohta viimeisetkään osatutkimukset eivät ole puhtaasti laadullisia vaan sekamenetelmällisiä (Mixed Methods). Tilastollisista analyysimenetelmistä hyödynnetään monitaso (Mixed models, Multilevel model)- ja rakenneyhtälömallinnusta (Structural Equation Models).

Learning activity as a tool when promoting young students' early algebraic thinking

Sanna Wettergren, sanna.wettergren@abo.fi

Åbo Akademi University

Keywords: Algebraic thinking, Learning activity, Learning models

The issue for this paper is to discuss what can promote young students' early algebraic thinking and their participation in theoretical classroom discussions. Researchers agree that it is beneficial to develop algebraic thinking from an early age. Increasingly, research refers to the, in West, so-called El'konin-Davydov program in mathematics. The paper is based on data taken from a research project exploring how a teaching aiming to promote young students' algebraic thinking can be designed within El'konin-Davydov program. Which tasks and tools can be used, which questions need to be formulated and which working methods promote emerging early algebraic thinking? A total of 16 research lessons in mathematics with a focus on argumentation and reasoning on non-numerical algebraic expressions were planned and enacted collaboratively between teachers in Grades 1– 5 (6–11 years) and researchers. The result highlights tools that support collective reflections as indicating early algebraic thinking. Furthermore, the result show what students need to discern when working with algebraic expressions.