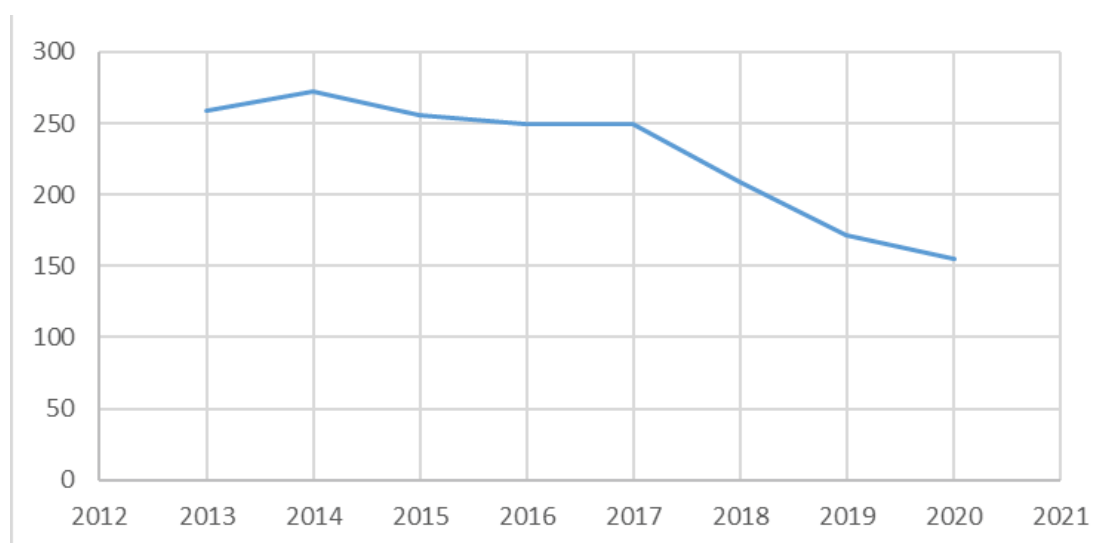


Matematiikan, fysiikan ja kemian maisteritutkinnot ja auskultointi 2010-luvulla



Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja
No. 91/2021

Editor: Pekka Neittaanmäki
Covers: Yliopistopaino

Copyright © 2021

Hannu Moilanen, Pekka Neittaanmäki ja Jyväskylän yliopisto

ISBN 978-951-39-8971-2 (nid.) ISBN
978-951-39-8972-9 (verkkojulkaisu)

Jyväskylä 2021

Matematiikan, fysiikan ja kemian maisteritutkinnot ja auskultointi 2010-luvulla

Lehtori FT Hannu Moilanen Jyväskylän yliopisto Jyväskylän yliopiston normaalikoulu
Professori Pekka Neittaanmäki Jyväskylän yliopisto IT tiedekunta

1. Johdanto

Suomalaisen yhteiskunnan yksi menestyksen perustoista on ollut korkea osaaminen ja koulutus matemaattis-luonnontieteellisillä aloilla. Tälle menestykselle ovat luoneet perustan Suomen korkeasti koulutetut matemaattisten aineiden opettajat. Tässä raportissa tarkastellaan matemaattis-luonnontieteellisen alan (MaLu, matematiikka, fysiikka ja kemia, MaFyKe, MFK) maisteritutkintojen vuosina 2010–2020 sekä MaFyKe-opettajan pedagogiset opinnot (60 op) suorittaneiden opiskelijoiden määriä vastaavana ajankohtana Suomessa. Raportti osoittaa, että matemaattisten aineiden opettajiksi valmistuneiden määrä on laskenut liki 40 prosenttia Suomen yliopistoissa 2010-luvulla, mikä saattaa heikentää Suomen osaamista ja kilpailukykyä usealla alalla tulevaisuudessa. Vuonna 2010 Helsingin ja Jyväskylän yliopistoissa auskultoi Suomessa eniten MaFyKe-opetusharjoittelijoita. Esimerkiksi Helsingissä suoritti aineenopettajan pätevyyden vuonna 2010 175 opiskelijaa. Vuonna 2020 vastaava luku oli enää 62 opetusharjoittelijaa. Vastaavasti Jyväskylässä vuonna 2010 auskultoi 64 MFK-harjoittelijaa, mutta vuonna 2020 vain 17. Raportin lopuksi pohditaan syitä yliopistoista valmistuvien MFK-alojen opettajien vähäiseen määrään ja esitetään toimenpiteitä tilanteen korjaamiseksi.

MFK-alat ovat kriittisiä Suomen korkeatasoiseen teknologiaan pohjautuvan kilpailukyvyn kannalta ja tällä hetkellä yhteiskunta kaipaa yhä enenevässä määrin luonnontieteiden osaajia ratkaisemaan niin ilmastonmuutokseen liittyviä kysymyksiä kuin kehittämään Suomen taloutta piristäviä teknologisia innovaatioita. Matemaattisten aineiden ja luonnontieteiden osaajia tarvitaan tulevaisuudessa laajasti, sillä matemaattis-luonnontieteellinen ymmärrys toimii perustana eri teknologioiden kehittämisessä. Tällä osaamisella on merkittävä rooli ajankohtaisten globaalien haasteiden ratkaisemisessa, joita ovat esimerkiksi ilmastonmuutos, kaupungistuminen, terveys ja hyvinvointi ja resurssiniukkuus. Myös tekoälyn kehittäminen vaatii puhdasta matemaattista osaamista. Tällä hetkellä korkeakoulut eivät pysty tuottamaan riittävästi kotimaista osaamista teknologiateollisuuden tarpeisiin. Suomen teknologiateollisuus

tarvitsisi seuraavan tarvitsee kymmenen vuoden sisällä 130 000 uutta osaajaa (Teknologiaeollisuus 2021).

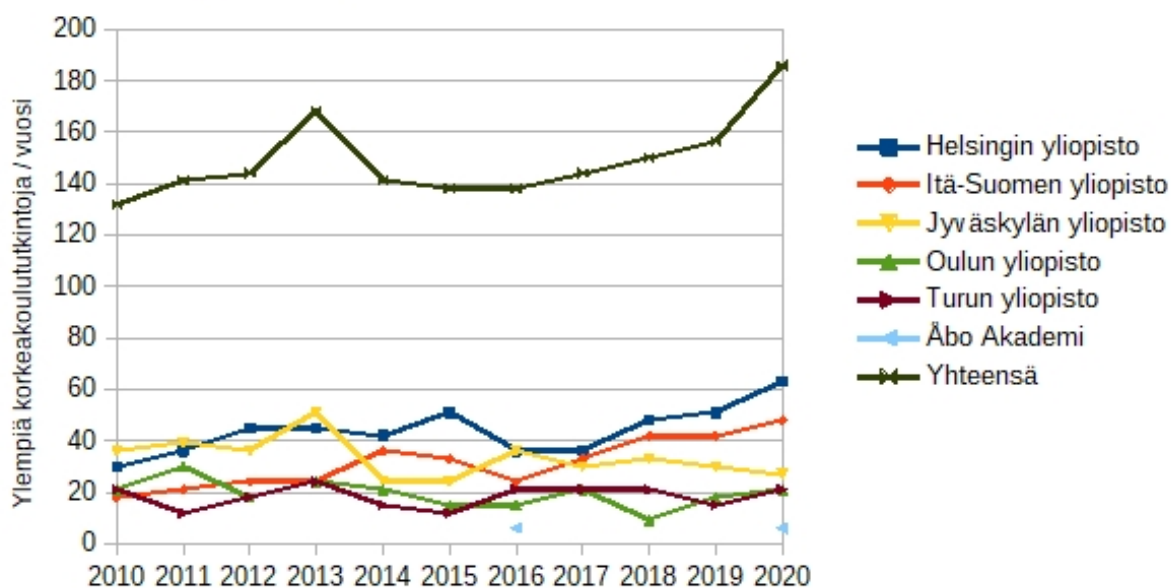
MFK-osaamista ja matemaattis-loogista ajattelua tarvitaan perinteisten teknologia-alojen lisäksi muiden muassa lääketieteen, farmasian ja maatalousteknologian aloilla ja jopa ekonomistien ja juristien töissä. Suomen korkea luonnontieteiden osaamisen pohja on rakennettu kouluissa, jossa oppilaat ovat saaneet korkeatasoista opetusta korkeasti koulutetuilta opettajilta. Vuodesta 2006 alkanut alamäki PISA-tutkimusten luonnontieteiden ja matematiikan osaamisessa (PISA 2018) sekä haaste saada ammattitaitoisia luonnontieteiden opettajia Suomen kaikkiin kouluihin voi vaikuttaa merkittävästi Suomen kilpailukykyyn teknologiaeollisuudessa ja monella muullakin alalla. Laadukas luonnontieteiden opetus peruskoulussa ja lukioissa luo pohjan Suomen kilpailukyvyille nyt ja tulevaisuudessa. Valmistuvien MaLu-aineiden opettajien vähäisestä määrästä on syytä olla huolissaan, ja päättäjiltä tarvittaisiin toimenpiteitä asian korjaamiseksi.

Raporttia varten on haastateltu myös Jyväskylän yliopiston normaalikoulun lukion rehtoria opetusneuvos Kirsti Koskea, jolla on pitkä kokemus matemaattis-luonnontieteellisten alojen opetusharjoittelun johtamisesta Jyväskylän normaalikoulussa sekä eNorssi-verkostossa toimivia MaLu-aineiden opetusharjoittelua ohjaavia lehtoreita

2. Matemaattis-luonnontieteellisten alojen maisteritutkinnot 2010-luvulla (Lähde Vipunen.fi)

Alla olevista kuvioista 1–3 käyvät ilmi Suomen yliopistoissa vuosina 2010–2020 suoritettujen ylemmät korkeakoulututkinnot fysiikasta, kemiasta ja matematiikasta.

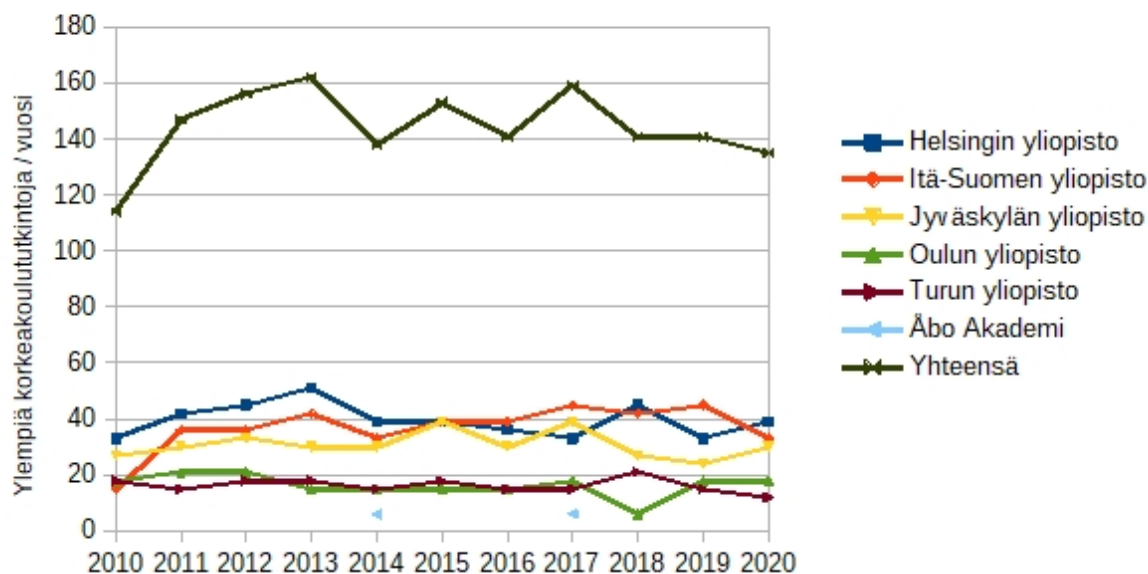
Fysiikan ylempät korkeakoulututkinnot 2010 - 2020



Kuvio 1. Fysiikan ylempät korkeakoulututkinnot 2010–2020.

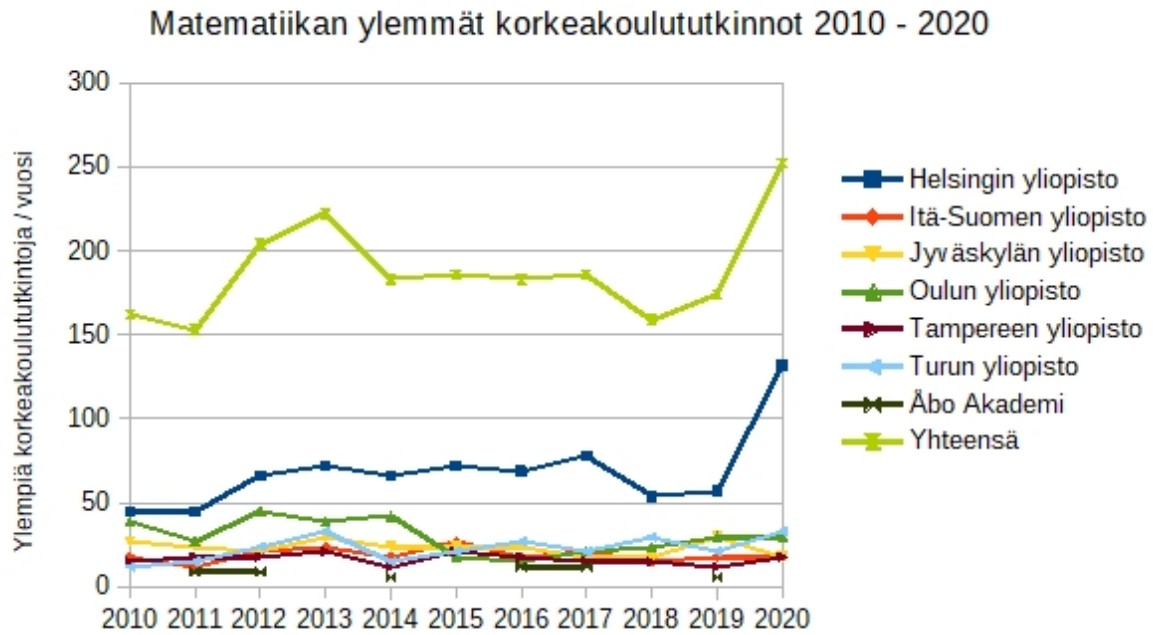
Fysiikan ylempien korkeakoulututkintojen määrä on noussut vuosina 2010–2020. Vuonna 2010 valmistui 132 maisteria ja vuonna 2020 186 maisteria. Kasvua määrissä on tapahtunut vuosina 2019–2021 erityisesti Helsingin yliopistossa ja Itä-Suomen yliopistossa. Jyväskylän yliopistossa fysiikan laitokselta valmistuneiden määrä on laskenut kymmenessä vuodessa 25 prosenttia (36→27), kun puolestaan Turun ja Oulun yliopistojen tutkintomäärät ovat pysyneet samana tarkastellulla aikavälillä 2010–2020.

Kemian ylempät korkeakoulututkinnot 2010 - 2020



Kuvio 2. Kemian ylempät korkeakoulututkinnot 2010–2020

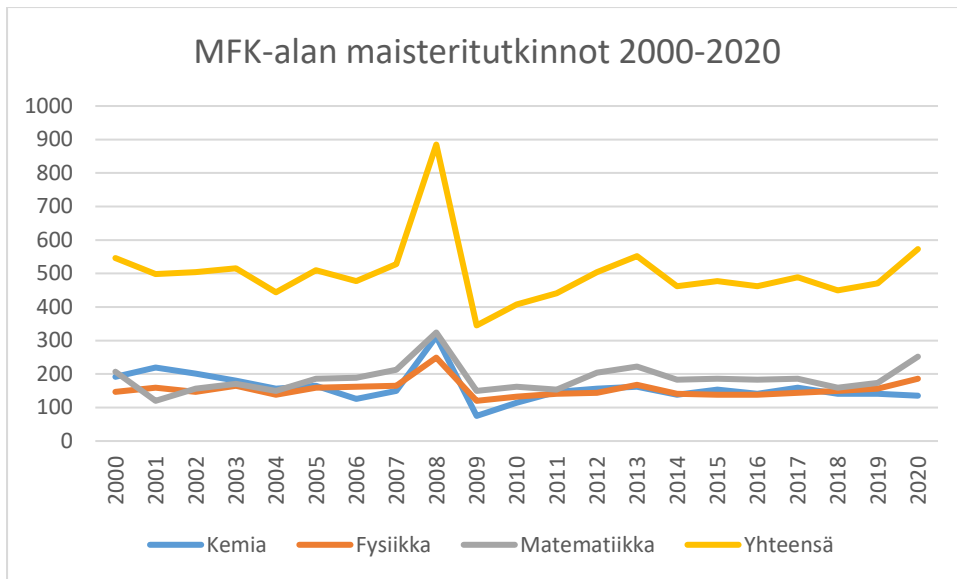
Kemian ylempien korkeakoulututkintojen yhteismäärä Suomen yliopistoissa oli tarkastellun aikavälin alussa vuonna 2010 minimissään (114) ja kävi vuosina 2013 ja 2017 huipputasolla 160. Viime vuosina kokonaismäärä on laskenut vuoden 2020 määrään 135. Kokonaisuudessaan aikavälillä 2010–2020 tarkasteltuna kemian maistereiden määrä on noussut 18 prosenttia. Vaikka vuosikohtaisia poikkeamia löytyy, missään yliopistossa ylempien kemian korkeakoulututkintojen määrä ei ole romahtanut.



Kuvio 3. Matematiikan ylempät korkeakoulututkinnot 2010–2020

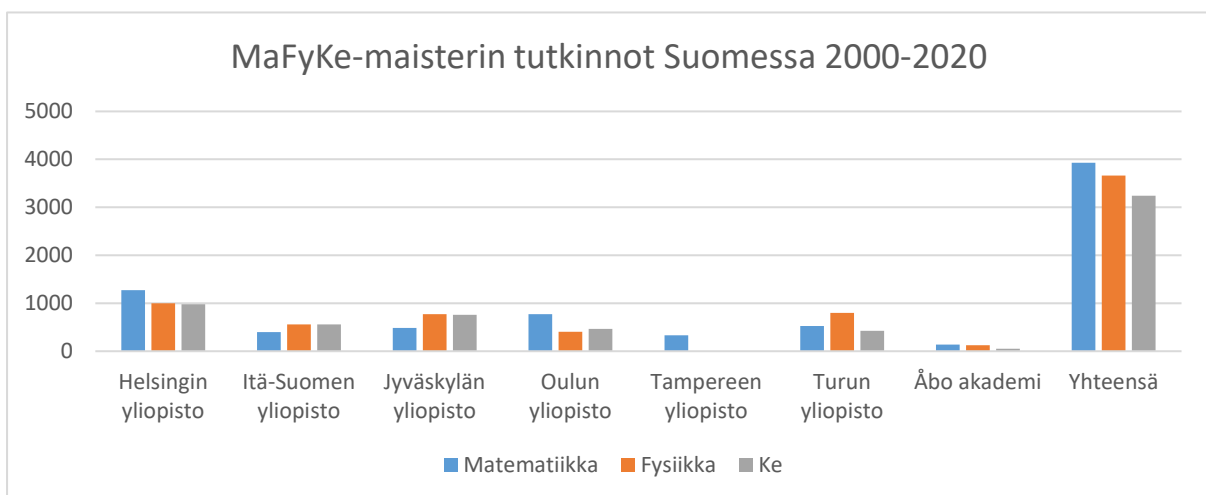
Matematiikan ylempien korkeakoulututkintojen määrä kävi vuonna 2011 pohjalukemissa (150), josta se nousi kahtena seuraavana vuonna selvästi, kunnes tasoittui vuosina 2014–2017 tasolle 183–186. Vuosina 2018–2019 määrä kääntyi laskuun. Vuonna 2020 erityisesti Helsingin yliopiston korkean tuloksen ansiosta maistereita valmistui suurin määrä 252 tarkastellulla aikavälillä. Maisteritutkintojen määrä on noussut tarkastellulla aikavälillä Helsingin yliopistossa merkittävästi (45→132).

Oulun yliopistossa laskeva trendi on ollut prosentuaalisesti suurin (23 prosenttia). Muissa yliopistoissa valmistuneiden maistereiden määrä on ollut suhteellisen tasaista tarkastellulla aikavälillä.



Kuvio 4. Ylemmät korkeakoulututkinnot matematiikasta, fysiikasta ja kemiasta vuosina 2000–2020 (Kaikki yliopistot)

Vuosikohtaisesti tarkasteltuna MFK-alan maistereita on valmistunut Suomessa vuosina 2000–2020 keskimäärin 502 maisteria vuodessa. Vuonna 2008 oli huippuvuosi, jolloin valmistui yhteensä 885 MFK-alan maisteria. Yliopistoissa toteutetun tutkinnonuudistuksen siirtymäaika päättyi vuonna 2008, mikä aiheutti selkeän piikin maistereiden valmistumisessa. Seuraavana vuonna 2009 käytiin pohjalukemissa, jolloin maistereita valmistui yhteensä vain 345 kappaletta. 2010-luvun kokonaistrendi valmistuneiden MFK-maistereiden vuosittaisissa kokonaismäärissä on laskenut, sillä 2010-luvulla on valmistunut keskimäärin 480 maisteria vuodessa, kun vuosina 2000–2009 vuosittainen keskiarvo oli 525 maisteria vuodessa.



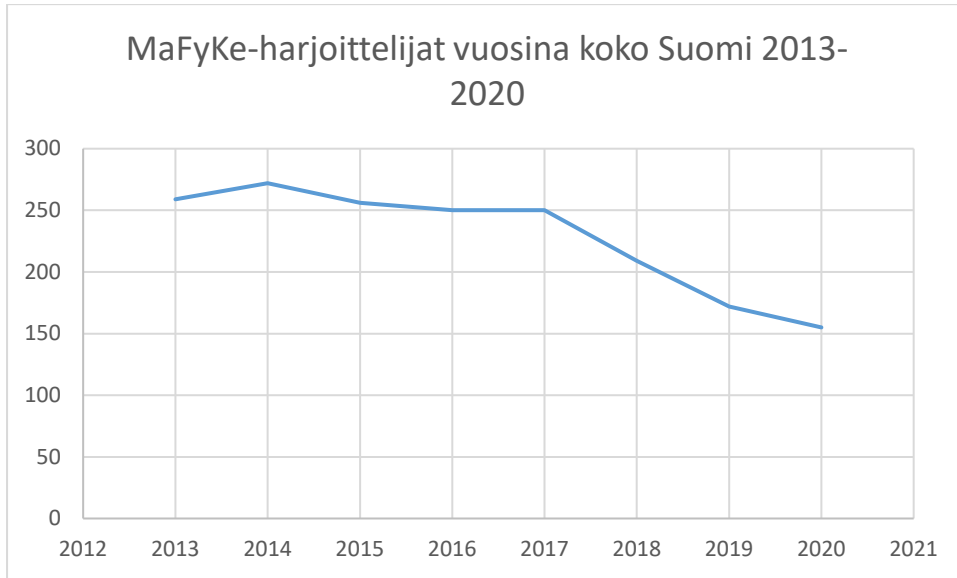
Kuvio 5. Ylemmät korkeakoulututkinnot matematiikasta, fysiikasta ja kemiasta vuosina 2010–2020

Suomessa on valmistunut vuosina 2000–2020 yhteensä 10836 MaFyKe-maisteria (Ma 3920, Fy 3663, Ke 3243). Liki 30 prosenttia tutkinnoista on valmistunut Helsingin yliopistosta. Tällä hetkellä määrä on liian pieni, sillä kyseisestä määrästä pitäisi saada osajia tutkijoiksi, opettajiksi ja teknologiateollisuuden tarpeisiin. Nykyään MFK-alan aloituspaikkoja ei saada täytettyä, ja ensimmäisen vuoden jälkeen osa opiskelijoista keskeyttää opinnot tai vaihtaa alaa. Erityisesti matemaattisten aineiden opettajien koulutukseen on hakeutunut viime vuosina entistä vähemmän opiskelijoita, minkä raportin seuraava osio osoittaa.

3. MFK-aineenopettajan pätevyiden suorittaneiden opiskelijoiden määrät 2010-luvulla

Suomessa ei ole tällä hetkellä rekisteriä, josta näkyisi yliopistoiden eri aineiden aineenopettajien vuotuiset valmistumismäärät. Opettajien ammattijärjestö toteaa, että tilastotieto opettajista ei ole luotettavaa sillä esimerkiksi Tilastokeskuksen vuoden 2019 Opettajatiedon keruun vastausaste on romahtanut (Manner 2021). Suomeen tarvittaisiin rekisteri, josta kävisi ilmi luotettavasti tiedot opettajista ja heidän kelpoisuudestaan niin oppiaineittain kuin maantieteellisesti. Tämän lisäksi tarvittaisiin normaalikouluilta ja yliopistoilta yhteen koottu tieto valmistuneiden opetusharjoittelijoiden ja opettajien määristä. Tätä raporttia laatiessamme otimme yhteyttä Opettajien ammattijärjestöön, Matemaattisten aineiden opettajien liittoon ja Opetushallitukseen, mutta millään taholla ei ollut reaaliaikaista tietoa vuosittain valmistuvien/kouluihin päätyvien pätevien MKF-opettajien määristä. Lopulta päädyimme ottamaan yhteyttä erikseen jokaiseen yliopiston harjoittelukouluun, josta saimme MFK-aineenopettajan pätevyiden suorittaneiden opiskelijoiden määrät eri vuosilta. Koulutuksen tutkimuslaitoksen vuonna 2018 esittelemä Opettajaennakointi 2025-raportti perustuu vuoden 2016 tietoihin pätevöityneistä MFK-alan opettajista ja laskelma arvioi, että päteviä matemaattisten aineiden opettajia riittäisi kouluihin vuoteen 2025 saakka (Kannisto 2018). Tästä raportista käy kuitenkin ilmi, että opetusharjoittelijoiden määrä on laskenut viime vuosina merkittävästi (38 prosenttia), mikä voi johtaa siihen, pätevistä MKF-opettajista tulee pula lähitulevaisuudessa. Tilastomme eivät kerro, kuinka moni MFK-aineenopettajan pätevyiden suorittaneista maistereista lopulta päätyy kouluihin opettajiksi. Aikaisemmissa selvityksissä on arvioitu, että 85 % opettajakoulutuksen saaneista työllistyy aineenopettajiksi

peruskouluihin ja lukioihin (Nissinen & Välijärvi 2011). Todellisuudessa kouluihin päätyvien MFK-opettajien määrä voi olla vielä paljon pienempi, sillä esimerkiksi moni normaalikouluissa auskultoinut MFK-harjoittelija on päätenyt töihin tutkijaksi tai teknologiateollisuuden palveluun.



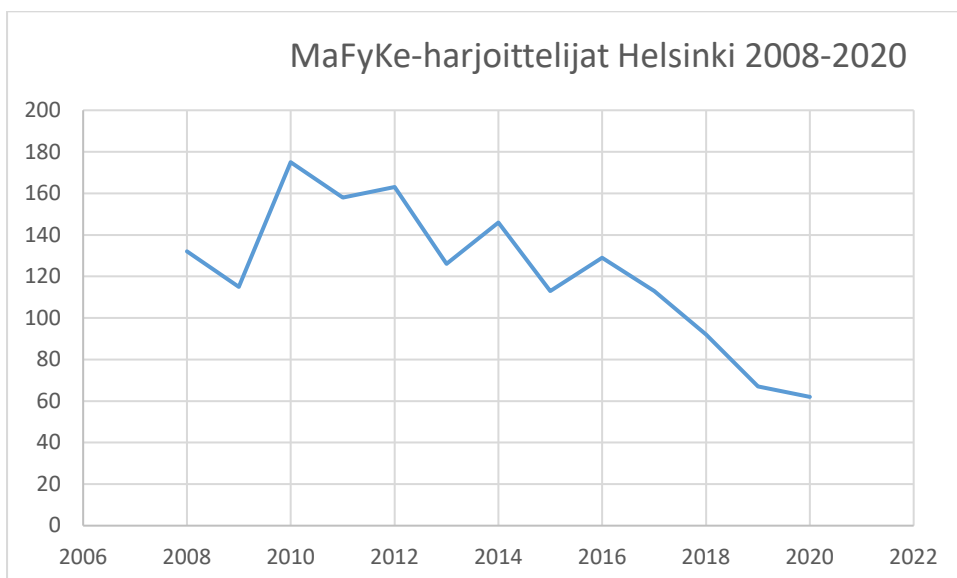
Kuvio 6. MaFyKe-aineenopettajaharjoittelijoiden määrä vuosina 2013–2020 (pois lukien Joensuun yliopisto)

MaFyKe-aineenopettajaharjoittelijoiden määrä vuosittainen määrä oli vuosina 2012–2020 on vaihdellut välillä 155–272 ja ollut keskimäärin 228 vuodessa. Huolestuttavaa on MaFyKe-opetusharjoittelijoiden laskeva trendi. Vuodesta 2017–2018 vuoteen 2020–2021 opetusharjoittelijoiden määrä on laskenut 250:stä 155:een eli prosentuaalisesti harjoittelijoiden määrä on laskenut kyseisellä aikavälillä 38 prosenttia. Joensuun yliopistosta emme saaneet tietoa valmistuneita kuin vuosilta 2018–2020, joten jätimme sen pois koonnista.



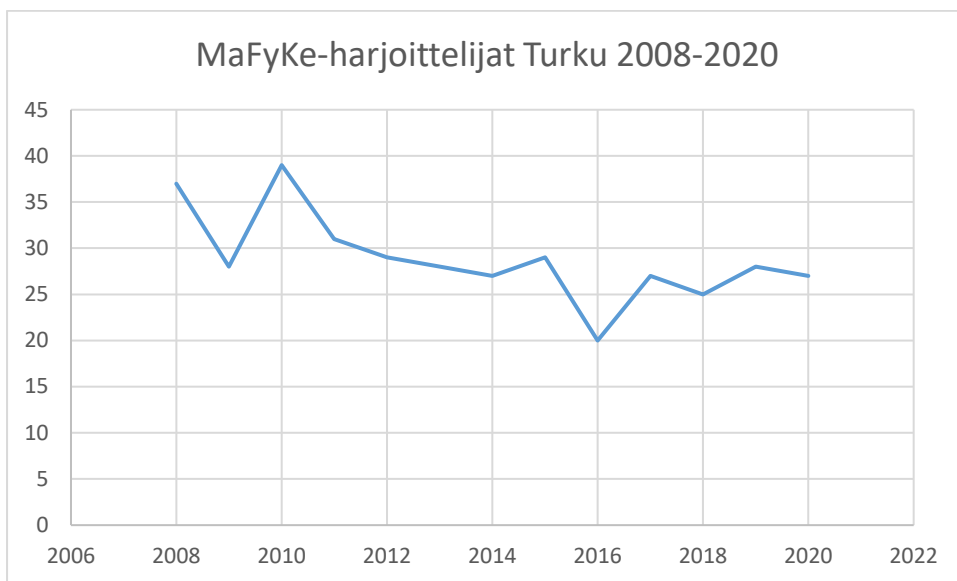
Kuvio 7. MaFyKe-syventävän harjoittelun suorittaneiden määrät vuosina 2005–2020 Jyväskylässä

Jyväskylän yliopiston normaalikoululla MaFyKe aineenopettajan pätevyuden suorittaneiden määrä on ollut laskussa 2010-luvulla. Vuonna 2010 pätevyuden suoritti 64 opiskelijaa, mutta vuonna 2020 vain 17. Toki vuosittaista vaihtelua esiintyy, mutta kuviosta 6 käy kuitenkin ilmi huolestuttava laskeva trendi opetusharjoittelijoiden määrässä.

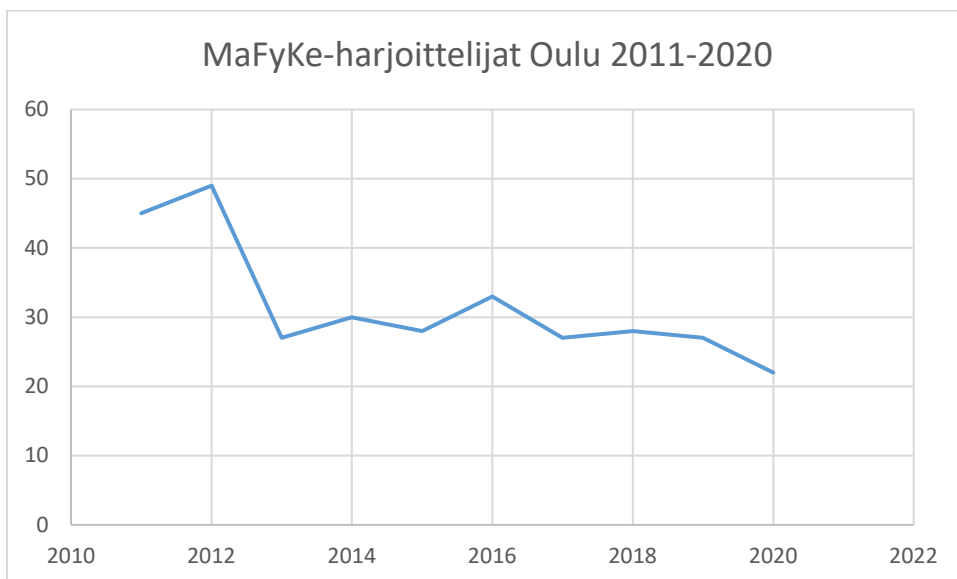


Kuvio 8. MaFyKe-syventävän harjoittelun suorittaneiden määrät vuosina 2008–2020 Helsingissä

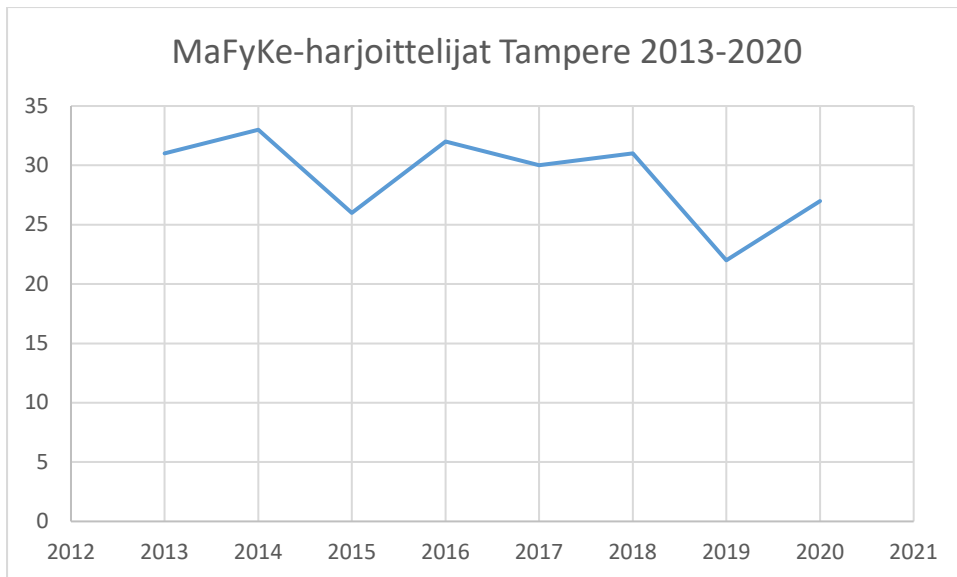
Helsingin yliopisto tuottaa eniten MaFyKe-opettajia Suomessa, ja sielläkin näkyy selkeä lasku MaFyKe-aineenopettajan pätevyyden suorittaneiden harjoittelijoiden määrissä 2010-luvulla. Vuonna 2010 pätevyyden suoritti 175 opiskelijaa, mutta vuonna 2020 vain 62 opetusharjoittelijaa. Jyväskylän ja Helsingin kohdalla harjoittelijoiden määrä on tippunut kymmenessä vuodessa noin kolmasosaan, mikä on huolestuttavaa, sillä ne ovat olleet 2010-luvulla suurimmat MaLu-aineiden opettajien tuottajat.



Kuvio 9. MaFyKe-syventävän harjoittelun suorittaneiden määrät vuosina 2008–2020 Turussa



Kuvio 10. MaFyKe-syventävän harjoittelun suorittaneiden määrät vuosina 2011–2020 Oulussa



Kuvio 11. MaFyKe-syventävän harjoittelun suorittaneiden määrät vuosina 2013–2020 Tampereella

Kuvioista 9–11 käy ilmi, että myös Oulun, Turun ja Tampereen yliopistoissa syventävän MaFyKe-harjoittelun suorittaneiden opiskelijoiden määrät ovat laskeneet 2010-luvulla. Esimerkiksi Oulussa auskultoi vuonna 2012 49 harjoittelijaa, kun vuonna 2020 vastaava luku oli 22. Turussa ja Tampereella prosentuaalinen lasku harjoittelijoiden määrässä ei ole ollut niin merkittävä Jyväskylään, Helsinkiin ja Ouluun verrattuna, mutta laskeva trendi on selkeä. Joensuun yliopistosta saatiin raporttia varten data MaFyKe-harjoittelijoista vain vuosilta 2018–2020. Vuonna 2018 auskultoi 13, vuonna 2019 18 ja vuonna 2020 22 harjoittelijaa. Tänä syksynä tätä raporttia kirjoitettaessa syventävän harjoittelun aloitti vain 5 MaFyKe-harjoittelijaa ja Joensuun normaalikoulun lehtoreiden mukaan laskeva trendi on ollut nähtävissä heilläkin 2010-luvulla.

4. Pohdintaa ja toimenpiteitä asian korjaamiseksi

Tilanne on kehittynyt 2000-luvulla huolestuttavaan suuntaan auskultoineiden MFK-opettajien määrissä. Lukioiden oppilasmäärät ovat laskeneet, ja lisäksi yleinen kiinnostus MFK-aloihin on vähentynyt. MFK-osaamista edellyttäviä koulutuspaikkoja on yliopistoissa enemmän kuin lukioista valmistuvia opiskelijoita, joilla olisi edellytyksiä pärjätä MFK-alan opinnoissa. Muun muassa tämän vuoksi pääsyvaatimuksia on jouduttu helpottamaan, ja samalla aloittavien opiskelijoiden matemaattisen taso on laskenut. Myös yliopisto-opinnoissa MFK-alan opetuksen vaatimustasoa on jouduttu alentamaan. Opiskeluajat ovat pidentyneen

lukiolaisten heikentyneiden matemaattisten valmiuksien vuoksi, ja ensimmäisen vuoden MFK-alojen opiskelijoiden keskeyttämisprosentti on suuri. Syntyvyyden lasku aiheuttaa sen, että tulevaisuudessa MaFyKe-opettajia ei tarvita nykyistä määrää. Kuitenkin opetus- ja kulttuuriministeriön omissakin arvioiden mukaan opettajia pitäisi kouluttaa nykyistä enemmän ainakin vuoteen 2030 asti. Nykyisillä opiskelijamäärillä tavoitteisiin ei päästä MaFyKe-opettajien osalta. Seuraavaksi esitämme toimenpiteitä, joilla voisi toteutua vaikutusta MFK-alan osaaaja- ja opettajapulaan.

MFK-opettajankoulutus tulisi määrätä yliopistoille kansalliseksi erityistehtäväksi, jolle järjestettäisiin erillinen oma tutkintotavoite ja korvamerkitty rahoitus

Opetus- ja kulttuuriministeriön arvioiden mukaan opettajia pitäisi kouluttaa nykyistä enemmän ainakin vuoteen 2030 asti. MFK-opettajien suhteen tavoite on mahdoton nykyisellä järjestelmällä. Yliopistojen perusrahoitus on niukentunut koko 2010-luvun (Yliopiston uutiset 2019). Moni normaalikoulun MFK-aineiden opetusharjoittelua ohjaava lehtori kokee, että uusi yliopistouudistuksen mukanaan tuoma rahoitusmalli, jossa rahoitus perustuu suoritettujen opintopisteiden ja tutkintojen ohella kansainvälisten tutkimusjulkaisujen määrään sekä kilpailemalla hankittuun tutkimusrahoitukseen, ei välttämättä motivoi ainelaitoksia panostamaan resursseja aineenopettajakoulutukseen. Nykyinen malli antaa niukasti rahaa ainelaitoksille opettajakoulutuksen kehittämiseen. MFK-opettajankoulutus tulisikin määrätä yliopistoille kansalliseksi erityistehtäväksi, jolle järjestettäisiin erillinen oma tutkintotavoite ja korvamerkitty rahoitus.

Normaalikoulun ohjaavien MFK-lehtoreiden kokemusten mukaan yliopistojen pedagogiikan lehtoreilla ja didaktikoilla oli aikaisemmin useammin myös käytännön koulukokemusta, mutta nykyään tätä ei välttämättä edellytetä. Monen yliopiston ainelaitoksen opettajalinjan vastuuprofessorin ja didaktikon erityisosaaminen ja tutkimushistoria ei ole varsinaisesti MFK-aineiden didaktiikassa ja pedagogiikassa. Usein heidän työnkuvansa on liitetty yleiseen kasvatustieteeseen, eikä oma tutkimushistoria välttämättä liity MFK-aineiden oppimisen tai opetuksen tutkimiseen. Tutkintotavoitteeseen sidotulla korvamerkityllä rahoituksella voitaisiin muun muassa palkata lehtoreita ja professoreita, joiden työpanos kohdistuisi enemmän opettajakoulutuksen tutkimusperusteiseen kehittämiseen ja luonnontieteiden pedagogiikan ja didaktiikan tutkimiseen.

Digitalisaation myötä vertaisarvioitujen luonnontieteiden oppimista ja opetusta koskevien tutkimusten määrä on noussut merkittävästi. Tulevilla opettajilla tulisi olla

ajankohtaisin tieto, miten luonnontieteiden oppimista voidaan tutkitusti edistää. Nykyisin MaFyKe-ainelaitosten vastuuprofessoreilla ja didaktikoilla ei välttämättä ole aikaa perehtyä uusimpiin tutkimuksiin, tai ainakaan tieto ei välity normaalikoulujen ohjaaville lehtoreille heidän kokemuksensa mukaan. Miten voidaan toteuttaa ohjattua harjoittelua tutkimusperusteisesti, mikäli ohjaavilla lehtoreilla ei ole uusinta tietoa esimerkiksi eri opetusmenetelmien vaikuttavuudesta oppimiseen? Välittykö nykyisille MaFyKe-opettajiksi opiskeleville käsitys, minkälaista modernin luonnontieteiden tulisi tutkimusten mukaan olla?

Korvamerkityllä rahoituksella saataisiin myös resursseja lisää yliopistojen MaFyKe-ainelaitosten, OKL:n ja normaalikoulujen kolmikantayhteistyön kehittämiseen. Kolmikannassa pitäisi tuottaa uusi MaLu-opettajalinjan opetussuunnitelma/ohjelma, jossa jokaisen toimijan vahvuudet yhdistettäisiin toimivaksi opintopoluksi opiskelijan ensimmäisestä päivästä lähtien. Opetus/oppiminen tapahtuisi sujuvammin laitosrajat ylittävästi, ja kukin opintokokonaisuus toteutettaisiin asiantuntijasidonnaisesti eikä laitossidonnaisesti. Tällä hetkellä moni MaFyKe-opettajaksi opiskeleva usein kokee sukuloivansa eri laitosten välillä pyrkien löytämään/muodostamaan opintonsa vain saadakseen riittävän määrän opintopisteitä erilaisiin tukiin, riippumatta onko kaikesta mitään erityistä hyötyä tai löytääkö hän syy-seuraus-suhteita eri kurssien välille.

Nuorten kiinnostuksen herättäminen luonnontieteiden opiskelua kohtaan uusilla työtavoilla ja pedagogiikalla.

Suomalaisten nuorten kiinnostus luonnontieteiden opiskelua kohtaan on ollut viime vuosina PISA-tutkimusten mukaan laskussa. Vuodesta 2006 vuoteen 2018 on PISA-tutkimuksen luonnontieteiden pistekeskiarvo laskenut tasaisesti, ja erityisen huolestuttavaa on poikien osaamisen heikkeneminen ja motivaation puute (PISA 2018). Vielä vuonna 2010 suomalaiset pojat kokivat perinteiset luonnontieteiden opetusmenetelmät, kuten opettajajohtaisen opetuksen, tehtävien itsenäisen ratkomisen, kirjan lukemisen ja perinteiset luokkahuoneessa tehdyt oppilastyöt mielekkäimmiksi työtavoiksi opiskella luonnontieteitä (Juuti ym. 2010). Nykyään onkin syytä pohtia, mitkä ympäröivässä yhteiskunnassa tai koulussa tapahtuneet muutokset ovat johtaneet siihen, että perinteinen tapa opiskella luonnontieteitä ei enää kiinnosta nuoria samalla tavalla kuin aiemmin.

Ihminen on pohjimmiltaan utelias ja leikkisä, *homo ludens*, jota motivoivat uudet haasteet. Onnistuuko nykykoulu herättämään oppilaissa asuvan ”leikkivän ihmisen” henkiin?

Nykynuoret viettävät aikaansa digitaalisissa ympäristöissä ja saavat sieltä elämyksiä ja virikkeitä, joiden kanssa koulun on vaikea kilpailla viihdyttävyydessä. Nykyiset opetussuunnitelmat ja sen myötä nykyinen tiedeopetus eivät enää kaikilta osin vastaa nykypäivän oppilaiden maailmankuvaa ja heidän arkitodellisuuttaan. Tämä kuilu saattaa vaikuttaa oppilaiden opiskelumotivaatioon ja kouluviihtyvyyteen, elleivät koulun pedagogiset käytänteet pysy ajan tasalla ja kykene vastaamaan nykyajan haasteisiin. Edelleenkin suurin osa fysiikan oppikirjojen kokeellisista töistä perustuu luokassa pulpetin vieressä istuen tehtäviin perinteisiin oppilastöihin, jolloin nuoren saattaa olla vaikea löytää oppilastöiden mielekästä yhteyttä omaan arkeensa. Nykyisen teknologian, älypuhelimien, tablettien ja älykellojen avulla opetus voidaan viedä helposti luokkahuoneen ulkopuolelle aitoon kontekstiin. Fysiikan ilmiöitä voidaan mitata esimerkiksi oppilaan kehosta tai urheilusuorituksesta, jolloin se voidaan linkittää paremmin esimerkiksi nuoren urheiluharrastukseen. Moilasan väitöstutkimus (Moilanen 2020) osoitti, että fysiikan opiskelu luokkahuoneen ulkopuolella oman kehon liikettä uuden teknologian avulla mitaten lisäsi nuorten kiinnostusta opiskeluun. Nuoria motivoivia luonnontieteiden työtapoja täytyykin kehittää tutkimusperusteisesti, jotta nuorten kiinnostus luonnontieteiden oppimiseen saataisiin elvytettyä.

Näyttää siltä, että matematiikan pakollisuus ylioppilaskirjoituksissa tai säädökset eivät ole auttaneet osajapulaan MFK-aloilla. Tutkimuksista tiedetään, että pakko toimii huonosti innostuksen ja sisäisen motivaation synnyttäjänä. Matemaattisten osaamisen tason eriytyminen tapahtuu jo alakoulussa (Metsämuuronen 2017). Kysymys on ennen kaikkea siitä, miten saadaan lapsi ja nuori innostumaan luonnontieteistä jo varhaisessa vaiheessa sekä näkemään luonnontieteiden opiskelun hyödyt. Voitaisiinko Suomen koulutusjärjestelmään rakentaa mallia, jossa pätevät ja omasta alastaan innostuneet MFK-aineenopettajat ottaisivat suuremman vastuun myös alakoulun MaLu-opetuksesta ja lasten innostamisesta luonnontieteiden opiskeluun?

Viime aikoina tehdyissä kyselyissä noussut huoli opettajien työssäjaksamisesta ja uupumisesta on syytä ottaa tosissaan. Pitäisi analysoida tarkasti, mikä nykyisessä järjestelmässä kuormittaa opettajia ja aiheuttaa uupumista sekä selvityksen perusteella ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin. Useat opettajat kokevat, että uusien kehitysriihien ja -ideoiden sijaan lähdeittäisiinkin karsimaan nykyisistä aineksista turhat rönsyt pois ja etsittäisiin olennaisin oppimisen ja hyvinvoinnin näkökulmasta. Hyvinvoiva opettaja jaksaa innostaa myös oppilaitaan. Opettajan innostuksella sekä pedagogisella otteella on suuri merkitys sille, miten lapsi ja nuori suhtautuu matematiikan ja luonnontieteiden opiskeluun. Becker (2014) ym.

mukaan opettajan innostuneisuudella on suurempi vaikutus oppilaiden oppimiseen kuin millään muulla pedagogisella käyttäytymisellä.

Digiloikan kriittinen tarkastelu. ”Vanhan” pedagogiikan ja uutta teknologiaa hyödyntävän pedagogiikan välisen balanssin löytäminen

Matemaattisten aineiden menestyksekkäs opiskelu vaati sinnikästä, keskittynyttä ja pitkäjänteistä työskentelyä. Yksi nykyajan haaste on se, että keskittyminen ja kyky pitkäjänteiseen työskentelyyn on yhä useammalle vaikeaa. Vuonna 2007 saapuivat markkinoille ensimmäiset iPhone-puhelimet, ja sen jälkeen yhteiskunnan ja koulujen digitalisaatio on edennyt kiihtyvällä vauhdilla. Älypuhelimet, tabletit ja kannettavat tietokoneet ovat nykyään osa koulun arkea, ja niiden ympärille on luotu lukuisia toimivia pedagogisia ratkaisuja, jotka voivat tutkitusti edistää oppimista ja vaikuttaa oppimiskokemukseen positiivisesti. Toisaalta PISA-tutkimuksista käy ilmi, että luonnontieteiden ja matematiikan osaamisen lasku käynnistyi vuonna 2007 ja jatkuu edelleen (PISA 2018). Nykyään nähdään myös, että digitalisaatio on vaikuttanut useiden oppimisen, kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin ja keskittymiskyvyn kannalta keskeisten mittareiden heikkenemiseen. Nykyään vain kolmannes nuorista liikkuu suositusten mukaisen määrän päivässä (Kokko & Martin 2019). Nuorten mielenterveyteen liittyvät diagnoosit ovat olleet kasvussa viime vuosina (THL 2021). Myös suomalaisten nuorten ja aikuisten unen määrä on laskussa, ja unen laatu on heikentynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana. Myös lasten ja nuorten kestävyyskunto on huolestuttavassa laskussa (Sääkslahti 2020). Hyvä kestävyyskunto korreloi usein sydän- ja verisuonielimistön terveyteen. Kouluterveyskyselyiden mukaan yhä useampi nuori tulee kouluun syömättä aamupalaa ja jättää myös kouluruuan syömättä. Huolestuttavaa on myös viimeaikaisten selvitysten mukaan lisääntynyt lukiolaisten koulu-uupumus ja stressi (THL 2021).

Oppiminen on kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin sivutuote. Nykyisen kognitiivis-neurotieteellisen-tutkimuksen valossa tiedetäänkin, että uni, liikunta ja laadukas ravinto vaikuttavat oppimisen ja mielialan kannalta keskeisten neurokemikaalien syntymiseen aivoissa sekä niiden kautta keskittymiseen ja tarkkavaisuuteen (Moilanen 2020).

Myös lisääntynyt ruutu-aika saattaa osaltaan vaikuttaa PISA-tulosten laskuun matemaattisissa aineissa. Usean nuoren kohdalla sosiaalinen media täyttää vapaa-ajan ja häiritsee keskittymistä koulutyöhön. Vuonna 2020 ilmestyneen tutkimuksen mukaan

esimerkiksi keski-suomalaiset lukiolaiset viettävät arkipäivinä keskimäärin 4–6 tuntia erilaisten älypuhelinsovellusten, pääosin sosiaalisen median parissa (Lahti ym. 2020).

Älypuhelimien haaste on niiden tarjoama välitön mielihyvä, ”dopamine-hit.” Valitettavasti lukeminen, matematiikan ja fysiikan läksyjen tekeminen tai mikä tahansa ponnistelua vaativa nuoren tulevaisuutta rakentava ”hyödyllinen” tekeminen ei pysty viihdyttävyydessään kilpailemaan kännyköiden kanssa. Ponnistelua vaativissa toiminnoissa mielihyvä tulee usein viiveellä ponnistelun tuloksena. Moni asiantuntija nostaakin nykyajan ongelmaksi sen, että keskittyminen ja kyky pitkäjänteiseen ”tylsään” työskentelyyn on yhä useammalla hukassa (Huotilainen 2019). Muun muassa koulutuspolitiikan professori Pasi Sahlbergin mukaan paras tapa saada PISA-tulokset nousuun on hillitä nuorten älypuhelimien käyttöä ja lisätä unta.

”Digiloikka” ja ylioppilaskirjoitusuudistus on vaikuttanut siihen, että kouluissa on siirrytty entistä vahvemmin kynä/paperi-pedagogiikasta kohti digitaalisia oppimateriaaleja ja työkaluja. Digimateriaaleilla ja työkaluilla on toki tutkimuksillakin osoitettuja hyötyjä, mutta toisaalta myös haittoja, joita pitää pystyä tarkastelemaan kriittisesti. Monessa maassa, esimerkiksi Yhdysvalloissa useassa Piilaakson teknoväen suosimissa koulussa, suositaan jopa ruutuvapaata opetusta. Suomessakin TVT:tä hyödyntävät opetusmenetelmät tulisi ottaa kriittiseen tarkasteluun. TVT:tä tulee käyttää apuvälineenä opetuksessa vain silloin kun se on pedagogisesti järkevää. Matemaattisissa aineissa on tärkeää käyttää opetusmenetelmiä, jotka parhaiten tukevat asian ymmärtämistä, oppimista ja matemaattisen ajattelun kehittymistä. Tämänhetkisen tutkimustiedon valossa näyttää siltä, ettei tietokoneiden käyttö kouluissa tai kotona paranna lukutaidon tai luonnontieteiden oppimista. Lukuisat tutkimukset (mm. Frangou 2020) osoittavat, että käsin kirjoittaneet oppivat paremmin kuin oppilaat, jotka ovat kirjoittaneet tekstit koneella/tabletilla. Voidaan kriittisesti kysyä, onko digiloikka parantanut loogis-matemaattisen ajattelun tasoa kouluissa?

Nykyisin käytössä olevien lukion opetussuunnitelmien oppisisällöt ovat keventyneet, eivätkä esimerkiksi fysiikan ylioppilastehtävät enää vaadi samanlaista matemaattista osaamista kuin 1990- ja 2000-luvuilla. Useat yliopiston professorit, lehtorit ja normaalikoulujen ohjaavat lehtorit kokevat, etteivät tänä päivänä yliopistoissa aloittavien MFK-opiskelijoiden matemaattiset valmiudet ole samalla tasolla kuin esimerkiksi 20 vuotta sitten. Yliopistossa ei riitä, että osaa ratkaista yhtälön abiitti-työkalun kaavaeditorilla/solverilla, vaan tehtävissä vaaditaan syvempää matemaattista ymmärtämistä. Näyttääkin siltä, että yliopisto- ja lukiopedagogiikan sekä oppisisältöjen välinen kuilu on kasvanut viimeisimpien opetussuunnitelma- ja ylioppilaskirjoitusuudistuksen vuoksi. Tämä voi osaltaan selittää varsin

korkeaa keskeyttämisprosenttia MFK-aloilla. Yliopistopedagogiikka perustuu MFK-aloilla peruskursseilla edelleenkin kynä-paperi pedagogiikkaan, jossa laskuharjoituksia lasketaan kynällä ja paperilla. Näillä kursseilla abiitti-työkalujen käytöstä ei ole hyötyä. Yo-kirjoitukset ohjaavat lukioissa matemaattisissa aineissa käytettävää didaktiikkaa/pedagogiikkaa ja digityökalujen opetteluun käytetään nykyään paljon aikaa. Valitettavasti abiittikaavaeditorien hyödyntäminen ei kuitenkaan auta yliopisto-opinnoissa MFK-aloilla.

Näyttää siltä, että ylioppilaskirjoitusuudistus ja lukion digitalisoituminen hyödyttävät toisia aloja paremmin kuin toisia. Useilla teknisillä aloilla riittää, että esimerkiksi laskukaavan osaa mekaanisesti ratkaista ilman syvempää matemaattista ymmärrystä. Vastaavasti yliopistojen MaFyKe-ainelaitoksia uudistus ei välttämättä palvele. Uudistuneet peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmat korostavat yhä enemmän niin kutsuttujen 2000-luvun työelämätaitojen opettelua. Tämä ei näy välttämättä MaFyKe-ainelaitosten opetuksen järjestelyissä, mikä selittänee osaltaan suurta MaFyKe-opiskelijoiden keskeyttämisprosenttia. Lukion ja yliopiston tulisi käydä tiiviimpää vuoropuhelua keskenään, jotta lukion ja jatko-opintojen välistä kuilua saataisiin kavennetuksi ja keskeyttämisprosenttia pienemmäksi. Yliopistomaailmassa tulisi ymmärtää, että yliopistomatematiikka on hyvin erilaista kuin lukiomatematiikka. Pitäisikö MFK-yliopisto-opintojen siirtyä opetusjärjestelyissä kohti lukiopedagogiikkaa, jossa hyödynnetään monipuolisia ja vaihtelevia työtapoja sekä käytetään yhä enemmän aikaa digityökalujen ja nk. 2000-luvun taitojen opiskeluun? Vai pitäisikö lukiossa vähentää kaavaeditorien käyttöä ja siirtyä teknologian edistyessä käyttämään esimerkiksi piirtolevyjä/piirtokynää+tabletteja, jolloin kynä/paperi-pedagogiikan ja digitaalisaation hyötyjä voitaisiin yhdistää. Myös ikäluokkien pieneneminen aiheuttaa luonnollista pienenemistä MFK-aloille hakeutuvien määrissä.

Opiskelijavalintauudistuksen jälkeen MFK-ala ei pysty kilpailemaan parhaista lukion MKF-osaajista

Opiskelijavalintauudistuksen myötä vuodesta 2020 lähtien yli 50 % kolmannen asteen opiskelupaikoista jaetaan suoraan arvosanojen perusteella ilman tarvetta osallistua erilliseen valintakokeeseen. Opiskelijavalintauudistuksen tavoitteena on ollut sujuvoittaa korkeakoulutukseen siirtymistä ja tehostaa opiskelupaikkojen kohdentumista. Uusi valintasysteemi kannustaa nuoria suuntaamaan heti suoraan ensisijaiseen opiskelupaikkaan. Moni opettaja on kuitenkin sitä mieltä, että todistusvalinta uhkaa lukion yleissivistävyyttä ja lisää lukiolaisten kuormittuneisuutta ja uupumusta (THL 2021).

Uudistuksen jälkeen eniten pisteitä saa pitkistä matematiikasta ja reaaliaineista fysiikasta. Nykyään lukion parhaat luonnontieteilijät usein saavatkin valita opiskelupaikan ilman pääsykokeita. Ikäluokkien pienentyessä pitkän matematiikan/luonnontieteiden lukijoista on entistä kovempi kilpailu. Matemaattisten alojen opiskelupaikkoja on tarjolla jopa enemmän kuin halukkaita. Yliopistojen matemaattisten aineiden opettajan koulutus ei pärjää kilpailussa suosituille aloille (lääketieteellinen, oikeustieteellinen, kauppatieteellinen), vaan lukioiden parhaat MFK-osaajat hakeutuvat usein edellä mainituille aloille. Korkeakoulujen opiskelijavalintauudistukset ovat johtaneet siihen, että houkuttelevimmat alat saavat lukioiden parhaat MaFyKe-osaajat. Esimerkiksi jos kirjoittaa matematiikasta, fysiikasta ja kemiasta laudaturin, pääsee todennäköisesti haluamalleen alalle ilman yliopistojen pääsykokeita.

Yo-kirjoitukset ovat muuttuneet taktikoinniksi opiskelijavalintauudistuksen myötä. Nykyisessä järjestelmässä kakkos- tai kolmosvaihtoehdon opiskelupaikkaa ei välttämättä kannata ottaa vastaan, vaan suosituille aloille pyrkivät nuoret jäävät usein korottamaan yo-arvosanoja eivätkä hakeudu yliopistoihin kakkos/kolmosvaihtoehtoihin. Aikaisemmin esimerkiksi lääketieteelliseen pyrkivä nuori saattoi tulla yliopistoon lukemaan aluksi esimerkiksi fysiikkaa ja kemiaa, jonne pääsi usein helposti yo-todistuksella. Osa näistä nuorista saattoi jäädä MFK-alalle ja jopa myöhemmin suunnata MFK-opettajaksi. Nykyjärjestelmässä tällainen on harvinaista. Ennen saattoi prepata lääketieteelliseen paitsi valmennuskursseilla myös opiskelemalla yliopistoissa MaFyKe-aloja. Syksystä 2019 lähtien yo-kokeita on saanut uusia rajattomasti. Niinpä ne nuoret, jotka eivät pääse haluamalleen alalle yo-todistuksen perusteella ensimmäisellä yrittämällä, keskittyvätkin usein korottamaan yo-arvosanojaan eivätkä välttämättä ota kakkos- tai kolmospaikkaa vastaan. Ensikertalaiskiintiötä ja opiskelijauudistusta pitäisi kehittää siten, että lukiolaiselle olisi kannattavaa ottaa myös ei-ensisijainen paikka vastaan.

Toisaalta MaFyKe-ainelaitokset eivät ole onnistuneet alojensa brändäämisessä. Ammatilliset nimikkeet diplomi-insinööri, lääkäri, ekonomi tai lakimies ovat vetovoimaisempia kuin esimerkiksi fyysikko tai matematiikan opettaja. Myös MaFyKe-opettajien palkkakehitys on jäänyt jälkeen lääkärin ja lakimiehen palkoista. OAJ:n taloustutkimuksella teettämän tutkimuksen mukaan opetus- ja tutkimushenkilöstö on kansan mielestä lääkäreiden ohella tärkein ammattiryhmä Suomen tulevaisuuden kannalta. Yli 90 prosenttia suomalaisista arvostaa opettajaa paljon tai erittäin paljon (OAJ 2021). Valitettavasti opettajien arvostus ei näy palkassa.

Myös media nostaa usein esille negatiivisia juttuja opettajuudesta, haastavista nuorista ja vanhemmista sekä työn kuormittavuudesta. Tämä ei voi olla vaikuttamatta nuoriin, jotka ovat

herkässä iässä tekemässä ammatinvalintoja. Monet opettajat kokevat, että uudistustahti (opetussuunnitelmauudistukset, oppivelvollisuuden laajentaminen ja korkeakoulujen opiskelijavalintauudistukset) on liian kova ja että uudistukset lisäävät työtaakkaa ja vaikuttavat sekä opettajien, että oppilaiden hyvinvointiin kielteisesti. Moni MFK-alan opiskelija voi kokea, ettei opettajan työn kasvava haastekerroin ja lisääntynyt työmäärä näy palkassa, ja hakeutuu sen vuoksi muille aloille.

Lopuksi

Raportti osoittaa, että mikäli 2010-luvun laskeva trendi jatkuu, MFK-alan opettajien ja osaajien määrä tulevaisuudessa on vaarassa laskea tasolle, joka voi vaikuttaa Suomen kilpailukykyyn usealla kriittisellä alalla. Huolestuttavaa on myös se, että tällä hetkellä mikään tahon ei tuota päättäjille luotettavia reaaliaikaisia tilastoja valmistuvien MFK-alan opettajien määristä. Ongelman ratkaisemiseksi ei ole yksinkertaisia ratkaisuja, mutta raportti pyrkii tarjoamaan päätöksenteon tueksi joitakin ratkaisuehdotuksia. Syitä MFK-alan opettajakatoon pitäisi tutkia perusteellisesti. Yksi vaihtoehto voisi olla lähteä tutkimaan MFK-alan opettajakatkon juurisyytä kysymällä lukiolaisilta ja matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijoilta, miksi heitä ei houkuta opettajan ura? Tutkimuksen avulla voitaisiin lähteä kehittämään ja markkinoimaan opettajuutta uudesta näkökulmasta.

Lähteet

Aalto-Setälä, T., Suvisaari, J., Appelqvist-Schmidlechner, K., & Kiviruusu, O. 2021. *Pandemia ja nuorten mielenterveys: Kouluterveyskysely 2021*.

Becker, E. S., Goetz, T., Morger, V. & Ranellucci, J. 2014. The importance of teachers' emotions and instructional behavior for their students' emotions. An experience sampling analysis. *Teaching and Teacher Education* 43, 15-26.

Frangou, S. M. 2020. *Write to recall. An embodied knowledge construction model of affects in writing*.

Juuti, K., Lavonen, J., Uitto, A., Byman, R. & Meisalo, V. 2010. Science teaching methods preferred by grade 9 students in Finland. *International Journal of Science and Mathematics Education* 8 (4), 611–632.

Kokko, S. & Martin, L. 2019. Lasten ja nuorten liikuntakäyttäytyminen Suomessa. LIITU-tutkimuksen tuloksia vuodelta 2018. Valtion liikuntaneuvoston julkaisuja 2019:1.

Korppas, M. 2008. Aineenopettajakoulutuksen nykytila ja kehittämistarpeet. AINO-hankkeen loppuraportti 2008.

Kannisto, E. 2018. Koulutuksen tutkimuslaitos. Opettajaennakointi 2025 Peruskoulun, lukion ja 2. asteen ammattikoulujen tulevaisuuden opettajamäärien arviointia vuoteen 2025. PDF-raportti. Ei vielä saatavilla julkisesti.

Lahti, J., Pietilä, J., & Palomäki, S. 2020. Viekö älypuhelin aikaa liikunnalta? Nuorten älypuhelimien käytön ja fyysisen aktiivisuuden yhteydet. *Liikunta ja tiede*, 57(4).

Manner, M. 2021. Tilastotieto opettajista menee metsään. *Opettaja* 20, 14–17.

Nissinen, K., & Välijärvi, J. 2011. Opettaja- ja opettajankoulutustarpeiden ennakoinnin tuloksia. Tutkimusselosteita/Koulutuksen tutkimuslaitos, (43).

PISA 2018. PISA 2018 ensituloksia. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-263-678-2>. Viitattu 1.12.2021.

Metsämuuronen, J. 2017. *Oppia ikä kaikki. Matemaattinen osaaminen toisen asteen koulutuksen lopussa 2015*. Helsinki: Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisut, 1, 2017.

Moilanen, H. 2020. Kehon hyödyntämisen mahdollisuudet luonnontieteiden oppimisessa. JYU dissertations 331.

OAJ 2021. Taloustutkimus: Kansa arvostaa opettajia – päättäjiltä kaivataan arvostustekoja. Saatavilla osoitteessa: <https://www.oaj.fi/ajankohtaista/uutiset-ja-tiedotteet/2021/taloustutkimus-oaj-kansalaiskysely-arvostus/> Viitattu 1.12.2021.

Sääkslahti, A. 2020. Move! kartuttaa arvokasta trenditietoa. *Liikunta ja tiede* 57(1).

Teknologiaateollisuus 2021. Teknologiaateollisuuden selvitys. Saatavilla osoitteessa: <https://teknologiaateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/tiedote/selvitys-teknologiaateollisuus-tarvitsee-10-vuoden-sisalla-130-000-uutta> Viitattu 1.12.2021.

THL 2021. Finnish National Institute for Health and Welfare Kouluterveyskyselyn tulokset 2019. Saatavilla osoitteessa: <https://www.thl.fi/fi/web/lapset-nuoret-ja-perheet/tutkimustuloksia>. Viitattu: 1.12.2021.

Yliopiston uutiset 2019. Suomen menestys riippuu osaamisesta. Saatavilla osoitteessa: <https://www.jyu.fi/fi/ajankohtaista/arkisto/2019/03/suomen-menestys-riippuu-osaamisesta>. Viitattu 1.12.2021

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu
No. 91/2021

ISBN 978-951-39-8971-2 (nid.)
ISBN 978-951-39-8972-9 (verkojulkaisu)



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO