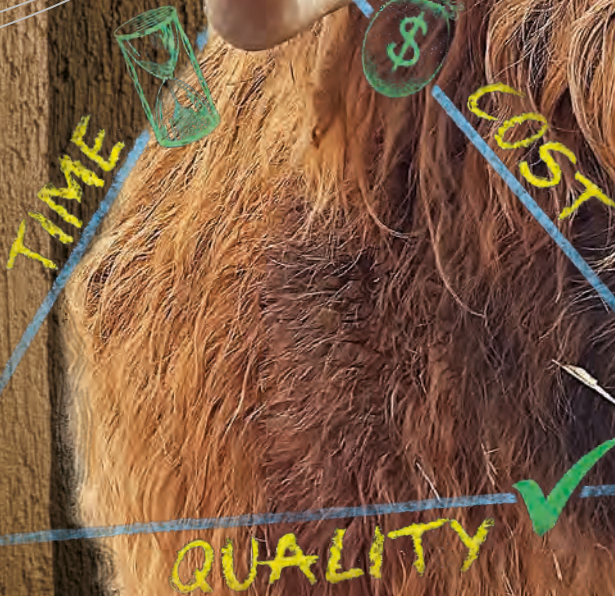


# HÄRKÄÄ SARVISTA

Matematiikan

$$1 + 2 = 4$$

osaaminen nousuun.







# HÄRKÄÄ SARVISTA

Matematiikan osaaminen nousuun



**{MAL}**

**MAL**

**HÄRKÄÄ SARVISTA**

*Matematiikan osaaminen nousuun*

*1. painos 2024*

*ISBN 978-952-94-9153-7 (sähköinen)*

*ISBN 978-952-94-9252-7 (painettu)*

*Kustantaja: MAL*

*Taitto: Sivupainajainen Kirsi Pääskyvuori*



**HÄRKÄÄ SARVISTA**  
**MATEMATIIKAN**  
**OSAAMINEN NOUSUUN**

Toimittaneet Esko Juuso, Piia Haapsaari ja Martti Annanmäki  
MAL [Matemaattis-luonnontieteellisten Alojen akateemiset ry]

Johdanto *Esko Juuso, Piia Haapsaari, Martti Annanmäki* 9

---

## **OSA I: OPPIMISEN JA OPETTAMISEN HAASTEITA** 11

Kansliapäällikkö Anita Lehikoisen haastattelu Rauman seminaarissa *Martti Annanmäki* 12

Koulutuksen ja työn tulevaisuus *Pilvi Torsti* 14

Kansallinen LUMA-strategia: Matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kehittämisen ohjenuora *Leena Pöntynen* 20

Tiede kuuluu kaikille!  
LUMA-keskus Suomi -verkoston toimenpiteet *Maija Aksela, Oona Kiviluoto, Jan Lundell* 22

Näkökulmia kentältä - miten paikataan valuvikoja? *Piia Haapsaari* 24  
Ongelmia jotka tulisi ratkaista 32

Lukema-verkosto on lukion matematiikan ja luonnontieteiden kehittämisverkosto *Kirsi-Maria Vakkilainen* 34

Opetuksen kehittäminen on avainasemassa kestävässä kehityksessä *Esko Juuso* 36

---

## **OSA II: SEMINAARISARJA** 41

**Varhaiskasvatus ja alakoulu** 43

Seminaarisarjan lähtölaukaus Oulusta *Piia Hapsaari* 44

Matikkalaseilla joustavaa matematiikkaa löytyy kaikkialta *Minna Hannula-Sormunen* 46

Matematiikan oppimisvaikeudet ja alhainen perustaitojen hallinta - taitojen hierarkkisuuden ymmärtämisen, tuen oikeanlaisen kohdentamisen ja systemaattisuuden tärkeys *Tuire Koponen* 48

Matematiikan oppiminen on tiedon yhteistä rakentelua *Päivi Perkkilä* 50

Matematiikan opetus tarvitsee totaalisen remontin *Pekka Peura* 53



<b>Matematiikan kouluopetuksen seminaari, yläkoulu</b>	<b>57</b>
Matemaattisten aineiden kouluopetuksen seminaari <i>Tuula Havonen</i>	58
Tampereen seminaarin nuorten etkott <i>Tuula Havonen</i>	60
Tampereen paneelikeskustelu, aiheena matematiikan osaaminen <i>Martti Annanmäki</i>	62
<b>Takaisin Pisan huipulle, lukio</b>	<b>69</b>
Miten kasvattaa Matikkaheimoa? <i>Martti Annanmäki</i>	70
Tulevaisuuden työelämän koulutustarpeet <i>Esko Juuso</i>	77
<b>Seminaari Suomi areenalla Porissa</b>	<b>81</b>
Kaipaako matikka tiktokkia vai karttakeppiä? - Suomi Areenalla pohdittiin keinoja lisätä matematiikan osaamista <i>Esko Juuso</i>	82

---

### **OSA III: MATEMATIIKAN OPPIMISALUSTAT** **89**

Matematiikan ja luonnontieteiden opetus modernisoituu - digitaaliset työkalut opettajan avuksi <i>Jukka Hiltunen, Konsta Karioja, Juha Alatalo, Lassi Korhonen</i>	90
MAOL <sup>2</sup> : Ketterä oppimisalusta matemaattisten aineiden opetukseen <i>Inkeri Tuomela</i>	94
ViLLE: sähköistä matikkaa yläkoulussa <i>Pekka Räsänen, Einari Kurvinen, Erkki Kaila, Aleksi Hermonen, Joonas Meri, Juhani Kolu, Arto Kortelainen, Sonja Julkunen, Mikko-Jussi Laakso</i>	96
eMathStudio <i>Petri Salmela, Barbro Back, Ida Rönnlund, Ralph-Johan Back</i>	116
TOMA-tukiopetushanke yläkouluun ja toisen asteen alkuun <i>Virpi Mikkonen</i>	122
Sähköiset oppimateriaalit uudistavat opetusta ja oppimista <i>Miikka Salavuo</i>	128

---

### **OSA IV: EHDOTUKSIA JA SUOSITUKSIA** **135**

Ehdotuksia ja suosituksia	136
---------------------------	-----

---

### **YHTEENVETO** **143**

Seminaarisarja näyttää tietä matematiikan osaamisen nousuun <i>Esko Juuso</i>	144
Seminaarisarjaa tukevat	





# JOHDANTO

10.3.2024

**M**AL (Matemaattis-luonnontieteellisten Aojen akateemiset ry.) käynnisti yhteistyössä MAOLin (Matemaattisten aineiden opettajien liitto ry.) kanssa seminaarisarjan, jonka tavoitteena on kehittää matematiikan kouluopetusta ja tunnistaa keinoja, joilla lisätään koululaisten kiinnostusta matematiikkaan.

Yliopistoissa ja yrityksissä ja noussut huoli matematiikan ja luonnontieteiden oppimistason heikentymisestä maamme kouluissa. Pisa-tuloksien heikentymisen lisäksi ongelmia havaitaan monella tavalla jo kouluopetuksen eri vaiheissa: nuoret eivät kiinnostu matemaattisista aineista, pitkäjänteinen ajattelu ei innosta, lukiolaiset kokevat matemaattiset aineet haastaviksi, korkeakouluissa aloittavilla ei ole tarpeellisia matemaattisia taitoja, yliopistoissa joudutaan antamaan tukiopetusta riittävän aloitustason saavuttamiseksi.

Seminaarisarja eteni vaiheittain. Kiinnostuksen herättäminen matematiikkaan ja luonnontieteisiin alkaa jo varhaiskasvatuksessa ja alakoulussa. Yläkoulussa on haasteena motivaation säilyttäminen. Lukio antaa valmiuksia ymmärtää ja soveltaa matemaattisesti esitettyä tietoa. Lukiossa ongelmana ovat useat kilpailevat kiinnostuksen kohteet.

Ensimmäisessä, Oulussa pidetyssä seminaarisessa 11.10.2022 painotus oli vuorovaikutuksellisissa materiaaleissa, joilla pyritään herättämään kiinnostus matematiikkaan varhaiskasvatuksessa ja ala-asteella. Seminaarin ohjelman suunnitteli **Piia Haapsaari**, joka myös toimi tilaisuudessa juontajana.

Toinen, Tampereella 29.3.2023 järjestetty seminaari painottui yläkoulun matematiikan, fysiikan, kemian, tietotekniikan ja yritys yhteistyön näkökulmaan. Seminaarilla haluttiin tuoda esille toisaalta matemaattisten aineiden opetukseen liittyviä haasteita, mutta myös yritys yhteistyöhön liittyviä toimintamalleja. Seminaarin ohjelman suunnitte-

li **Tuula Havonen**, joka myös toimi tilaisuudessa juontajana.

Kolmas, Raumalla 15.6.2023 järjestetty seminaari käsitteli matemaattis-luonnontieteellisten osajien tarvetta Suomessa, erityisesti vihreän siirtymän ja kiertotalouden lisäessä osajapulaa. Asiantuntijaraati etsi ja löysi ratkaisuja Suomen koulutusongelmiin. Opetus- ja kulttuuriministeriön kansliapäällikkö **Anita Lehikoinen** halusi lisätä ”huokoisuutta” opetukseen, eli aikaa ajatella ja omaksua asioita. Seminaarin ohjelman suunnitteli **Jan Eronen**, joka myös toimi tilaisuudessa juontajana.

Neljäs, Porissa 29.6.2023 järjestetyssä seminaarisessa painotuksena oli matemaattis-luonnontieteellisen ajattelun edistäminen yleistiedon monipuolistumisessa ja yhteiskunnallisessa vaikuttamisessa. Keskustelussa haettiin vastausta kysymyksen, miksi matematiikan ja luonnontieteiden kiinnostavuuden on annettu romahtaa? Paneeli oli osa Suomi Areenan keskusteluita. Seminaarin ohjelman suunnitteli **Timo Sipola**, joka myös toimi tilaisuudessa juontajana. Seminaaria varten oli valmisteltu kolme videota, joiden antia panelistit kommentoivat.

Osa kirjan artikkeleista on aiemmin julkaistu MALin lehdessä. Tässä kirjassa on myös muutama artikkeli, jotka eivät olleet esillä seminaarisarjassa. Katsomme että ne täydentävät kirjan antia.

Haluamme kiittää kaikkia seminaarisarjaamme osallistuneita henkilöitä. Erityisen kiitoksen ansaitsevat kunkin seminaarin sisällön suunnitteluun osallistuneet, ja tietenkin kussakin seminaarissa luennoineet/esiintyneet henkilöt. Kiitokset myös artikkeleista, joita osallistujat ovat kirjoittaneet lehteen, ja joita on otettu mukaan kirjaamme.

Kiitokset myös niille tahoille, jotka ovat rahoittamalla tukeneet sekä seminaarisarjaamme, että tämän kirjan julkaisemista. •









**OSA I**  
**OPPIMISEN JA**  
**OPETTAMISEN**  
**HAASTEITA**





# KANSLIAPÄÄLLIKKÖ ANITA LEHIKOISEN HAASTATTELU RAUMAN SEMINAARISSA

## Haastattelu Rauman seminaarissa 15.6.2023

### Anita Lehikoinen

Opetus- ja kulttuuriministeriö

Kansliapäällikkö

Haastattelijana Jan Erola

### *Mikä on Pisa-tutkimuksen merkitys Suomelle ministeriön näkökulmasta?*

Se on ollut hyvin merkityksellinen Suomelle. Kun ensimmäiset Pisa-tulokset tulivat ja Suomella meni kovin hyvin, niin täällä oltiin laajasti sitä mieltä, että väärin mitattu, että ei voi mennä näin hyvin. Pisa on siinä mielessä merkittävä, että kun se on niin laajasti kansainvälinen, niin olemme saaneet huomata trendin, joka kyllä havaittiin myös kansallisissa arvioinneissamme, eli että meidän oppimistuloksemme menevät alaspäin ja sitä on kestänyt pitkään. Ja ehkä merkittävä on tämä Pisa-huuma, joka oli aikamoinen silloin alkuvaiheessa ja on edelleenkin. Suomeen tullaan katsomaan, että mitä täällä tehdään oikein, kun menestymme siinä niin valtavan hyvin. Se on myös herättänyt maassamme runsaasti koulutuspoliittista keskustelua.

### *Kuinka huolissaan tästä tilanteesta nyt ollaan? Aiemmin olimme siellä aivan kärjessä ja nyt on pudottu mitalisijojen ulkopuolelle.*

Kärkisijat eivät itse asiassa ole se tärkein asia, vaan tärkeintä on katsoa niiden taustalla olevia pisteitä, ja trendiä, joka on ollut laskeva. Tiedämme että on huomattava ero siinä, missä olimme alkuvaiheessa, ja missä olemme nyt. Mitä meidän nuoret viisitoistavuotiaat oppilaamme osasivat

matemaattis-luonnontieteellisissä aineissa ja lukutaidossa. Tärkein havainto on, että niissä kaikissa olemme tulleet alaspäin. Ei niinkään se, että kilvoitellaan kansakuntien kesken, vaan siinä tosiasiallisessa osaamisessa. Siitä me olemme kovin huolissamme.

Meidän huolemme tuotiin hyvin vahvasti esiin, kun tammikuun puolivälissä julkistettiin ensimmäinen sivistyskatsaus 2023. Iso huoli on, että jos osaamisen taso 15-vuotiailla laskee, niin mitä se tarkoittaa sitten toisella asteella ja mitä se tarkoittaa kolmannella asteella. Eli tämä koko ketju kuntoonajattelu, on siellä taustalla. Jos yhdessä kohtaa menee huonosti, niin ei se helposti parane yhtäkkiä lukiossa tai ammatillisessa koulutuksessa tai yliopistoissa tai ammattikorkeakouluissa.

### *Nyt on jonkinlainen kansallinen hätätila, kun iltapäivälehdissäkin luetellaan ratkaisuja siihen mitä tulisi tehdä tai ainakin syitä siihen?*

### *Mitä Opetus- ja kulttuuriministeriössä ollaan valmistelemassa? Mikä olisi se asia, mitä seuraavaksi tulisi tehdä?*

Meillä on oikeastaan ollut hallitusohjelma-neuvotteluita varten kaksi kärkeä: osaamisen taso ylös ja koulutustaso ylös. Ne ovat ne kaksi isoa asiaa. Ja silloin tietysti kiinnitetään huomio perusasioihin alkaen varhaiskasvatuksesta ja jatkuen sitten koko perusopetuksen. Eli laskemisen, lukemisen,



kirjoittamisen ja koko oppimisen tuki. Ne liittyvät olennaisesti yhteen. Olemme myös toivoneet sitä, että perusopetuksessa olisi enemmän aikaa perusasioiden opettamiseen. On ehdotettu sitä, että lisätään perusopetukseen ikään kuin huokaisuutta. Ei ole nimetty siihen liittyviä oppiaineita, mutta tärkeitä ovat perustaidot ja oppimaan oppimisen tukeminen.

Haluan vielä sanoa, että kasvatustehtävä korostuu tietysti varhaiskasvatuksessa ja perusopetuksessa hyvin paljon. Ja koulutustasosta, että me olisimme jälleen siellä OECD joukossa mitalisijoilla, koska sillä on iso merkitys, minkälaista ja millä tasolla koulutettua porukkaa Suomessa on. Jos me haluamme houkutella maahan lisää investointeja, niin onko meillä riittävästi osaavaa työvoimaa.

***Menemmekö aivan eskareihin saakka?  
Tulisiko eskareissa nykyistä enemmän  
ryhtyä antamaan koulutusta?***

Kyllä me ajattelemme ihan varhaiskasvatusta. Sitä kasvatusta mitä on ihan entisissä lastentarhoissa. Miten siellä kasvatetaan innostus oppimiseen. Meillähän on sillä tavalla kummallinen tilanne, että suomalaiset tytöt pärjäävät Pisa-tuloksissa ihan yhtä hyvin, jopa paremmin kuin pojat, matemaattisluonnontieteellisissä aineissa, mutta sitten heidän innostuksensa saada ura semmoisilla aloilla, joissa tarvitaan matemaattis-luonnontieteellistä osaamista, on OECD maiden heikointa.

Tämä segregaatio menee meillä erittäin vahvasti vielä sukupuolen mukaan. Siihenhän me pystymme vaikuttamaan nimenomaan alkaen ihan kasvatuskoulutuspolun alkumetreiltä.

***Miten sitten muuten matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelua voisi edistää kenties vaarantamatta esim. kielten opiskelua?***

Olemme tehneet matematiikasta, tekniikasta ja luonnontieteistä kansallisen strategian, joka läpäisee koko koulutusketjun. Jos ajattelemme vaikka vihreää siirtymää, digitalisaatiota, tekoälyä ja teknologian kehittämistä kaiken kaikkiaan, niin kyllä niissä korostuvat matemaattis-luonnontieteelliset taidot.

Tiedämme, että teknologiaa voisi käyttää huomattavan paljon enemmän myös oppimisen ja

opetuksen tukena. Tiedämme kuitenkin, että kaikkia niitä oppitunteja, mitä haluaisimme, ei saada mitenkään tungettua meidän tuntekehyksemme. Tulee ottaa käyttöön uudenlaisia keinoja ja ehkä esimerkiksi kielistrategian yhteydessä miettiä, onko ensimmäinen vieras kieli niin kattavasti englanti, joka opitaan käytännössä jo muutenkin?

Samalla myös kiinnittäisin huomiota opettajan-koulutuksemme. Luokanopettajat opettavat vielä pitkästi ja laajasti matematiikkaa ja luonnontieteitäkin jossain määrin. Täytyy katsoa minkälaiset halukkuudet ja valmiudet luokanopettajilla on näiden aineiden opettamiseen. Ja vielä, miten voimme turvata opettajien täydennyskoulutuksen?

***Miten erityislahjakkaat voitaisiin ottaa nykyistä paremmin huomioon?***

Opettajat ovat hyvin taitavia siinä, että eriytetään opetusta ja silloin tietysti tulee kysymykseen se, minkälaiset ryhmäkoot meillä on? Minkälaiset mahdollisuudet on siihen, että meillä on enemmänkin opettajia yhtä aikaa opettamassa. Resurssiopettaja-ajattelu on jossain määrin levinnyt. Riippuu hyvin paljon siitä, mitä kunnat pystyvät investoimaan. Ehkä huoli siitä, että kaikki kunnat pystyisivät investoimaan perusopetukseen, varhaiskasvatukseen ja esiopetukseen sinne ketjun alkupäähän, on aika iso. Meidän kuntamme ovat kovin eriytyneet väestön mukaan ja myös niiden taloudelliset mahdollisuudet ovat erilaiset.

***Matemaattisten aineiden olympialaisissa on vuotuinen ongelma siitä, että nämä erityislahjakkaat joutuvat keräämään rahoitusta hyvin epävarmoista lähteistä ja usein käy niin, että opettajille ja professoritason opettajille ei löydy rahoitusta. Miten tällaisen keihäänkärkihankkeen rahoitus tulisi mielestäsi järjestää tulevaisuudessa?***

Yksittäiset keihäänkärkihankkeet ovat aina haasteellisia. Ainoa vaihtoehto on katsoa, kuinka paljon meillä on koulutuksen kehittämisen rahoja, jotka eivät ole sidottuja siihen, että ne menevät kuntien peruspalveluiden kautta peruskouluun tai toiselle asteelle. Onko meillä käytettävissä sellaista rahaa? •





# KOULUTUKSEN JA TYÖN TULEVAISUUS

Esitelmä Raumalla 15. kesäkuuta 2023



Avaan tässä esityksessä globaalia, eurooppalaista ja Suomessa käytävää koulutukseen ja työn tulevaisuuteen liittyvää keskustelua. Esityksen pohjana on kolme viimeisen vuoden aikana kirjoittamaani artikkelia. Ensimmäinen niistä on kolmiosainen sarja globaalista koulutuksesta, jonka julkaisin yhdessä intialaisen ja uusiseelantilaisen kollegani kanssa Diplomatic Courier -lehdessä. Keväällä 2023 kirjoitin Helsingin Sanomien Vieraskynä-palstalle artikkelin "Suomen on valmisteltava 2040-luvun koulutusta jo nyt". Kolmas artikkeli, johon tämä esitys nojaa, julkaistiin Kanava-lehdessä 3/2023 otsikolla "Suomalaista koulua pitää uudistaa radikaalisti – teknologisen kehityksen keskellä korostuvat ihmisyyteen liittyvät kysymykset".



---

**H**uhtikuusta 2023 lähtien olen toiminut Euroopan unionin alaisen työllisyyteen ja koulutukseen keskittyvän viraston johtajana. Euroopan koulutussäätiö ETF toimii EU:n sisällä osaamiseen ja inhimilliseen pääomaan liittyvissä kysymyksissä asiantuntijana, ja sen pääasiallinen toimintakenttä keskittyy EU:n ulkopuolisten maiden kehitykseen erityisesti EU:n lähialueilla.

Puhun ensin globaaleista ja eurooppalaisista trendeistä ja sitten suomalaisista. Lopussa esitän muutaman kootun johtopäätöksen liittyen suomalaisen koulutuspolitiikan tulevaisuuden suuntaamiseen.

Maailmalla käytävään koulutukseen liittyvään keskusteluun liittyen haluan nostaa esiin kolme teemaa, jotka ovat tällä hetkellä keskeisiä ymmärtää, kun keskustellaan suomalaisen koulutuksen tilasta, tasosta ja tulevaisuudesta.

Ensimmäinen teemoista on Covid-pandemia, joka toi esiin monia kehityspiirteitä ja myös muutti koulutuksen maailmaa. Huomattakoon, että kun me puhumme siitä, että koulut olivat Suomessa kiinni, niin todellisuudessa koulut olivat koko ajan etäopetuksessa eli auki. Monissa maissa koulut olivat oikeasti todella kiinni, paikoitellen useita kuukausia, jopa liki vuoden. Sen seurauksena koulutuksen kehitys taantui globaalisti koulutustavoitteiden osalta. Syntyneitä vahinkoa joudumme korjaamaan tulevat vuodet ja vuosikymmenet.

Toisaalta teknologiaan liittyen meillä on pandemian myötä aivan uuden tason valmiudet yhteistyöhön. Alussa mainitussa kansainvälisessä artikkelisarjassa pohdimme, voisimmeko kehittää joihinkin aihepiireihin, kuten digitalisaatioon, kyberturvallisuuteen tai ilmastonmuutokseen, tulevien vuosien aikana yhteisiä pilotteja, joissa kokeiltaisiin eri maissa yhteisiä sisältöjä opetusohjelma-tasolla. Teknologiset alustat ovat tehneet ajatuksesta mahdollisen. Pandemian myötä kouluissa on sekä opettajille että oppilaille kehittynyt valmiuksia käyttämään näitä alustoja.

Eli summaten: pandemiasta jäi globaalisti paljon korjattavaa, mutta myös taitoja ja teknologioita, joita meillä ei ollut aikaisemmin ja nyt on tärkeää miettiä, miten niitä hyödynnetään.

Toinen globaali trendi, jonka puitteissa myös Suomen olisi perusteltua olla aktiivinen, on se, että koulutus on viime vuosina noussut aiempaa korkeamman tason globaaliksi keskustelunaiheeksi. Tästä kuvaavin esimerkki on syksyltä 2022 YK:n huippukokouksen yhteydestä. YK:n pääsihteeri Guterres päätti järjestää maailman ylimmän johdon kokouksen yhteyteen New Yorkiin erillisen Transforming Education Summitin eli koulutuksen huippukokouksen.

Transforming Education Summit oli todennäköisesti ensimmäinen kerta, kun koulutus nostettiin tällä tasolla maailman johtajien agendalle. Jatkossa olennaista on saada eri maiden valtiovarainministerit, pääministerit ja presidentit toimimaan sovitun agendan mukaisesti, jotta asiat myös etenevät huippukokouksen jälkeen.

Samantapainen koulutuksen globaalin profiilin kehitys on nähtävissä talousjärjestö OECD:n puitteissa. OECD:hän on tunnettu erityisesti PISA-tutkimuksista. OECD:n laajan meneillään olevan hankkeen puitteissa ei kuitenkaan pohdita PISA-tuloksia, vaan ennakoidaan sitä, mitä 2040-luvun koulutukselta odotetaan ja tarvitaan maailmassa, jossa meillä on yhä kehittyneempiä tekoälysovelluksia ja muita teknologioita käytössä.

Kokoavasti voi siis todeta, että koulutuskysymykset ovat globaalilla tasolla hyvin agendalla.

Kolmas globaali teema, joka on hyvä nostaa keskusteluissa esille, on siirtolaisuus ilmiönä. Siirtolaisuuskysymys korostuu maailmanlaajuisesti ja ilmaston muuttumisesta seuraava ihmisten liikkuvuus tuo lähitulevaisuudessa valtavia paineita eri maiden koulutusjärjestelmille. Erityisesti siirtolaisuus keskusteluttaa täällä Italiassa jo ihan lukujen valossa.



Globaalisti halusin nostaa esille nämä kolme asiaa, eli pandemian jälkeisen maailman koulutukselle asettamat haasteet, koulutuksen nousemisen globaalille korkean tason agendalle ja siirtolaisuuden tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Näistä viimeinen ilmiö on mittaluokaltaan valtava huomioiden maailman väestörakenteen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset eri alueiden elinkelpoisuuteen.

Entä sitten tilanne Euroopassa ja erityisesti EU:n sisällä? Sieltä haluan nostaa esille niinkään kolme seikkaa.

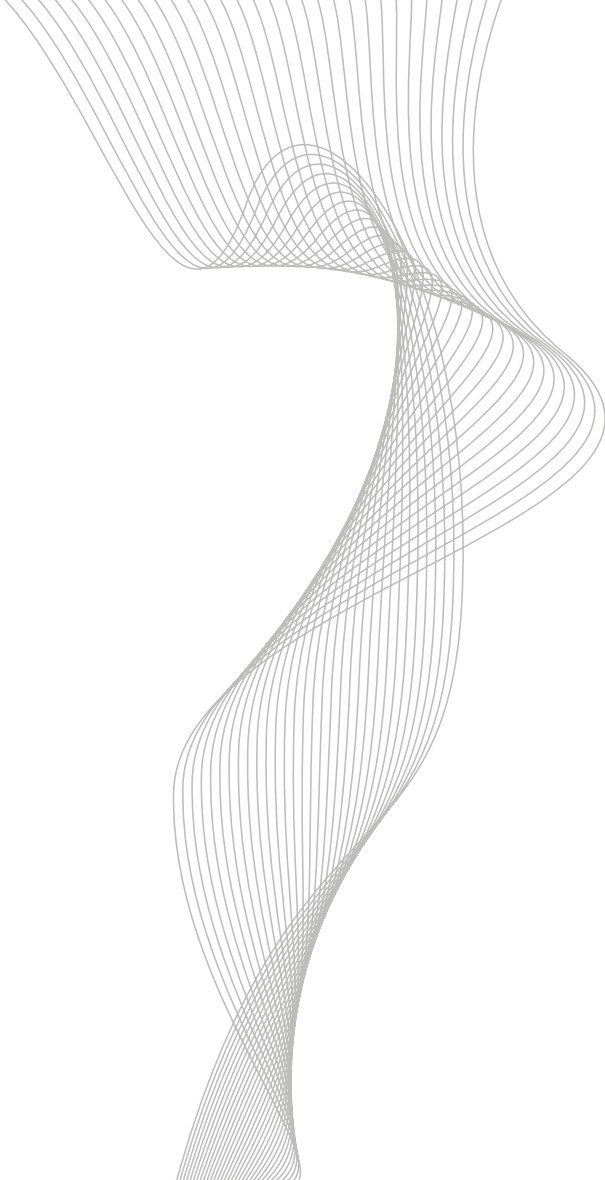
Ensimmäinen eurooppalaiselle koulutuskentälle relevantti ilmiö on väestörakenne ja ikääntymisen. Meillä Suomessa ilmiö näkyy siinä, että toisaalta meillä on joissain väestöryhmissä korkeat työttömyysluvut mutta samalla monilla aloilla työvoimakapeikkoja ja työvoimapulaa. Näitä käsiteltäessä on syytä tarkastella sekä formaalia että epäformaalia koulutusjärjestelmää ja miten ne kykenevät vastaamaan väestön osaamistarpeiden muutoksiin.

Tässä yhteydessä siirtolaisuuskysymys tulee välttämättömäksi aiheeksi koko Euroopalle ja Suomelle siinä mukana. Kaikki maat alkavat olla siinä tilanteessa, että enää ei löydy tarvittavaa työvoimaa. Kaikki maat katsovat omien rajojensa ulkopuolelle etsiessään tarvittavaa työvoimaa. Tämä johtaa Euroopan sisälläkin kilpailuasetelmaan maiden välillä, kun työ- ja koulutusperäistä maahanmuuttoa pyritään edistämään – usein pakon edessä.

Toinen Euroopassa esiintyvä kysymys on tietenkin niin kutsuttu kaksoissiirtymä eli samanaikainen vihreä siirtymä ja digitaalinen siirtymä.

Digivihreää siirtymää voisi lähestyä koulutuksen ja osaamisen näkökulmasta niin, että poliittisella tasolla kaikki päätökset ja suositukset on eurooppalaisella tasolla jo tehty. EU-tasolla niin kutsuttu Fit for 55-paketti, joka määrittelee, miten siirrymme 2055 mennessä kohti fossiilineutraaleja yhteiskuntia on pitkälti hyväksytty. Digitalisaation tasolla Suomi oli ensimmäinen maa, joka toimeenpani EU-komission suosittaman digikompassin. Digitalisaation saralla vireillä on parhaillaan lukuisia koulutukseen liittyviä EU-tason ohjelmia ja suosituksia.

Politiikkasuositukset ja päätökset eivät muutu todellisuudeksi ilman osaamista. Suuri kysymys onkin, miten koulutusjärjestelmämme, muun muas-



**Ajatus siitä, että koulutus kuuluu kaikille, on ylipäänsä maailmanhistoriassa aika nuori - se syntyi 1800-luvulla.**





sa työn ohessa oppiminen ja jatkuva oppiminen kykenevät edistämään uusia taitoja ja osaamista tarvittavalle tasolle.

Kolmantena eurooppalaisena aiheena on syytä mainita European Year of Skills, eli suomeksi Osaamisen vuosi, joka alkoi 2023 kesällä. Osaaminen on siis korkealla EU:n komission agendalla. Monissa maissa on todettu, että erityisesti naisia ja nuoria hyödyttää, jos työmarkkinoille pääsyn edellytyksenä on osaaminen, eivätkä pelkästään muodolliset tutkinnot. On kuitenkin hyvä tunnistaa, että jos otamme lähtökohdaksi sen, että korostamme osaamisen tunnistamista ja sen ensisijaisuutta työmarkkinoille pääsyyssä, se on ristiriidassa sen kanssa, että yleensä koulutustaso edelleen korreloi voimakkaasti työllistymismahdollisuuksien ja todennäköisen palkkatason kanssa.

Kun suuntaamme katseen Suomeen, onkin olennaista hahmottaa, miten me olemme tulleet siihen koulutustilanteeseen missä me nyt olemme, minkälainen meidän tilanteemme tällä hetkellä on kansainväliset vertailukohdat huomioiden, ja sitten arvioida, mihin voimme olla menossa.

Ajatus siitä, että koulutus kuuluu kaikille, on ylipäänsä maailmanhistoriassa aika nuori - se syntyi 1800-luvulla. Suomi omaksui kaiken kansan kouluttamisen ihanteen varsin myöhään. Meillä oppivelvollisuus täytti sata vuotta hiljattain vuonna 2021. Eli vain sadan vuoden ajan olemme ajatelleet, että koulutus kuuluu kaikille. Nyt onkin hyvä hetki pohtia, mitä sadan vuoden aikana on saatu aikaan ja minkälaista koulutusta tarvitaan nykyisessä globaalissa ajassa.

Näkisin kolme erityistä syytä, miksi eräänlainen kriisipuhe on Suomessa ollut viime aikoina melko voimakasta. 2023 alussa Opetus- ja kulttuuriministeriö julkaisi historian ensimmäisen sivistyskatsauksen. Sen ansiosta meillä on kokonaisvaltainen tietoa-aineisto koulutuksen keskeisistä mittareista ja merkittävimmistä trendeistä. Nämä trendit eivät ole meille koulutuksen ammattilaisille uusia, mutta ehkä ne ovat murtautuneet laajempaan tietoisuuteen vasta nyt. Siitä on sitten seurannut laajempi kriisiytynyt tunnelma ja keskustelu.

Toinen kriisipuheen tausta liittyy Pisa-tuloksiin. Pisa-vertailuissa emme ole pärjänneet aivan niin hyvin kuin aikaisemmin, joskin lasku on ollut trendin-

omaista myös valtaosassa Suomen verrokkimaita. Suomen osaamistuloksien laskuun on monia syitä, joista monet liittyvät yhteiskunnassa tapahtuneisiin suuriin muutoksiin. Suomeen on tullut enemmän väkeä, kuin täältä on lähtenyt ja tämän seurauksena erityisesti kaupunkikouluihin on syntynyt aivan erilaisia opetustodellisuuksia, kieliä, kulttuureita ja lähtötasoja, joita sitten on soviteltu peruskouluun, joka luotiin eri ajassa erilaiseen yhteiskuntaan. Nyt alamme olla siinä vaiheessa, että tätäkin voisi hie-man analysoida.

Kolmas syy, jonka ansiosta koulutuksen ongelmakysymykset tulevat nyt esiin, liittyy toisen asteen oppivelvollisuus uudistukseen. Oppivelvollisuuden laajennus on tuonut paremmin näkyviin sen 5–10 prosentin joukon jokaisesta ikäluokasta, joka aiemmin jäi vaille toisen asteen koulutusta peruskoulun jälkeen. Nyt valtaosa näistä nuorista on mukana. Se on nuorten tulevaisuuden mahdollisuuksien kannalta välttämätöntä, mutta tarkoittaa myös sitä, että meidän koulujärjestelmämme pitää kyetä vastaamaan tämän joukon tarpeisiin osana toisen asteen koulutusta.

Itse ajattelen, että toisen asteen tarjonnan sopeuttaminen oppivelvollisuuden laajentamisen mukanaan tuomiin tarpeisiin on asia, johon tulevien kymmenen vuoden koulutuspolitiikassa olisi syytä keskittyä voimakkaasti. Pitää jatkuvasti arvioida ja ymmärtää, mikä on se arkitason konkreettinen muutos, jonka oppivelvollisuus-uudistus on tuonut mukanaan ja löytää tavat käsitellä muutos mahdollisuutena ei ongelmana koulujen, oppilaitoksien, opettajien ja nuorten arjessa.

Kaiken kriisipuheen keskellä rohkaisisin tarkastelemaan koulutusaiheita monista vinkeleistä. Jos katsomme Suomen tämänhetkistä tilannetta vähän etäämmältä, globaalista tai eurooppalaisesta näkökulmasta, huomaamme monia perinteisiä vahvuuksia, joiden merkitys vain korostuu.

Ensinnä huomio kiinnittyy siihen, että meillä on kaikille tarjolla oleva laadukas opetus ja hyvät opettajat. Valtaosa maailmaa uneksii vastaavasta, tätä vahvuutta meillä ei ole varaa menettää. Kyse on sekä koulutuksen tasa-arvosta että ammattiyhpeydestä ja siitä, että opettajia kuullaan koulutukseen liittyvissä kysymyksissä tavalla, jossa arvostus alaa kohtaan säilyy. Alalle hakeutuminen on edelleen suosittua



ja alalla pysytään keskimäärin hyvin. Viime vuosina esiin on noussut myös huolestuttavia signaaleja, joihin pitää paneutua.

Toinen ylpeyden aihe ovat koulutuksen painotukset, jotka olemme valinneet vuosikymmenien aikana. Holistinen pedagoginen lähtökohta, jossa painotetaan sosioemotionaalisia taitoja ja taitoaineita muiden aineiden rinnalla, näkyy selkeästi voimassa olevissa opetussuunnitelmissa. Nimenomaan sosioemotionaaliset taidot ja taitoaineiden rooli nousevat keskusteluun tällä hetkellä eri puolilla maailmaa, kun arvioidaan tekoälyn eri sovelluksien mahdollisia kyvykkyksiä ja rajoja. Mikä tekee ihmisestä erityisen uusien teknologioiden keskellä, lienee merkittävimpiä kysymyksiä myös tulevaisuuden koululle ja koulutuspolitiikalle. Meillä on tässä valmiiksi järjestelmävahvuuksia – kiitos edellä kuvaamani holistisen lähtökohdan.

Kolmantena vahvuutena nostaisin suomalaisen koulutuksen tilanteen suhteessa digivihreään siirtymään. Aihepiiri on ollut esillä koulujärjestelmässämme pitempään kuin valtaosassa maita. Se näkyy esimerkiksi siinä, miten kykenimme toimimaan covid-pandemian aikana. Se näkyy myös kouluissa erilaisissa ilmiöpohjaiseen oppimiseen liittyvissä projekteissa, joita toteutetaan yli oppiainerajojen ja joissa punaisena lankana on usein kestävä kehitys. Tässä suhteessa olemme edelläkävijöitä valtaosaan muuta maailmaa verrattuna.

**Yhteenvetona: Mitä tästä käsittelemästäni kolmen tason – globaali, eurooppalainen, suomalainen – koulutusanalyysistä kannattaisi erityisesti huomioida, kun katsomme Suomessa eteenpäin? Painottaisin kolme asiaa.**

**Ensinnä** on tosi tärkeää, että Suomi maana sekä suomalaiset osaajat, asiantuntijat, tutkijat, politiikan tekijät, kouluissa vaikuttavat rehtorit, opettajat ja oppilaat ovat mukana erilaisissa verkostoissa eurooppalaisella tasolla ja globaalisti. Meillä on kansainväliseen yhteistyöhön paljon annettavaa. Tie on lisäksi aina kaksisuuntainen: osallistumalla ja mukana olemalla voimme ammentaa kokemuksista muualla, yhdistellä asioita ja luoda uutta vahvan perustan päälle.

Esityksen alussa mainitsin OECD:n meneillään olevan hankkeen, joka pureutuu 2040-luvun koulutuksen tavoitteisiin. Koulutusta arvostavat ja siihen taloudellisesti satsanneet maat pohtivat yhdessä, mitä 2040-luvun koulutukselta tulisi edellyttää. Pisa-arvioinneista tunnettu OECD on valinnut 2040-luvun koulutuksen tavoitteen keskuskäsitteeksi englanniksi ”human flourishing”. ”Inhimillinen kukoistus” sopii terminä ehkä suomen kieleen hieman huonosti, mutta asiallisesti tässä lienee kyse meille aivan tutusta lähestymistavasta, josta olemme tottuneet puhumaan mahdollisuutena täyden potentiaalin käyttämiseen. Ajattelutapa on kaikille yhteisen peruskoulun ytimessä.

OECD:n Education for human flourishing -työn taustapapereissa viitataan aristoteelisiin periaatteisiin, termeihin ja filosofiaan, tavoitella rohkeasti inhimillistä hyvää elämää. On hyvä tunnistaa, että tämä koulutuskeskustelu on käynnissä eri puolilla maailmaa. Suomen ja suomalaisen osaamisen mukanaolo tässä keskustelussa vahvistaa perustellusti arvokkaita näkökulmia kuten tasa-arvon ja korkean koulutustason merkitystä yhteiskunnan kokonaisuhyvinvoinnille. Mukanaolo ja globaali perspektiivi auttaa meitä myös huomaamaan oman järjestelmämme konkreettisia vahvuuksia, pitämään niistä kiinni ja entisestään terävöittämään vahvuuksia siinä maailmassa, jossa nyt ja tulevaisuudessa toimitaan.

Kansainvälisestä yhteisestä arvioinnista löytyy myös ratkaisuja esimerkiksi digitalisaatiokysymykseen. Mitä lasten kännyköille oikein pitäisi kouluissa tehdä? Minä luulen, että tässä meillä Suomessa on käynyt viime vuosina lipsahdus. Olemme hyvin teknologiaorientoitunut yhteiskunta ja sen myötä sallivia uusien teknologioiden käyttöön. Voi olla, että tässä olisi perustetta ja tarvetta vähän katsoa muidenkin maiden käytänteitä liittyen esimerkiksi lasten digilaitteiden käyttöön ja niihin liittyviin rajoituksiin.

**Toinen** johtopäätös, joka olisi arvokasta Suomessa tunnistaa, liittyy yhteistyömahdollisuuksiin koulutus- ja työllisyyspolitiikassa. Suomes-



sa aloitti muutama vuosi sitten toimintansa JOTPA, Jatkuva oppimisen palvelukeskus, joka on toimintamalliltaan aika lailla uniikki ihan maailman tasolla. JOTPA rakentaa ja tuo yhteen tietopohjaa yhtäältä työllisyyspuolen tarpeista ja toisaalta koulutuspuolen tarjonnasta. Näin se pystyy identifioimaan ne kohdat, joissa koulutustarjontaa ei vielä ole olemassa, vaikka työllisyyspuolen tarve on ilmeinen.

Itseni teki suuren vaikutuksen, kun opin, että yksi JOTPA:n ensimmäisiä kursseja 2022 oli koulutus, jossa ukrainalaisia naisia koulutettiin työnjohtotehtäviin Suomen maataloille. Yhtäkkäinen tarve oli syntynyt, koska aiemmin työnjohtajina toimineet ukrainalaiset miehet olivat. 2022 joutuneet palaamaan sodan vuoksi Ukrainaan. Osa naisista oli koulutettava nopeassa aikataulussa ottamaan johtovastuu kesäkauden 2022 maataloustöistä Suomessa. JOTPA kykeni rakentamaan yhteistyössä koulutuksen järjestäjien kanssa täsmäkoulutuksen nopealla aikataululla samaan tapaan kuin oli tehty myös esimerkiksi vetyteknologian osaajatarpeiden lisääntyessä nopeasti.

Tällaista työllisyys- ja koulutustoimijoiden yhteistyötä kannattaa virittää eri toimijoiden kesken, koska siinä voidaan saavuttaa nopeita tuloksia, joista hyötyvät niin yksittäiset työntekijät, työnantajat kuin talous laajemmin. Samalla koulutusjärjestelmä voi uudistua hie man nopeammin kuin se normaalissa rytmissä olisi mahdollista.

Koulutuksen ja työllisyyden välisen yhteyden merkitys korostuu, kun tarkastelemme analyyssejä, joita esimerkiksi World Economic Forum julkaisee. Teknologiset siirtymät ovat nopeita. Työpaikkoja häviää ja syntyy samoista syistä eli digitalisaation ja vihreän siirtymän teknologioiden kehityksen myötä. Siksi olisi suotavaa, että työllisyys- ja koulutuspolitiikka kulkisivat mahdollisimman yhtä jalkaa. Parhaimmillaan ketterät yhteistyörakenteet ovat pienelle maalle merkittävä vahvuus ja voivat toimia esimerkkinä myös maailmalla, koska kaikkialla painiskellaan samojen kysymysten äärellä.

**Kolmantena** johtopäätöksenä nostaisin HS Vieraskynä-kirjoituksessa esittämäni ajatuksen siitä, että koulutuspolitiikka on luonteeltaan aina suhteellisen hidasliikkeistä. Sen takia tulevaisuusorientaatiota tulisi tehdä systemaattisesti ja koko ajan. Eli samalla kun käsittelemme tällä hetkellä esillä olevia aiheita kuten viime vuosina oppivelvollisuutta, varhaiskasvatusoikeutta, korkeakoulu- ja erityisesti TKI-rahoitusta sekä peruskoulun tilaa, olisi tarpeen pitää katse myös 2040-luvulla.

Ajallisen perspektiivin merkitys konkreettisoituu, kun huomaamme, että 2023 syntyneet lapset käyvät peruskoulua 2030-luvulla ja valmistuvat toiselta asteelta 2040-luvulla. Siksi 2040-luvun koulutus on suunniteltava nyt.

Ehdotin HS-kirjoituksessani Tulevaisuuskomiteaa, joka olisi pysyvä elin Opetus- ja kulttuuriministeriön alaisuudessa. Tulevaisuuskomitean jäseniksi nimitettäisiin määräraajaksi opettajia, tutkijoita, työnantaja- ja työntekijäjärjestöjen edustajia sekä muita koulutuksen asiantuntijoita. Olennaista Tulevaisuuskomitea-ehdotuksessa olisi pysyvyys: kun agenda on ajateltu pysyväksi, tulee samalla varmistettua, että kaikissa tilanteissa systemaattinen tulevaisuustyö säilyy eikä se ole riippuvainen erilaisten hallitusohjelmien tai strategioiden yksittäisistä päätöksistä tai linjauksista.

Lopuksi korostaisin kolme asiaa, jotka tässä tulevaisuuteen kurottavassa koulutuskeskustelussa Suomessa ovat erityisen tärkeitä: vahva tietopohja, pitkäjänteinen tulevaisuusorientaatio suunnittelussa sekä yleinen optimismi. Me olemme Suomessa viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana osoittaneet, kuinka koulutuksella voi muuttaa maailmaa. Se historia meidän kannattaa säilyttää ja sen päälle rakentaa.

Aivan lopuksi sitaatti Kanava-artikkelistani: *”Teknologisen kehityksen keskellä korostuu myös koulutuksen ja sivistyksen syvällisempi mieli, johon liittyy perustavanlaatuisia kysymyksiä ihmisydestä.”* •

**Kiitos.**





# KANSALLINEN LUMA-STRATEGIA: MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISEN OSAAMISEN KEHITTÄMISEN OHJENUORA

Vuosien väännön jälkeen keväällä 2023 julkaistiin Kansallinen LUMA(TE)-strategia. Pääministeri Orpon hallitus sitoutui sen toimeenpanoon hallitusohjelmassaan. Tämä dokumentti tarjoaa suuntaviivat matemaattis-luonnontieteellisen ja teknologisen osaamisen kehittämiseksi.

Kansallinen LUMA-strategia <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164727> luo yhteisen pohjan matemaattis-luonnontieteelliselle ja teknologiselle kehittämiselle. Se auttaa koordinoimaan kaikkia toimia ja antaa työkalun keskustella resurssien kohdentamisesta tiukassa julkisen talouden tilanteessa. LUMA/STEAM osaaminen on keskeistä Suomen menestyksen kannalta. Osaamista tarvitaan kaikilla aloilla, mutta erityisesti suomalaista yhteiskuntaa kannattelevilla ventialoilla. Strategia valmistaa oppilaat kohtaamaan tulevaisuuden haasteet. Vahva matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen on edellytys myös tutkimukselle ja innovaatioille. Strategia tukee tätä tärkeää työtä.

## LUMA-neuvottelukunnan rooli

Monet tärkeät LUMA-toimijat kokoava Kansallinen LUMA-neuvottelukunta on tärkeässä asemassa strategian toimeenpanossa. Strategia antoi neuvottelukunnalle tehtäväksi arvioida strategian toteutumista ja raportoida siitä vuosittain ministeriölle. Ensimmäiset tulokset ovat nyt valmistuneet. Ne tarjoavat arvokasta tietoa strategian vaikutuksista.

Lyhyesti voidaan sanoa, että monia hyviä asioita tapahtuu ympäri Suomea. Hyvät käytännöt eivät kuitenkaan leviä, eikä voida sanoa, että systemaattinen LUMA/STEAM-osaamisen kehittäminen olisi olemassa kaikkialla ja kaiken aikaa. Lisäksi valtion toimet LUMA-osaamisen vahvistamiseksi antavat





## Teknolohiateollisuus

vielä odottaa itseään. Tosin tuntijaon muutos, joka lisäisi alakouluun yhden matematiikan tunnin, oli juuri lausunnoilla ja muutoksen oletetaan tulevan voimaan 1.8.2025.

Kansallinen LUMA-strategia on askel oikeaan suuntaan. Se luo perustan laadukkaalle matemaattis-luonnontieteelliselle opetukselle ja valmistaa oppilaat tulevaisuuden haasteisiin. Nyt tärkeää olisi ottaa johtajuus ja pitkäjänteinen suunta näissä asioissa. Se tarkoittaisi esimerkiksi sitä, että LUMA-osaaminen otettaisiin pitkäjänteiseksi, yllihallituskautiseksi tavoitteeksi parlamentaarisesti. Tätä voitaisiin osoittaa esimerkiksi sillä, että Opetushallituksen myöntämissä Opetushenkilöstön täydennyskoulutus-rahoituksissa matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen nostettaisiin osa-alueeksi, johon kohdennetaan pitkäjänteisesti resursseja. Näin osaamisen kehittäminen muuttuisi pitkäjänteisemmäksi ja ennustettavaksi.

Oman haasteensa tilanteeseen aiheuttaa kuitenkin se, että toimenpiteet ovat jakautuneet kahdelle ministerille ja molemmissa ministerinposteissakin on tulossa vaihdoksia hallituskauden aikana. Siksi tarvitsemme tässä yhteistyötä. Strategia tarjoaa pohjaehdotuksen ja neuvottelukunnan arviointityö mahdollisuuden ohjata sekä prioriteetteja, mutta myös kokonaan uusia ehdotuksia strategian piiriin. Tähän työhön tulisi jokaisen toimijan työnsä nojata. Siksi strategia kannattaa avata oman yhteisön kesken ja miettiä, miten me jalkautamme strategian toimenpiteet omassa toiminnassamme. •



---

# TIEDE KUULUU KAIKILLE!

## LUMA-KESKUS SUOMI -VERKOSTON TOIMENPITEET

---

Kansallinen LUMA-keskus Suomi (11 yliopistoa, 13 keskusta; [www.luma.fi](http://www.luma.fi)) vastaa kahdeksasta toimenpiteestä kansallisessa LUMA-strategian toimeenpideohjelmassa. Luonnontieteiden, matematiikan, tekniikan ja teknologioiden alojen osaamista vahvistava strategia sisältää yhteensä 31 konkreettista toimenpidettä. Toimeenpideohjelmaa on valmistellut opetus- ja kulttuuriministeriön keväällä 2022 asettama ohjausryhmä ja työvaliokunta. LUMA-keskus Suomella oli siinä edustaja sekä sen ohjausryhmässä että työvaliokunnassa. Lisäksi verkoston johtokunta osallistui sen keskusteluun aktiivisesti.

**L**UMA-keskus Suomella on opetus- ja kulttuuriministeriön antama valtakunnallinen tehtävä. Verkosto on sitoutunut edistämään seuraavia toimenpiteitä, jotta strategiaan nimetyt tavoitteet saavutetaan vuoteen 2030 mennessä. Tämä kirjoitus avaa muutamia esimerkkejä nykyisestä ja tulevasta toiminnastamme:

---

### Opetuksen ja koulutuksen kehittämisen toimenpiteet

Toiminnassamme LUMA-aineiden opetusta ja opettajankoulutusta edistetään tutkimus- ja tarveperustaisesti varhaiskasvatuksesta korkeakouluihin. Yliopistojen rooli kehittämisessä on tuoda mielekkäästi opetukseen mukaan uusin tutkimustieto sekä tieteistä, teknologiasta että niiden oppimisesta ja mahdollisuuksista.

Tieteiden kehitys on valtavaa: joka päivä luonnontieteistä ja niiden opetuksesta tulee tuhansia tieteellisiä julkaisuja maailmaanlaajuisesti! Pyrimme avaamaan erityisesti suomalaista tutkimusta ja innovaatioita innostavasti kaikille. Kestävyys ja moderni teknologia näkyvät vahvasti kaikessa toiminnassa. Korkeakoulujen rooli on olla erityisesti edelläkävijä ja suunnannäyttäjä uusien avustusten tutkimusperustaisessa kehittämisessä ja koulutuksessa eri yhteistyötahojen kanssa.

Yhteisöllisyys on avainasemassa toiminnassamme. Yhteistyötä tehdään tiiviisti koulujen, yliopistojen ja muun yhteiskunnan kanssa. Yhteisöllinen suunnittelu (nk. co-design, esim. Aksela, 2019) on mielekkäässä toiminnassa tärkeää: kuunnellaan opettajia, oppijoita ja asiantuntijoita sekä yhdessä suunnitellaan ja tehdään tutkimusperustaisesti tarpeellista toimintaa opetussuunnitelmien tueksi. Toiminnassa on myös lukuisia nk. LUMA-kehittäjäkouluja mukana, ja toiminta on avointa kaikille.

Tärkeää on tiivis yhteistyö tiedeyhteisön ja sen opettajankoulutuksen kanssa. Pyrimme saamaan tulevat opettajat myös opiskeluaikana hyvin mukaan. Hyvässä vuorovaikutuksessa olimme kaikki toisiltamme.

Kansalliset LUMA-päivät kerran vuodessa ovat verkostomme tärkeä tapahtuma kooten yhteen uusimmat kehitetyt avaukset ja materiaalit sekä opettajat koko Suomesta. Yliopistojen digitaalisella alustalla olevat verkkokurssit (esim. LUMATIKKA) Opetushallituksen rahoittamina tukevat opettajien kouluttautumista tasa-arvoisesti eri puolilla Suomea. LUMA-sertifikaatin kautta tuetaan koulujen alan opetussuunnitelmien kehittämistä.

Verkostoitumisen kautta kehitymme, vaikuttamme ja opimme uutta. Kansainvälistä vuoro-



vaikutusta edistetään lukuisissa verkostoissa ja yhteistyösopimusten kautta, vierailuin ja tapahtumin. Suosittuja foorumeita ovat esimerkiksi opettajien ilmastofoorumi (Teachers' Climate Change Forum) ja LUMAT-tutkimusfoorumi (symposium, tieteellinen lehti, kansallinen seminaari). Erasmus-hankkeita on myös useita meneillään.

Tutkimustoiminta kytketään kaikkiin toimintamuotoihin mahdollisuuksien ja resurssien mukaan. Tärkeää on ymmärtää toiminnan vaikuttavuus ja vaikutus. Opinnäytetöitä ja tutkimusjulkaisuja tehdään toimintaan liittyen aktiivisesti erityisesti opettajakoulutuksen yhteydessä.

Kansallinen LUMA-neuvottelukunta (noin 40 organisaatiota) on tärkeä foorumi toiminnan suuntaamisessa ja yhteistyössä. Tavoitteenamme on yliopistojen LUMA-keskusten yhteistyön tiivistäminen myös ammattikorkeakoulujen ja elinkeinoelämän suuntaan. Tiivis alueellinen yhteistyö tukee erityisesti kaupunkien osaajapulaa, päivittää opettajien ja tulevien opettajien tietoja ja taitoja alueen työllisyyden tarvitsemasta LUMA-osaamisesta sekä uramahdollisuuksista. Yhdessä olemme enemmän! (LUMA motto)

---

## Viestinnän ja kiinnostavuuden edistämisen toimenpiteet

Monipuolinen viestintä eri foorumien kautta on keskeistä. LUMA-keskus Suomi -verkoston ([www.luma.fi](http://www.luma.fi)) verkkosivut, uutiskirjeet ja sosiaalinen media ovat tunnettuja ja suosittuja. Tulevaisuudessa pyritään kehittämään uusia avauksia tekoälypohjaisesti resurssien mukaisesti.

Tiedelähtelillä kouluissa ja tiedevideoilla verkoston kautta on innostava vaikutus. Verkkokurssit, tiedelähteläs ja tiedekasvatus materiaaleineen tukevat kaikkia kiinnostuneita tieteen ja innovaatioiden levittämiseen.

Lasten ja nuorten innostamiseen liittyvä toiminta on monipuolista. Verkostolla on pitkät perinteet. koulu-opetuksen tukemisen lisäksi non-formaalista ja informaalista toiminnasta, esimerkiksi tiedekerhoista - ja tiedeleireistä sekä tiedevideoista. Niitä pyritään lisäämään entisestään, ja kehittämään uusia avauksia tulevaisuudessa eri yhteistyötahojen kanssa. Myös sosiaalisen median muodot (esim.

**Maksuttomat, laadukkaat ja yhdenvertaiset opintokäynnit korkeakouluihin on yksi toiminnan painopiste.**

Tik Tok) huomioidaan tulevaisuuden tekijöiden innostamisessa ja tukemisessa kuunnellen nuorten ideoita ja ajatuksia sekä ottamalla heitä mukaan jo suunnitteluvaiheessa.

Maksuttomat, laadukkaat ja yhdenvertaiset opintokäynnit korkeakouluihin on yksi toiminnan painopiste. Erityisesti kehitetään etäopintokäyntejä yhteisöllisesti. Pyrimme tuomaan esille innostavia esikuvia sekä yliopistoista että elinkeinoelämästä. Ne tukevat hyvin myös korkeakoulujen rekrytointia. Niiden suunnittelussa opettajien ja oppijoiden ideoiden kuuntelu on tärkeää. Opetussuunnitelman mukaisella opintokäyntitoiminnalla ehkäistään oppijan taustan epäedullista vaikutusta koulutuspolkuun. Uusia opintokäyntisisälöjä kehitetään jatkuvasti yhteistyössä verkostossa sekä muiden sektorien, kuten kirjastojen ja elinkeinoelämän, kanssa.

Verkoston tavoitteena on myös lisätä matemaattis-luonnontieteellisten ja tekniikan aineiden ja alojen opettajien ammatin vetovoimaa. Olemme tehneet pitkään yhteistyötä muun muassa elinkeinoelämän ja pedagogisten ammattijärjestöjen kanssa. Kansainvälisistä tapahtumista esimerkiksi Science on Stage -toiminta, jonka järjestämme Suomessa ensimmäisen kerran elokuussa 2024, antaa uusia opettajille ideoita omaan opetustyöhön, ja esittelee opettajan työtä positiivisessa yhteydessä myös kotimaiselle medialle.

---

## Seurannan, selvitysten ja yleisen kehittämisen toimenpiteet

LUMA-keskus Suomen johtokunta, jossa on jäsen 11 yliopistosta, seuraa aktiivisesti asetettujen tavoitteiden toteutumista. Lisäksi johtokuntaa tukevalla kansallisella LUMA-neuvottelukunnalla on kansallinen seurantatehtävä (ks. toinen artikkeli kirjassa). Kansainvälinen vahva yhteistyö tutkimusten kera auttaa uusien avauksien tutkimusperustaisessa kehittämisessä. Ulkopuolinen arviointi on myös tärkeää. Kuuntelemme aktiivisesti opettajia, oppijoita ja asiantuntijoita eri sektoreilta. Yhdessä olemme enemmän! (LUMA motto) •



# NÄKÖKULMIA KENTÄLTÄ - MITEN PAIKATAAN VALUVIKOJA?

Kun MALin hallitus kutsui minut organisoimaan heidän kanssaan Matematiikan kouluopetuksen seminaarisarjaa toukokuussa 2022, vastasin myöntävästi, vaikka tiesin sen tuovan kymmenittäin talkootyöntunteja leipätyön ohelle. Syitä vastaukseen oli kaksi: matematiikan osaamistason pitkäaikainen lasku ja suomalaisen koulun rakenteiden valuviat. Puheiden aika oli mielestäni jo ohi. Oli käärittävä hihat konkreettisiin toimiin näiden eheyttämiseksi.

“Yhdessä olemme enemmän”  
lähti näin leviämään  
lumipalloehtin tavoin.



Kuva:Pixabay

Seminaarisarja kokosi eri paikkakunnille asian-  
tuntijoita, tutkijoita, opettajia, yrittäjiä, huoltajia  
ja mediaa kuulemaan tutkimuspohjaista tietoa  
ja kentän kuulumisia ympäri Suomea. Avautui mah-  
dollisuuksia verkostoitumiseen ja sellaisen tiedon  
jakamiseen, johon nykyisessä hektisessä työelämässä  
ei ole riittävästi aikaa. Seminaarimatkan varrella  
huomasinkin hämmennyneenä, että LUMA-keskus  
Suomen motto ”Yhdessä olemme enemmän” lähti  
näin leviämään lumipalloehtin tavoin.

Opetuskokemuksieni ja tämän seminaarisarjan  
aikana käytyjen keskustelujen pohjalta eri tutkijoiden  
ja yhteistyötahojen kanssa kerron tässä, mitä voisim-  
me asialle tehdä. Opetuskokemustani on karttunut  
peruskoulusta, ammatillisesta erityisoppilaitoksesta  
ja lukiosta sekä yliopistotyöstä opiskeluaikana. Itse  
asiassa opiskeluaajan työtehtäväni Oulun yliopiston  
matematiikan laitoksella tutorina ja matematiikan  
lukiotutorina toimivat ammatillisena sytykkeenä  
teoreettisten yliopisto-opintojen aikana. Lomilla  
olen organisoinut ja ohjannut tiede- ja matikka-  
kerhoja alakouluikäisille yhdessä aineenopettaja-  
opiskelijoiden ja lukiolaisten kanssa. Vapaa-ajalla  
toimin useissa alan eri luottamustoimissa sekä  
ylioppilaslautakunnan sensorina ja oppikirjailijana.  
Edellinen on avannut näkymää valtakunnallisesta  
osaamisesta, jälkimmäinen antaa mahdollisuuksia  
osittain vaikuttaa siihen. Seuraavat ajatukset ma-  
tematiikan oppimisen mahdollisuuksista ja ongel-  
mista ovat omia mielipiteitäni, jotka ovat syntyneet  
seminarisarjan aikana.

## Pikkumatikkaa pikkuautoilla, kynällä ja paperilla laskurutiineja

Matemaattiset taidot lähtevät rakentumaan lap-  
selle jo heti syntymästä lähtien. Tämän vuoksi  
matematiikkataitojen edistäminen pitäisi aloittaa



jo neuvolakäyntien yhteydessä, mikäli haluamme tarjota kaikille lapsille tasavertaiset lähtökohdat matemaattisten taitojen vahvistumiseen. Neuvolassa tulisi systemaattisesti tuoda esille tavat, joilla vanhemmat ja lapsen lähiaikuiset voivat luontevasti tukea lapsen matemaattisten kykyjen kehittymistä arjessa. Joulukuussa 2023 julkaistujen PISA-tulosten mukaan vanhempien koulutuksella, ammatilla ja kodin sosioekonomisella taustalla on yhteys matematiikan osaamiseen. Lasten matemaattisten taitojen polarisaatio lähtee kasvamaan jo varhain ennen kouluikää, koska yhteiskunnassa ei ole rakennetta, jonka kautta kaikki lapset kotitaustasta huolimatta pääsisivät osalliseksi näistä hedelmistä.

Näistä lasta rikastavista ”pikkumatikan tavoista” puhui myös Turun yliopiston kasvatustieteen professori **Minna Hannula-Sormunen** seminaarisarjan ensimmäisessä osassa Oulussa lokakuussa 2022. Menetelmät ovat helppoja ja soveltuvat lasten arkiseen leikki- ja toimintaympäristöön: tunnustetaan pikkuautojen lukumääriä, vertaillaan, kummalla on enemmän omenanpaloja ja niin edelleen. Myös päiväkodin ja esikoulujen henkilökuntaa olisi välttämättömää kouluttaa Pikkumatikkaan. Se takaisi heille ammattitaidon vahvistaa lasten matematiikkataitoja läpi varhaiskasvatuksen. Samaan aikaan tulisi aloittaa matematiikkaa opettavien aikuisten täydennyskoulutus varhaiskasvatuksesta toiselle asteelle asti.

Alakoulua aloitettaessa lasten matemaattisen osaamisen tasoerot ovat suuret, jopa useita vuosia. **Orpon** hallitus esitti maaliskuussa 2024 lausunto-kierrokselle matematiikan yhden vuosiviikkotunnin lisäystä 3–6. luokalle. Vuosiviikkotunnin lisäys on erittäin tervetullut ja positiivinen asia, mutta toivottavaa olisi sijoittaa se alkuopetukseen 2. luokalle, koska matematiikan osaamiserot ovat jo liian suuria myöhempinä vuosina. Matematiikan oppimisessa hyödyllistä olisi myös se, että lapset oppisivat lukutaidon ensimmäisenä vuonna, jolloin toisena vuonna sitä pystyttäisiin hyödyntämään jo sanallisiin tehtäviin sekä ongelmaratkaisutehtäviin. Lisäksi vuosiviikkotunnin lisäyksen tulee olla yli hallituskautinen.

Vuosiviikkotunnin lisääminen ei kuitenkaan yksistään riitä korjaamaan toistakymmentä vuotta jatkunutta matematiikan oppimisen tason laskua. Myös Karvi (Kansallisen koulutuksen arviointikeskus) suosittelee joulukuussa 2023 tutkimustulosten

julkistamistilaisuudessa: ”Matematiikan taidoiltaan heikoille oppilaille tulee kohdentaa aiempaa intensiivisemmin oppimisen tukea mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tukiopetusresursseja tulee suunnata riittävän tehokkaasti jo alkuopetukseen.” Alakoulumatematiikassa luodaan pohjaa myöhemmälle osaamiselle. Oppilaat eivät vielä siinä vaiheessa ymmärrä abstrakteja käsitteitä samalla tavalla kuin myöhemmissä kehitysvaiheissa. Siksi matematiikan opetuksessa olisi tärkeää huomioida konkreettisuus. Kynällä ja paperilla hankittavan laskurutiinin rinnalla on hyvä suosia monipuolisesti opetusmenetelmiä, jotka lisäävät lapsen matemaattista ymmärrystä käsiteltävästä asiasta: tehtävien piirtämistä, puhumista, käytäntöön soveltamista, tarvittaessa välineillä tekemistä ja niin edelleen.

Alakoululaiset ovat ikänsä puolesta innokkaita oppimaan matematiikkaa. Tunnepuolen kehityksessä he elävät niin sanottua latenssivaihetta eli lepovaihetta ennen murrosikää. Sisäistä energiaa riittää tällöin hyvin myös harrastamiseen. Alakouluikäisille lapsille tulisikin tarjota valtakunnallisesti matematiikka- ja tiedekerhoja, jolloin matemaattinen ajattelu kulkisi luontevammin osana arkea. Harrastamisen Suomi -malli on yksi luonteva väylä tähän. Sen tavoitteena on mahdollistaa jokaiselle lapselle ja nuorelle mieluisa maksuton harrastuskoulupäivän yhteyteen. Tätä kirjoittaessani valmistelemme valtakunnallista matematiikkakerhomateriaalia alakouluikäisille MAOL Suomen ja Helsingin yliopiston työntekijöiden kanssa. Materiaalista on tarkoitus tulla luokanopettajille paitsi valtakunnallinen, myös helpokäyttöinen ja vaivaton apu matematiikkakerhotoimintaan.

---

## Koulutustarvetta paikkaamaan

Seminaarisarjan aikana mediassa käytiin keskustelua, riittääkö luokanopettajien tämänhetkinen matematiikan opintojen aineenhallinta alakouluikäisten matematiikan opetukseen. Itse luokanopettajia ja eri asiantuntijoita kuunnellessa näkökantoja tuli puolesta ja vastaan sekä siltä väliltä. En voi ottaa tähän kantaa, koska en ole käynyt luokanopettajakoulutusta enkä nähnyt tutkimustuloksia, joissa tämä aukottomasti osoitettaisiin. Suomessa on jo tarjolla opettajille tutkimusperusteinen Josta-



vaan matematiikkaan -täydennyskoulutus varhaiskasvatuksesta lukioon. Tämä on merkittävä tukimuoto, joka vahvistaa opettajan opetustaitoja avata oikeaa matemaattista ymmärrystä oppilaille. Ongelmana tällä hetkellä puolestaan on se, että Suomesta puuttuu työaikaan sisältyvä opettajien yhtenäinen täydennyskoulutusjärjestelmä. Opettajan työn kuormittavuus on lisääntynyt viime vuosina niin paljon, että harva opettaja jaksaa vapaa-ajalla osallistua täydennyskoulutuksiin, vaikka ne olisivat laadukkaita.

Suomi on sinänsä onnellisessa asemassa matematiikan ja luonnontieteen saralla, että meillä on jo valmiina aktiivinen LUMA-keskus Suomi-verkosto. Se tarjoaa yksittäisiä maksuttomia täydennyskoulutuksia opetushenkilökunnalle heidän vapaa-ajallaan. Hallitukselta tarvittaisiin nyt pikaisesti taloudellista panostusta tähän valmiiseen verkostoon sen verran, että saisimme valtakunnallisen, yhtenäisen matemaattisten aineiden täydennyskoulutusjärjestelmän, johon opettajat osallistuisivat armeijan kertausharjoitusten tyyppisesti. Kunnille pitäisi antaa joko mahdollisuus sijaiseen täydennyskoulutuspäivänä tai kouluille lupa päästää oppilaat niinä päivinä kotiin aiemmin, kun opettajilla on ”kertausharjoitukset”. Tällä toiminnalla vahvistuisi opettajien ammatillinen osaaminen, jona puute seminaarisarjan aikana ilmeni.

Matematiikan taitojen vahvistamista voidaan tuoda osaksi lasten arkipäivää jo varhain, samoin kuin musiikin ja urheilun harrastamistakin. Useat pienet alakoululaiset ovat yksin kotona kesäkuun alussa, kun vanhemmat ovat töissä ennen kesälomiensa alkua. Koulujen tilat ovat tyhjiään. Opettajaopiskelijat joutuvat usein työskentelemään muissa kuin oman alan kesätöissä. Tässä olisi yksi tehokas tapa järjestää yhteistoiminnallista, matemaattisia taitoja vahvistavaa päivä- ja leiritoimintaa. Olen järjestänyt tiede- ja matematiikkapajoja yhdessä aineenopettajaopiskelijoiden kanssa kesäkuun alkuvuokoina. Lukiolaiset ovat olleet niissä ohjaajina ja päässeet samalla käyttämään ja soveltamaan käytäntöön teoreettisia lukio-opintoja. Tätä tulisi organisoida valtakunnallisesti, jotta se olisi tasavertaista ja mahdollista myös pienillä paikkakunnilla. Kunnissa yhteistyö on tärkeää, jotta pajoille löytyvät sopivat tilat.

Matematiikan oppimisen ongelmat kasautuvat oppiaineen kumulatiivisuuden takia, jos oppilaan osaamisen aukkokohtia ei paikata riittävän ajoissa. Oppilas kokee matematiikan opiskelun epämiellyttävänä, koska aiemmat aukkokohtat häiritsevät uusien asioiden oppimista ja ymmärtämistä. Käsiteltävät asiat häviävät tavoittamattomiin. Pahimmillaan hän kokee pettymyksiä pettymysten perään, kun hän yrittää ratkaista jotakin eikä osaa. Minäpystyvyys alkaa horjumaan. Matikkainho on syntynyt, ja tunti tunnilla se juurtuu yhä syvemmälle. Peruskouluun on välttämätöntä saada lisää aikuisia, pienemmät ryhmät ja lisää tukea niille oppilaille, jotka sitä tarvitsevat matematiikassa. Osaamattomuuden kierre etenee kumulatiivisessa aineessa nopeasti, ja se näkyy jo pitkäaikaisissa PISA-tuloksissa.

Opettajan on lähes mahdottomuus seurata jokaisen oppilaan matemaattisen osaamisen kehitystä suurissa ryhmissä ja pitkällä aikavälillä. Hänellä pitäisi olla tiedossa kunkin oppilaan vahvuudet ja heikkoudet matematiikan eri osa-alueilla, jotta hän voisi kannustaa heitä heidän omalla yksilöllisellä oppimisen polullaan. Tätä ei oppilaan näkökulmasta tue laisinkaan se, että joissakin kouluissa opettajat ja sijaiset vaihtuvat tiuhaan. Yksittäisen opiskelijan oppimisen kehittyminen ei ole pahimmillaan kenenkään hyppysissä ratkaisevina vuosina. Suomesta puuttuu yhtenäinen seurantajärjestelmä, jossa lasten taitojen karttumista matematiikassa kerättäisiin varhaiskasvatuksesta lähtien. Tämänkin kirjan sivuilla on tarjolla tutkijoiden ja tutkimustulosten pohjalta kehitettyjä valmiita alustoja oppilaiden matematiikan taitoalueiden keräämiseen, mutta näiltä osin puuttuu valtiovallan apu: päätös ja resurssit.

---

## **Yläkouluun työrauhaa ja tasoerojen huomioimista**

Yläkoulun alkaessa siirrytään abstraktimpaan ajatteluun matematiikan oppimisessa. Samaan aikaan nuorilla alkavat murrosiän haasteet tunnepuolen kehityksessä. Oppimisympäristö on nuorelle itsessään jo haastava, varsinkin jos luokassa ei ole työrauhaa ja turvallinen ilmapiiri. Matemaattisissa aineissa vaaditaan pitkäjänteistä ajattelua, mikä puolestaan vaatii rauhallisen oppimisympäristön. Kärjistäen: oppiminen lähtee työrauhasta ja opiskelu työnteosta.



Innostava opettaja on merkittävä tekijä turvallisen ilmapiirin luomisessa. Mediassa puhutaan tällä hetkellä koulussa vallitsevasta kännykkäkulttuurista, joka haastaa opiskelun, opettajan arjen ja oppilaan oman olon oppitunneilla. Puhelimet olisi syytä jättää kokonaan pois peruskoulun oppitunneilta oppilaiden viihdekäytöstä, koska työympäristö on jo muutenkin rauhaton. Oppilaalla olisi edes yksi paikka, jossa hän saisi keskittyä, ja vain yhteen asiaan – opiskeluun.

Yläkouluikäisten innostaminen matematiikan pariin on työlästä ja vaatii vaivannäköä. Oppilasryhmät voivat olla hyvin heterogeeniset ja oppimisen tasoerot hurjia. Samanaikais- ja yhteisopettajuudesta, joita myös Karvi suositteli tutkimustulostensa pohjalta joulukuussa 2023, on apua heterogeenisten ryhmien opetuksessa, jos ryhmäkoko ei kasva jättimäiseksi. Erityisopettajan läsnäolo ja jouheva yhteistyö samanaikais- ja yhteisopettajuudessa tuo merkittävän tuen heikoimpien oppilaiden taitojen edistämisessä.

Erityinen huoli on oppilaista, joilla olisi luontaista kiinnostusta opiskella ja päästä kypsemmälle matematiikan ajattelun tasolle mutta jotka eivät pääse etenemään nykyisen koulujärjestelmän rakenteiden takia. Pahimmillaan edistyneet oppilaat oppivat siihen, että matematiikan oppimiseksi ei tarvitse tehdä töitä, kun se on niin ”helppoa”. Tätä varjostaa se, että yksi opettaja on luokassa riittämätön 20–30 murrosikäisen oppilaan kanssa, joiden osaamisen tasoero on jo useita vuosia. Usein joudutaan menemään heikoimpien oppilaiden osaamisen mukaisesti. Samaan aikaan tarjolla olisi yläkoululaisille paljon kilpailutoimintaa, matematiikkadiplomien suorittamismahdollisuuksia, etämatikkakerhoja, kesätiedeleirejä ja paljon muuta, mutta valitettavasti yhden opettajan aika ei riitä tämän kaiken tiedon etsimiseen ja tarjoamiseen oppilaille. Tämä vaatii opettajalta melkoisesti aikaa ja vaivaa vapaa-ajalla ja kesälomalla, koska yhteiskunnassamme ei ole yhtenäistä opettajien täydennyskoulutusjärjestelmää tai keskitettyä viestintää tarjolla olevista mahdollisuuksista edistää matematiikkataitoja.

Heikoimpien ja keskitason opiskelijoiden motivointi on merkittävä ja haastava osa yläkouluopettajan arkea. Ensisijainen tehtävä on noudattaa opetussuunnitelmaa ja oppia siihen kirjatut tavoit-

teet, mutta opettamis- ja oppimiskeinoja tähän on monia. Laskurutiinin hankkimisen ohella oppilaita innostaa, kun he näkevät, mihin oppitunneilla opittuja matematiikan taitoja käytetään käytännön työssä tai jatko-opinnoissa. Oppimista vahvistaa, jos oppilaat pääsevät itse käyttämään opittuja taitoja tai jopa opettamaan niitä toisille. Yritys- ja oppilaitosyhteistyöllä voi olla merkittävää antia heterogeenisten ryhmien oppilaiden motivaation lisääntymiseen. Vierailu matemaattisen mallinnuksen tai taloushallinnon yrityksessä voi olla nuorelle silmiä avaava kokemus. Lasku- ja tiedepajan järjestäminen kevään viimeisellä viikolla alakouluoppilaille voi vahvistaa yläkoululaisen minäpystyvyyttä matemaattisten aineiden oppimisen ja opettamisen äärellä. Matikkakahvilatoiminta yläkoulussa auttaisi niitä nuoria, joilla ei ole kotona matematiikkaa osaa-vaan aikuista.

Heterogeenisten ryhmien opetuksessa monipuoliset opetusmenetelmät ovat tärkeitä, koska luokassa on yhtä monta erilaista oppijaa kuin on oppilastakin. Toiminnallinen matematiikka, puhe-matematiikka, mittaustehtävät ynnä muut tarjoavat tukea matemaattisen ymmärryksen kehittymiselle. Keskeistä on harjoitella lähestymään asiaa myös eri näkökulmista, mikä tukee ongelmaratkaisutaitojen kehittymistä. Ongelmaratkaisutaito on muuttuvassa maailmassa lähes päivittäin tarvittava ominaisuus myös tulevassa työelämässä.

Yläkoulun matematiikan opettamista häiritsee työrauhaongelman lisäksi myös koulutusrakenteen pirstaleisuus. Opettajat vaihtuvat pahimmillaan vuoden välein. Oppitunnit ovat lyhyitä, ja yhä enemmän on koulun yhteistoiminnallisia tilaisuuksia, jotka syövätkin oppitunteja. Yhteisöllisyyttä tukevat tilaisuudet ovat nekin tärkeitä, ja niillä on koulussa oma tehtävänsä, mutta ne asettavat haasteet sille, että yläkoulussa ei ehditä opiskella opetussuunnitelman sisältämiä asioita. Tämä kustautuu oppilaille jatko-opinnoissa myöhemmin. Koulun johto ja henkilökunta on haastavan tehtävän edessä päättäessään, mihin kaikkeen koulun yhteiseen toimintaan käytetään aikaa oppitunneista.

Vaihtuvat oppilasryhmät haastavat myös opettajan mahdollisuuden seurata yksittäisen opiskelijan oppimista: Kuka tietää yksittäisen oppilaan aukkokohtat matematiikan taitojen oppimisrakenteessa?



Kuka paikkaa niitä oppilaan kanssa? Kuka oppilasta yleensäkin auttaa, jos kotona ei ole matematiikkaa osaavia vanhempia? Kuka loppujen lopuksi seuraa yksittäisen oppilaan matemaattista oppimispolkua ja sen kehittymistä? Koulussamme on aikuisvajae, jonka paikkaamiseen tarvitaan yllhallituskautinen pysyvä resurssi, jotta kouluun saadaan riittävästi aikuisia.

Murrosiässä nuorten kiinnostuksen kohteet muuttuvat luonnollisesti tunne-elämän vaikutuksesta, mutta hakeutumista matematiikan ääreen ei ainakaan edistä se, että laskemisen rutiini ja ymmärrys asioihin on jäänyt puutteelliseksi. Yläkouluikäisten nuorten tasoerot ovat Karvin julkaisujen mukaan jo useita vuosia. Se kertoo siitä, että joukossa on oppilaita, joilla on hyvin heikot taidot matematiikassa, ja toisaalta myös niitä, jotka ovat erityisen edistyneitä. Tasoerojen takia yläkoulun oppimateriaalin tulisi olla monipuolisesti eriyttäviä, koska varsinaiset tasoryhmät Suomessa eivät ole sallittuja.

Peruskoulun arvioinnin päättökriteereitä on äskettäin pyritty yhtenäistämään. Kuka pystyy kuitenkin valvomaan sitä, toteutuvatko ne tasavertaisesti? Toisinaan keskustelua käydään siitä, pitäisikö yhdeksännen luokan keväällä olla kaikille nuorille pakolliset valtakunnalliset kokeet. Tällä hetkellä ei ole yhteistä mittaria, mikä vaikuttaa pahimmillaan epätasa-arvoisesti nuorten saamiin opiskelupaikkoihin lukiossa tai ammatillisessa koulutuksessa. Yhteinen pakollinen valtakunnallinen päättökoe matemaattisissa aineissa kannustaisi nuoria tekemään töitä yläkoulun arjessa. Tämä voisi vahvistaa myös objektiivisempaa päättöarviointia, jolloin jatkokoulutukseen haettaisiin tasavertaisemmasta asemasta. Yhteiskunnallisesti saataisiin myös tarkempaa tietoa siitä, mikä on peruskoulun päättävien todellisempi osaamisen taso.

---

## Lukiossa opiskellaan yhdessä ja katsotaan jo koulumaailman ulkopuolellekin

Lukio-opetuksen nopea tahti on monelle sokki, vaikka ensimmäinen matematiikan opintojakso on yläkoulua kertaava. Ryhmäkoot voivat olla suuret ja kotityömäärä lisääntyy. Etenemistahtia säätelee periodijärjestelmä ja tasoa pitävät yllä lähestyvät ylioppilaskirjoitukset. Ajankäyttöä kiristää se, että

samaan aikaan pitää ottaa haltuun sähköiset laskinohjelmat sekä ymmärtää ja maksua uusi opetettava asia. Seuraavalla oppitunnilla on jo taas uusi asia käsiteltävänä. Entiset aukkokohtat kummittelevat, eikä niitä ehdi paikkamaan. Onko ihme, jos tässä pikajuoksussa nuoret menettävät kiinnostuksen matemaattisiin aineisiin? Yksinkertaisesti matematiikan oppimiseen ja kypsymiseen tarvittaisiin enemmän aikaa.

Oppivelvollisuuden voimaantulo toi lukio-koulutukseen lisämuuttujia. Opiskelijoiden tuen järjestelmä on alkutekijöissään varsinkin matematiikan oppimisongelmien osalta. Pitkän matematiikan tunnilla erityisopettajan on vaikea olla mukana oppituntityöskentelyssä, jos hänellä itsellään ei ole matematiikan opettajan pätevyyttä. Lähtötasotestien käyttöön lukion aloituksessa ei ole yhtenäistä käytäntöä kaupungeissa, joista näkisi opiskelijan koko matematiikan opiskelun koulupolun. Erittäin harmillista on, jos opiskelijan minäpystyyvyys ja minäkuva matematiikan oppijana vääristyy tämän tuen puutteesta.

Toisaalta lukiokoulutukseen hakeutuu myös matemaattisesti edistyneitä opiskelijoita, jotka voivat turhautua, kun asioita käydään isoissa ryhmissä heille liian hitaalla tempolla. Opettajana on syytä olla hereillä ja eriyttää tarvittaessa, jotta edistyneiden opiskelijoiden into ei lopahda riittävän haastavien tehtävien puutteesta. Oppikirjoissa ajattelua herättäviä, haastavia tehtäviä on tällä hetkellä liian vähän edistyneille opiskelijoille. Ylioppilaskirjoitusten tehtävät ovat matemaattisen ymmärtämisen näkökulmasta puolestaan laadukkaita. Verkko osaamistason, oppikirjamateriaalien ja ylioppilastehtävien viidakossa alkaa vuotaa, kun siihen lisätään vielä opiskelijoiden aiemmat aukkokohtat.

Heikkojen ja tukea tarvitsevien opiskelijoiden matematiikan opiskelua voi tukea koulukohtaisella laskupaja- ja matikkamaratontoiminnalla. Laskupaja on yhteisöllinen vapaaehtoisuuteen pohjautuva oppimistapahtuma. Opiskelijat voivat tulla koulupäivän jälkeen yksin tai kaverien kanssa koulun tilaan laskemaan kotitehtäviä, kyselemään ongelmakohtista tai harjoittelemaan kokeeseen. Opettaja on heitä siellä neuvomassa. Nuoret neuvovat myös toisiaan. Parhaimmillaan tämä oppimista tukeva muoto lähteekin ruokkimaan itse itseään. Opiskelijat





Kuva: Pixabay

oppivat syvemmin asioita, kun selittävät ja opettavat niitä toisille.

Suuressa lukiossa työskennellessä laskupajassa saattaa olla 20–40 opiskelijaa yhtä aikaa ja tarvittaessa meitä on kaksi opettajaa auttamassa. Toisaalta tukiovetustunteja ei tarvitse juuri pitää, kun opiskelijat mieltävät laskupajan tukimuotona. Laskupajassa voi tehdä myös rästiin jääneitä matematiikan tai luonnontieteiden testejä, jos on ollut esimerkiksi testin aikaan sairaana. Tämä helpottaa opettajan ylimääräistä työtä paljon, kun ei tarvitse erikseen järjestää tilaa ja aikaa opiskelijan uusintatestien pitoon. Samoin opiskelijan ei tarvitse pelätä niiden tekemistä oppitunnilla, jolloin jäisi jälkeen taas uusista opiskeltavista asioista. Laskupajassa on usein tarjolla kahvia tai suklaata. Joidenkin opiskelijoiden mielestä se motivoi hädän hetkellä, kun tekisi mieli lähteä kotiin tekemättä yhtään mitään koulupäivän jälkeen. Toisaalta taas jokunen opiskelija on sanonut, että laskupajassa saatua onnistumisten tunnetta ei voita edes suklaa. Kun on pitkään yrittänyt jotakin tehtävää ja se yhtäkkiä ratkeaa, niin endorfia virtaa. Yhteisöllisessä oppimistapahtumassa iloon yhtyy usein muutama muukin seuralainen ja desibelit ovat sen mukaiset. Opettajasta puhumattakaan. Laskupaja on kustannustehokas toimintamuoto,

koska se säästää tukiovetuskuluja. Nykyisessä työpaikassani Kastellin lukiossa pidämme laskupajaa auki puolitoistatuntia kerran viikossa.

Matikkamaratoneja järjestin edellisessä työpaikassa pienemmässä lukiossa. Tarkemmin sanottuna se oli puolimaraton. Laskettiin tehtäviä niin monta sekuntia kuin maratonissa on metrejä ja jaettiin se aika kahdella. Toisin sanoen laskettiin matematiikkaa kuusi tuntia putkeen. Opiskelijat olivat niin innokkaita tähän, että tulivat lauantaisinkin maratonille, jos vain niitä järjestin. Välillä hain autolla peräkontillisen omakustanteisia pitsoja lähipitseriasta. Maratoneilla harjoiteltiin myös tehokasta työskentelytapaa ajatustoimintoja vaativan oppiaineen äärellä. Tehtiin muun muassa tautusuunnitelmat etukäteen kullekin, jotta työteho pysyi mahdollisimman pitkään eheänä. Yleisimmin opiskelijat pitivät vähän reilun tunnin työrupeaman jälkeen pienen tauon pingiksen peluun, juttelun, taukojumpan tai kahvikupposen äärellä. Tätä pitkäjänteisyyteen harjoitettavaa toimintamuotoa järjestin mielenkiinnosta talkootyönä pienessä kunnassa.

Lukiomatematiikan opiskelu on teoreettista ja kehittää ajattelua. Liikuntaa sisältävät toiminnalliset matematiikan tehtävät sopivat hyvänä vaihteluna oppitunneille, joilla enimmäkseen työskennellään

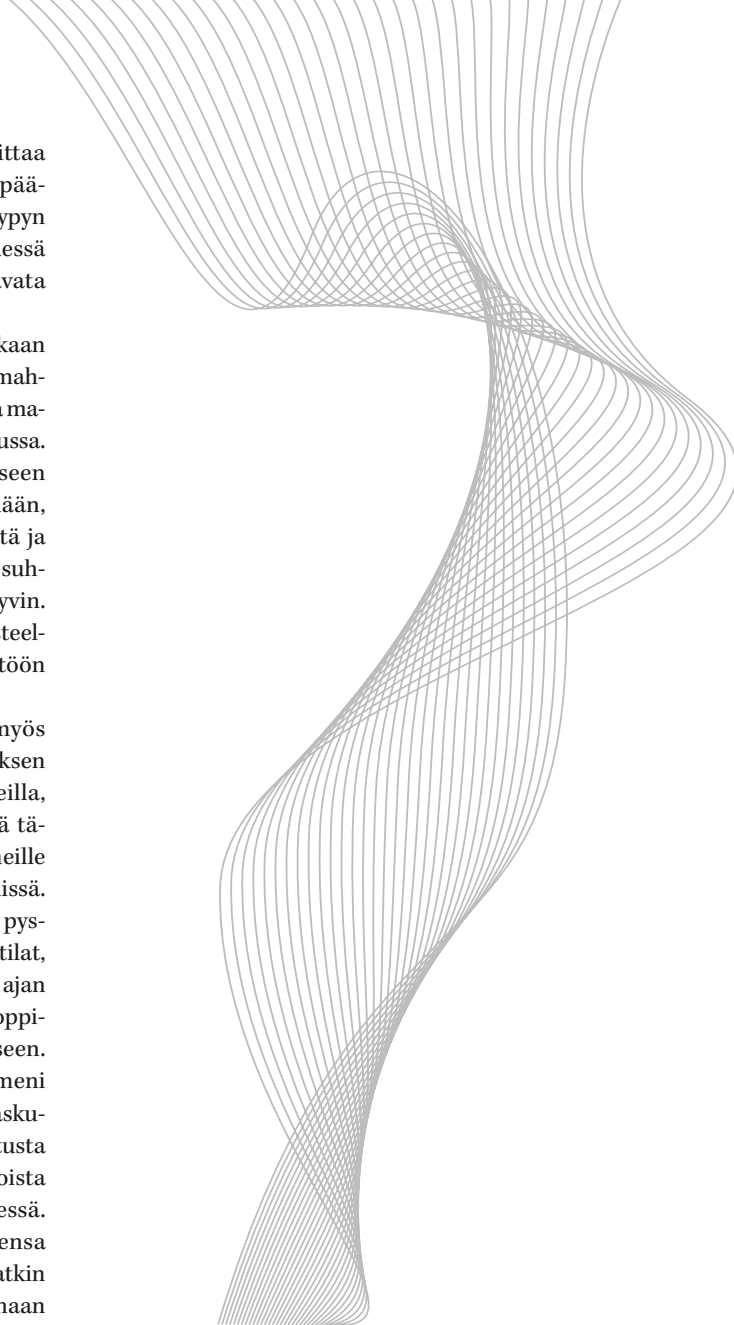


tietokoneen äärellä. Joskus tehtävän voi laittaa qr-koodin taakse lukiorakennuksen toiseen päähän, jolloin opiskelijat ottavat pienen happihypyn samalla kävellessä etsimään tehtävää. Kävellessä ajatuksetkin lähtevät liikkeelle ja saattavat avata uusia näkökulmia lähestyä tehtävänantoa.

Ylipistoyhteistyön lisäksi lukiomatematiikkaan voisi enemmän kehittää myös yritysyhteistyön mahdollisuuksia. Parhaillaan olen mielenkiintoisessa matemaattisen mallinnuksen yritysyhteistyökokeilussa. Järjestän motivoituneille lukiolaisille yritykseen opiskelijavierailuja, jossa he pääsevät näkemään, mihin teoreettisia lukiomatematiikan käsitteitä ja osa-alueita käytetään käytännön työssä. Siellä suhteutuu myös se, mikä on oleellista opiskella hyvin. Konkretian kokeminen tepsii vielä toisellakin asteella, kuten alakoulussa. Teoriaa yhdistyy käytäntöön ja käytäntö avaa lisää teoriaa oppitunneilla.

Osa edistyneistä opiskelijoistamme on myös tehnyt harjoitustöitä matemaattisen mallinnuksen yritykseen niillä pitkän matematiikan kursseilla, joista he osasivat jo kaikki asiat. Käytännössä tämä tapahtui niin, että yrityksestä annettiin heille harjoitustyö, jota he tekivät neljän hengen tiimissä. Heillä oli yrityksessä oma mentor-ohjaaja, jolta pystyi tarvittaessa kysymään apua ja joka esitteli tilat, henkilökunnan yms. Opiskelijat viettivät saman ajan harjoitustyön parissa kuin toiset lukiolaiset oppitunnilla ja lopuksi osallistuivat päättökokeeseen. Harjoitustyö liittyi kurssin sisältöön, mutta meni paljon syvemmälle matemaattisen tiedon ja laskutoimitusten puolesta. Samalla nuori sai kosketusta työelämään ja sen käytänteisiin. Osa opiskelijoista innostui jatkamaan myös kesätoissa yrityksessä. Syksyllä kouluun palatessa heidän osaamisensa laatu oli jo niin kypsynyt, että se pisti opettajatkin positiivisen mietteliääksi: oli onnistuttu ohjaamaan opiskelijoista itseä viisaampia.

Seuraava askel yritysyhteistyössä on opettajavaihto. Menen muutamaksi päiväksi yritykseen perehtymään sen työmuotoihin matemaattisen mallinnuksen äärellä. Pääsen syvemmälle näkemään matemaattista mallinnusta ja itsekin kokeilemaan sekä tekemään sitä käytännössä. Toivon saavani tästä uudenlaisia tehtäväideoita käytännön työhön lukioon. Samoin osallistun yrityksen koulutuspäivään, jossa yrityksen työntekijöitä koulutetaan



**Jos lasten ja nuorten matemaattisten aineiden osaamista halutaan nostaa takaisin entiselle tasolle, se vaatii aikaa ja pitkäjänteistä työskentelyä.**



mallinnuksen saloihin. Vastavuoroisesti yrityksen työntekijät ovat käyneet lukiossamme pitämässä matematiikkakerhoa eri aihepiireistä, kuten esimerkiksi värähtelymekaniikasta. Samoin he ovat esitelleet yritystä opiskelijoille siitä näkökulmasta, mitä taitoja tarvitaan matemaattisia aineita sisältäville aloille. Suunnitteilla on myös arviointipäivä yrityksessä. Siinä pitkän matematiikan opintojakson yhtä osuutta arvioidaan yhteistyönä työelämärekrytöinnin kanssa.

---

## Talkoisiin!

Matemaattisen osaamisen rakentuminen on hyvin monisyinen prosessi. Jotta opitaan, tarvitaan ajattelua kehittävässä oppiaineissa koulussa pitäisi työrauha, myös joukko muita tekijöitä, joiden yhteisvaikutuksessa oppilas voi ajattelussaan kehittyä. Yksi tekijöistä on aineenhallinnan osaava ja pedagogisesti taitava opettaja, jolla on kannustava asenne oppilaisiin. Samaan suuntaan viitattiin Karvin tutkimustulosten julkistamistilaisuudessa joulukuussa 2023, jossa annettiin suosituksia heidän laatimiensa raporttien III ja IV pohjalta: ”Kouluissa tulee vahvistaa kannustavaa ja turvallista ilmapiiriä ja työrauhaa”. Opiskelijan innostuksen ja motivaation herättäminen on yksi keskeisimpiä ja haastavimpia tehtäviä varsinkin näinä aikoina, kun opiskelijoiden ajasta kilpailevat somemaailman houkutukset.

On selvää, että peruskoulu tarvitsee lisää rahoitusta kriisistä selviämiseen tai muuten oppimisen kriisi syvenee vain entisestään. Luontevaa on lisätä rahoitusta suoraan kouluille, sillä kuntien hierarkkisessa käsittelyssä rahat eivät aina päädy välttämättä luokahuoneisiin asti. Toinen pelastava mahdollisuus on LUMA-keskus Suomi, jolla on valmiit rakenteet ja tutkimuspuolen osaaminen matemaattisiin aineisiin sekä vahva yhteys kentälle. Tarvitaan pysyvä rahoitus LUMA-keskus Suomelle laajentamaan toiminta koulutasolle asti valtakunnallisesti. Pyörää ei tarvitse rahoituksessakaan keksiä kokonaan uudelleen vaan hyödyntää jo olemassa olevia hyviä rakenteita.

Suomalaisten opettajien täydennyskoulutuksen yhteydessä kuulee puhuttavan hankehumpasta. Kaikki hankkeet eivät ole humppaa, mikäli ne ovat tarpeeksi pitkäkestoisia ja tehokkaita. Yk-

si merkittävä ja tarpeellinen hanke on Opetus- ja kulttuuriministeriön seitsemäksi vuodeksi rahoittama LUKEMA-verkosto. Se on lukion matematiikan ja luonnontieteiden opettajien kehittämisverkosto. Kun alkuun ilmoittaudivin mukaan vuonna 2019, hankkeessa oli mukana 18 opettajaa eri puolelta Suomea. Palasin juuri LUKEMA-päiviltä Virosta, jossa tutustuimme Viron matematiikan- ja luonnontieteen koulutusjärjestelmään. Nyt meitä oli mukana jo yli 200 lukion opettajaa Suomesta sekä yliopiston tutkijoita ja yritysten edustajia. Tämän hankkeen äärellä olen kokenut onnistunutta opetustyön kehittämistä, materiaalien ja ajatusten sujuvaa jakamista sekä oman oppiaineen osaamisen syventämistä laadukkailla luennoilla. Tämä on osoitus positiivisesta lumipalloeefektistä, joka on levinnyt kannattelemaan lukio-opettajia vaativassa työn arjessa. Käytännön opetustyöhön on saatu hankkeen välityksellä myös laatua. Järjestäjätahot Otaniemen lukio sekä Maunulan yhteiskoulu ja Helsingin matematiikkalukio ovat tehneet tässä suuren merkityksellisen työn lukion valtakunnallisen matematiikan ja luonnontieteen osaamisen tason ylläpitämiseksi. Eikö tällaista hanketta kannattaisi jatkaa?

Jos lasten ja nuorten matemaattisten aineiden osaamista halutaan nostaa takaisin entiselle tasolle, se vaatii aikaa ja pitkäjänteistä työskentelyä. Rinnalle tarvitaan tutkimusta ja aktiivista vuorovaikutusta yhteiskunnan eri toimijoiden välillä, koska aihe koskettaa laajasti muuttuvaa yhteiskuntaa. Toivoa vielä on, mutta aikaa ei ole yhtään hukattavaksi. Kirkkautta toivon tähteen toi juuri tullut lehdistötiedote. Siinä kerrotaan suomalaiskilpailijan **Aino Aulangon** saaneen kultamitalin tyttöjen matematiikkaolympialaisissa Euroopan kilpailijoiden parhailla pisteillä. Helsingin yliopiston matematiikan apulaisprofessorin **Anne-Mari Ernvall-Hytösen** mielestä tätä ei uskottu koskaan tapahtuvan ja on vähättelevää sanoa, että tämä on poikkeus. Yhdyn mieltäni ja kiitän Ernvall-Hytöstä siitä valtavasta elämäntyöstä, jota hän on tehnyt lukiomatematiikan oppimiskulttuurin eteen yhteistyössä.

Yhteisten asioiden vuoksi tarvitaan nyt yhteistä ponnistelua. Näihin matikkatalkoisiin, jotka tähtäävät osaamisen nousuun, kutsutaan mukaan kaikki kansalaiset vauvasta vaariin, isovanhemmatkin. Talkoot kannattaa aloittaa heti!



**PS. Pieni kysely luokan- ja matematiikan opettajien piirissä tuotti seuraavanlaisia ajatuksia:**

## ONGELMIA JOTKA TULISI RATKAISTA

### Alakoulu

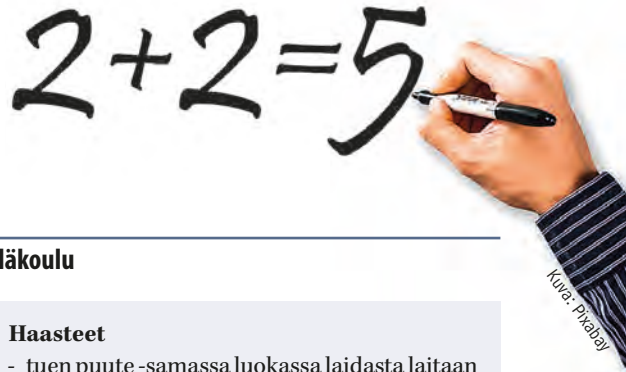
”Matemaattisten taitojen laajan skaalan huomiointi luokan sisällä on lähes mahdotonta. Kunkin oppilaan pitäisi saada harjoitella riittävästi ja oppia kunnolla edelliset asiat ennen seuraaviin siirtymistä. Matematiikan opiskelun pitäisi edetä yksilöllisesti. Kun lukuvuoden sisällöt pitää kuitenkin runnoa läpi, jää monelle oppimiseen aukkoja. Resurssit eivät riitä niitä paikkaamaan.”

”Opetukseen ja ryhmäjakoihin tulisi saada joustavuutta. Tukea tarvitseville pieni turvallinen ryhmä, jossa saa riittävästi tukea ja voi keskittyä opiskeluun. Muut pärjäävät isommassa ryhmässä, kun opettajan kaikki aika ei kulu tukemiseen. Tärkeää on myös ehtiä perustella eri asioiden yhteyksiä, jotta niistä muodostuu kokonaisuus, jolla pärjää toisella asteella.”

”Kirjat rakennettu oudosti. Keskitytään vain yhteen osa-alueeseen. Esim. Edellisessä jaksossa (Oivaltaja 2b) oli peruslaskutoimituksia (yhteen ja vähennys) eikä yhtäkään tehtävää esim. syksyllä opetelluista kertotauluista. Joka jaksossa pitäisi olla tehtäviä muistakin osa-alueista, vaikka edes joka kappaleessa yksi tehtävä!”

”Jokaiseen peruskouluun matikkaa opettavien käyttöön riittävästi konkretiavälineitä. Käyttöä olisi myös selkeälle didaktisesti käsikirjalle todennäköisesti ainakin aloittavien opettajien parissa. Tuntuu siltä, että nuoremmat kollegat eivät saa opinnoissaan enää yhtä hyviä eväitä opettaa, lienee sekä aineenhallinnan että ainedidaktiikan opetusta vähennetty liikaa.”

”Tuntimäärän lisääminen. Tällä hetkellä alkuopetuksessa on kolme vvt matematiikka ja (ainakin Helsingissä) kaksi vvt varhennettua kieltä. Suhde näiden kahden oppiaineen välillä on hämmäntävä. Nykyisellä matematiikan vv-tuntimäärällä ei alkuopetuksessa pärjätä. Oppilaiden esimatemaattisten taitojen laaja kirjo vaikeuttaa tilannetta sekini.”



Kuva: Pixabay

### Yläkoulu

#### Haasteet

- tuen puute -samassa luokassa laidasta laitaa oppilaita, aika ei riitä kaikille
- motivaation lasku, mikään ei kiinnosta, mitään ei haluta tehdä
- häiriköt luokassa

”Toivoisin päättökokeita, jotka mittaisivat todellista osaamista. Saisi ehkä oppilaat ponnistelemaan enemmän, jotta pääsee läpi/oppii asiat.”

”Pienet oppimisryhmät rauhoittavat ja opettajan aika riittää kaikille. Sama idea, kuin fysiikkaan = max 16 ryhmään.”

”Yksilöllistäminen on tehty mahdottomaksi ja erityisesti ensi syksynä, kun tulee uusi erityisopetuslinjaus. Erkan tulisi olla matikkaa lukenut, jos opettaa yksilöllistettyä. Tällaisia ei ole. Lisäksi arvosanan 5 kriteerit:” oppilas tuetusti selviytyy” toteutuu käytännössä kaikilla, kun opettajahan tukee kaikkia.

### Lukio

- Pohjat ei ole kunnossa.
- Lukion vaatimustaso on pysynyt samana, vaikka lukioon tulevien osaaminen on heikentynyt.
- Puutteita on ihan peruslaskutaidoissa ja laskurutiinia ei ole, jolloin perusjutut vievät ihan liikaa aikaa.
- Tarkastelemme aina meille valittujen opiskelijoiden peruskoulun päättötodistuksen keskiarvot. Keskiarvojen perusteella luulemme, että nyt meille tulee hyviä opiskelijoita. Totuus on kuitenkin toinen. Yläkoulun arvosanat eivät ole meidän mielestämme osaamistason mukaisia. Ja tämä koskee myös muita aineita



kuin matikkaa. Luku- ja kirjoitustaito on heikentynyt jne. Nämä arvosanan 5-6 opiskelijat usein vaihtavat pois lukiosta tai sitten jotenkin sinnittelevät ja ehkä valmistuvat.

- Tämä ilmeni myös Karvin tutkimustulosten julkaisuseminaarissa joulukuussa 2024. Peruskoulun matematiikan oppimisen taso on pitkällä aikavälillä laskenut, mutta arvosanat nousseet. Eli numerot ovat inflatoituneet. Syy ei ole peruskoulun opettajissa, jotka tekevät varmasti parhaansa näissä haastavissa olosuhteissa. Ongelmat ovat monisyiset ja yhteiskunnalliset.

”Pitkällä aikavälillä ops ja arvioinnin kriteerit ovat muuttuneet. Onko tällä merkitystä osaaminen vs arvosanat?”

”Aika ei riitä! Opiskelijoilla yhä huonommat perustaidot ja laskurutiinia ei ole. Lisäksi sähköistyneen yo-kokeen vuoksi asioita harjoitellaan sekä ilman laskinta että yritetään soveltaa cas-laskimella. Räävitään siis vähän molempia ja taas seuraavaan aiheeseen...”

”Huomattavasti useampi pystyisi oppimaan pitkän matikan asiat, jos aikaa asioiden omaksumiseen olisi 1,5-2 kertainen määrä. Ja ainakin nykyiset pitkän lukijat pystyisivät syventymään asioihin. Nyt se on sellainen läpjuoksu, tässäkin jaksossa 14-15 oppituntia viiteentoista kirjan kappaleeseen. Ja juu kirja ei ole ops, mutta kyllä niissä kaikissa kappaleissa on ihan opsin mukaista asiaa. Ei myöskään ole selvää, mitkä asiat pitää hallita käsin, ja mihin voi käyttää laskinta, ja niinpä suurin osa asioista opiskellaan kahdella tavalla. Murtolukujen hyvä osaaminen ja ensimmäisen asteen yhtälöt pitäisi hallita lukioon tullessa. Mielellään ne prosentitkin. Siis oikeasti hallita. Moni on suunnitellut ottavansa pitkän matikan, ja jo MAY:sta tulee arvosana (4)5-6, vaikka opiskelija ajatteli ”olevansa hyvä matikassa”. Jotain siis meni mönkään, joko lukiossa tai ennen sitä.”

”Enenevässä määrin kuulen lukiossa matikan kanssa tuskaveiviltä ykkösiltä: Olin yläasteella hyvä matikassa, numerot olivat kymppiä ja ysiä. Ja parissa ensimmäisessä pitkän kurssissa tulee jo seinä vastaan ja numeroksi seitsemää ja kuutosta.

”Ja näin opettajan näkökulmasta liian suurella osalla ihan vain sen takia, että:

- Ei jakseta tehdä oppitunnilla töitä, kun laskemiseen annetaan aikaa.
- Snäppi, kaverin kanssa juttelu, tietokoneella surffailu jne vie oppitunnista ison osan.
- Kaikkia ei ehdi ruoskimaan työntekoon, joka välissä.
- Ei tehdä kotitehtäviä.
- Ei ole ehtinyt tehdä kotitehtäviä, ei ole osannut (vaikka malliratkaisut ovat aina nähtävissä).
- Ei pysytäkään mukana lukion tahdissa.

Koko ajan tulee valitusta, että liian paljon asiaa ja liian nopeasti. Ekat koeviikot ykkösille ovat aina niin hellyttäviä, kun opiskelijat ovat aivan ihmeissään, että ”tuleeko tämä koko kirja kokeeseen????”

”Toki voi olla, että minä olen ihan huono matikanope, mutta kun meillä on kolme muutakin. En jaksa uskoa, että me kaikki neljä olemme ihan paskoja, ja emme saa niistä yläasteen kiitettävän oppilaista mitään aikaiseksi. Huonoilla arvosanoilla lukioon tulevien ongelmat ovat toisenlaiset. Pohjat ovat niin heikot jo ihan peruslaskutoimitusten suhteen, että näiden kanssa opettajana olen aika neuvoton.”

”Ei lukiossa hirveästi voi tehdä, jos ihan perus laskujärjestysasioista lähtien kaikki sylttää. Puhumattakaan potenssilaskuista tai murtoluvuista. Kerrataan se mitä pystytään, mutta monesti tällaisilla opiskelijoilla motivaatio matematiikkaan on aika heikkoa. Jos he eivät itse tee toistoja sen kolmen vuoden aikana ja treenaa, niin se on ihan sama, kuinka monta kertaa ope näyttää sen yhtälön ratkaisun heille, se kertoja  $3 \times n$  edestä siirretään kuitenkin sitten kokeessa toiselle puolelle yhtälöä miinus kolmoseksi...”

”Lyhyt matematiikka lähinnä lusitaan läpi, vaikka siitä saisi hyvällä yo-tuloksella pisteitä yliopistohakuun.” •



# LUKEMA-VERKOSTO ON LUKION MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEIDEN KEHITTÄMISVERKOSTO

Lukema-verkosto on kaikille lukion matematiikan ja luonnontieteiden opettajille, opinto-ohjaajille ja rehtoreille avoin yhteisö.

## Lukema-verkoston toiminta

Lukema-verkoston toimintaa koordinoidaan kahden valtakunnallisen kehittämistehtävän, Maunulan yhteiskoulun ja Helsingin matematiikkalukion valtakunnallisen matematiikan kehittämistehtävän ja Otaniemen lukion valtakunnallisen luonnontieteen kehittämistehtävän puitteissa.

Kehittämistehtäville on Opetus- ja kulttuuriministeriön myöntämä rahoitus elokuusta 2018 heinäkuuhun 2025 asti. Kehittämistehtävälukiot tuottavat yhdessä erilaisia tapahtumia ja materiaalia opetuksen tueksi. Materiaalit ovat saatavilla Lukema-verkoston verkkosivustolta osoitteessa lukemaverkosto.fi sekä Lukema-tiedekanaavalla YouTubessa.

## Kehittämistehtävien tarkoitus

Valtakunnallisten kehittämistehtävien tarkoituksena on kehittää ja levittää matematiikkaan ja luonnontieteisiin liittyvään pedagogiikkaan, toimintakulttuuriin ja oppimisympäristöihin liittyviä malleja ja hyviä käytänteitä sekä vahvistaa valtakunnallisesti opetuksellisia valmiuksia ja osaamista.

Kehittämistehtävään liittyy myös koulutuksen järjestäjien ja matematiikkaan ja luonnontieteeseen liittyvien toimijoiden, kuten yritysten ja korkeakoulujen yhteistyön kehittäminen ja edistäminen.

## Lukema-verkoston toiminnan alku

Lukema-verkoston toiminta alkoi vuonna 2018, kun uusien kehittämistehtävien turvin kokosimme lumate-erityislukioiden verkoston, jollaista ei tätä aiemmin ollut olemassa. Suomen 14 erityislukion ja muutaman luma-linjan kesken vietimme ensimmäisen Lukema-tapahtuman, Lukema2019, Aalto-yliopiston tiloissa Otaniemessä. Siitä lähtien olemme kokoontuneet erityistehtävälukioiden kanssa säännöllisesti, ja pikkuhiljaa Lukema-verkoston toimintaan on tullut mukaan runsaasti myös muita lukioita. Tällä hetkellä verkostossamme on yli 560 opettajaa joka puolelta Suomea ja kävijä- ja seuraajamäärämme kasvavat koko ajan.

## Lukema-tapahtumat ja Harppi-festarit

Lukema-tapahtumia on järjestetty Aalto-yliopiston lisäksi korona-aikaan virtuaalisena ja sen jälkeen pari kertaa hybridimallilla Otaniemen lukiosta. Lukema2023-tapahtuma järjestettiin Tukholman risteilynä ja keväällä 2024 tapahtuma pidettiin Tallinnassa. Lukema-tapahtumien järjestelyvastuu on ollut Otaniemen lukiolla. Keväällä 2024 järjestetyssä Lukema2024-tapahtumassa oli jo noin 200 opettajaa mukana.

Vastaavasti Maunulassa on järjestetty vuosittain Harppi-tiedefestarit, joihin on kutsuttu lukio-





# LUKEMA

## LUKION MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEEN KEHITTÄMISVERKOSTO

opiskelijoita opettajineen. Tapahtuma on kerännyt vuosittain noin 400 opiskelijaa ja opettajaa tieteen ihmeiden äärelle eri puolilta Suomea.

Ohjelmassa on ollut luentoja, työpajoja ja kaikenlaista muuta hauskaa yhteistä tekemistä.

Tapahtumiin osallistuminen on ollut kouluille ja osallistujille ilmaista. Se on ollut meille tärkeää siksi, ettei osallistuminen ei riippuisi lukion taloudellisesta tilanteesta. Myös majoitukset ja ruokailukustannukset on yleensä pystytty maksamaan samasta syystä. Molemmat tapahtumat ovat saaneet aina valtavan hyvää palautetta ja paikat on varattu heti täyteen, mikä kertoo tällaisten tapahtumien tarpeesta ja merkityksestä.

### Lukema-materiaalit

Olemme Otaniemessä tuottaneet Lukemaverkosto.fi -sivustolle erilaista materiaalia opetukseen: virtuaalivierailuja, virtuaalilaboratoriotöitä, pakopelejä sekä erilaisia kurssimateriaaleja, kuten Lääkekemian kurssimateriaali ja Taivaan mekaniikkaa - tähtitieteen kurssimateriaali. Maunula on tuottanut Pitkän matematiikan lisäisivut -paketin etevimmille lukio-opiskelijoille sekä kerhomateriaalia matikka-kerhojen käyttöön. Lukemaverkosto.fi -sivustolta löytyy myös runsaasti ohjelmointiin liittyvää materiaalia.

Lukema-tiedekanaavalle on tallennettu yli 200 videotallennetta, kuten luentotallenteita. Katsojia

videoilla on ollut yli 130 000 yhteensä ja suosituimmalla videolla on yli 34 000 katselukertaa. Lukemaverkosto.fi-sivustolla oli vuoden 2023 aikana yli 7,7 tuhatta kävijää.

### Lukema-verkoston merkitys

Lukema-verkostossa keskeisintä on ollut verkostoituminen. Lukio-opettajat ovat saaneet mahdollisuuden tutustua toisiinsa ja jakaa osaamistaan sekä ajatuksiaan niin toistensa kuin muiden toimijoiden, kuten yliopiston edustajien, kanssa.

Verkostoituminen on tapahtunut sekä virallisten tapahtumien että niiden ulkopuolella, mikä on edistänyt tiedonvaihtoa ja yhteistyötä entisestään.

Opettajat ovat kokeneet koulutukset ja materiaalit erityisen hyödyllisiksi myös sen takia, että ne on tehty ns. kentältä kentälle. Lukiot ovat tuottaneet koulutuksia ja materiaaleja lukioiden käyttöön, jolloin kaikki on syntynyt omasta tarpeesta ja samantyyppisistä lähtökohdista. Olemme saaneet myös paljon palautetta siitä, miten tärkeää on, että koulutukset ovat koskeneet vain lukiota, sillä silloin ne ovat keskittyneet juuri sellaisiin aiheisiin, joita on voinut hyödyntää omassa opetuksessa ja asioita on käsitelty sellaisella tasolla, josta lukion opettaja voi oppia jotain uutta. •



# OPETUKSEN KEHITTÄMINEN ON AVAINASEMAMASSA KESTÄVÄSSÄ KEHITYKSESSÄ

Opetuksella ja tutkimuksella on hyvin suuri merkitys kestävästä kehityksen tavoitteiden yhteensovittamisessa. Matematiikkaa ja luonnontieteitä tarvitaan keskeisesti teknologisten ratkaisujen kehittämisessä erityisesti muutostilanteissa. MAL on aloittanut keskustelun aiheesta ja käynnisti yhteistyössä MAOLin kanssa eminaarisarjan.

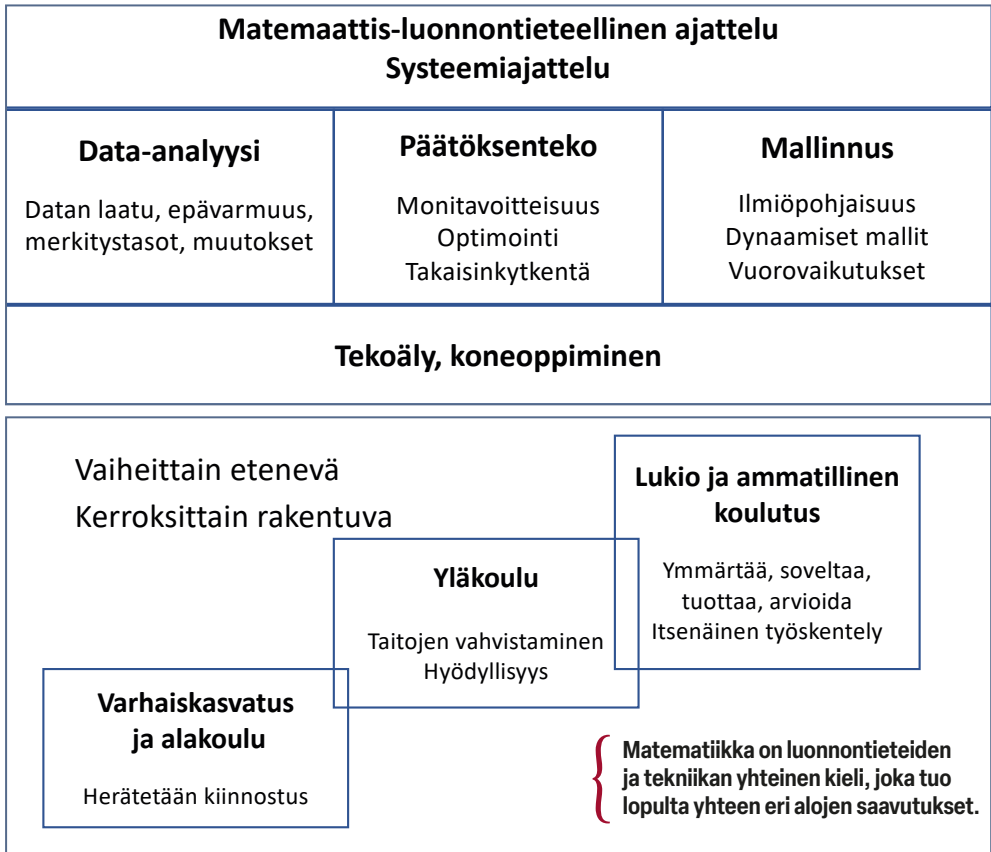
**O**saajien koulutuksen varmistamiseen tarvitaan koulutusjärjestelmän eri vaiheiden tasapainoinen toiminta. Matemaattisluonnontieteellisten alojen akateemiset (MAL) aloitti keskustelun koulutuksen ongelmien ratkaisemisesta keväällä 2022. Valmistelussa nousi esille juurihoidon tarve kaikilla kouluopetuksen tasoilla. MAL päätti aloittaa yhteistyössä Matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL) kanssa seminaarisarjan matematiikan kouluopetuksen kehittämisestä. Asian välttämättömyyden ja kiireellisyyden vuoksi MAL päätti vastata ensimmäisen seminaarin rahoituksesta.

## Kestävässä kehityksessä tarvitaan asioiden yhteensovittamista

Ilmastonmuutoksen torjumisessa tarvitaan monipuolisesti erilaisia ratkaisuja. *Kaavamaiset ratkaisut* olemassa olevia vaihtoehtoja kieltämällä tai rajoit-

tamalla on riittämättömiä. Vihreiksi hyväksytyjen vaihtoehtojen toteuttamiseen tarvitaan aikaa. Ei voida jäädä odottamaan tulevaisuudessa mahdollisesti saatavia joustavia laajennuksia näihin kapeisiin ratkaisuihin. Kestävä kehitys vaatii avointa vaihtoehtojen vertailua ja valintaa – ei kieltoja! Kaikissa ratkaisuisissa on sekä etuja että haittoja. Päätöksentekoon ja toteutukseen tarvitaan automaatioalalla hyödylliseksi todettua *systeemiajattelua yhdistettynä dynaamisiin malleihin ja takaisinkytkentään*. Ympäristön kannalta haitallisina pidettyjä ratkaisuja voidaan parantaa toiminnan kehittämisen kautta. Toisaalta ongelmia tuottavat myös vihreää siirtymää edistävät ratkaisut, jos niitä ei viedä eteenpäin tasapainoisesti. Työkaluja ei pidä rajata – on parempi pohtia niiden käyttömuotoja ja kehitysmahdollisuuksia.

On huomattava, että kaikki *rajoitukset heikentävät* saavutettavaa toiminnan optimin tasoa. Rajoituksia voidaan kuitenkin käsitellä pehmeästi monitavoitteiselta pohjalta. Näin voidaan edistää vihreää siirtymää vaiheittain saavutettavissa olevien resurssien sallimissa rajoissa. Tässä tavoitteita mukautetaan käyttöön otettavien resurssien pohjalta. Tämä lähestymistapa on keskeistä myös sen takia, että suurten muutosten tekeminen vaatii joka tapauksessa aikaa ja eri asioiden vuorovaikutusten ymmärtämistä. Määräpäivät toteutuvat parhaiten, jos myös uudet ratkaisut otetaan mukaan kokonaisuuteen kestävästi. Kaavamaisiin ratkaisuihin velvoittaminen ja päästöoikeuksien ostamisella uhkaavat toimet haittaavat monipuolisten yhteensopivien ratkaisujen kehittämistä.



### Kohteita ovat erilaiset muutostilanteet

Yhteensovittamisen tarve korostuu *energiajärjestelmissä*. Teollisuusneuvos **Timo Ritonummi** käsitteli tätä aihepiiriä hyvin monipuolisesti MALin vuosikokouksen esitelmässä ”Energiaa tarvitaan: tuotettava päästöttömästi, kestävästi ja edullisesti - onnistuuko?” Sääolosuhteiden ja tuotantomahdollisuuksien erot tulee ottaa huomioon. Polttaminen vähenee, mutta tuotannon työkaluna siitä ei ole tarpeen luopua. Vety on pohjimmiltaan energiasiiirrin ja siinä avain uusiin polttoaineisiin. Vedyllä on kyllä merkittävää näyttöä pelkistimenä terästeollisuudessa. Globaalisen tason todella suuret erot päästöissä ovat vaativat kehitystyötä. Uusiutuvia ratkaisuja tarvitaan monipuolisesti ja sähkö on vain osa ratkaisua.

*Ilmastonmuutoksen eteneminen* korostaa tarvetta vähentää päästöjä nopeasti, mutta siinä tulee toimia kaavamaisia ratkaisuja välttämällä. Hiilinielujen

toiminta ja biotalous liittyvät toisiinsa. *Biotalous* tuo uusia tuotteita, joten *maa- ja metsätaloutta* tulee käsitellä yhä enemmän ratkaisujen tuottajana – ei ongelmana. Skaala laajentuu sekä yhteiskunnan että yksilöiden tasolla. *Hyvinvointialueiden ongelmien* ratkaisemiseen tarvitaan kipeästi ennaltaehkäisyä, jossa korostuu tasapainoinen ravinto, liikunta ja palautuminen sekä poikkeamien tunnistaminen. *Elinkaarianalyysi* auttaa muodostamaan realistisen kuvan muutosten etenemisen mahdollisuuksista. Mukana tarvitaan *kasvihuonekaasujen* päästöjen laskentaa ja tekoälypohjaisia terveysasioiden kehittämisympäristöjä ratkaisujen kehittämisessä.

*Digitalisaatio* mahdollistaa kaikilla näillä alueilla eri näkökulmien tehokkaan yhdistämisen. Suuria toiveita on nostettu tekoälyn soveltamiselle. *Tekoäly* toimii kyllä ihmisen avustajana aikaisemmin tapahtuneiden ja käsiteltyjen tilanteiden kokoaamisessa. Sen avulla voidaan myös tuottaa erilaisia muunnelmia aikaisemmasta. Matkimisella on tietysti



aina ollut suuri merkitystä oppimisessa, mutta merkittävästi uudet tilanteet vaativat *asiantuntemusta*. Myös materiaaleissa oleva virheellinen tieto siirtyy helposti ratkaisuun. Uudet ongelmat tuovat uusia kysymyksiä, joista kaikille ei löydy tekoälyn rakentamiseen sopivaa *dataa*. Tekoälyn algoritmit ovat mukana matemaattisissa tarkastelussa.

---

## Matematiikan ja luonnontieteiden osaamista tarvitaan uuden teknologian kehittämisessä

*Asiantuntemusta* tarvitaan ja laajoista *menetelmäkokonaisuuksista* löytyy työkaluja syvällisempään tarkasteluun. Ilmiöpohjaisissa malleissa matematiikka tukee luonnontieteellisen asiantuntemuksen käyttöä. Älykkäät laskennalliset menetelmät tuovat mukaan ratkaisuja epälineaariseen mallinnukseen. Datapohjaiset ratkaisut hyödyntävät monenlaisia mallirakenteita. Dynaamiset mallit toteutetaan muutosta kuvaavien mallirakenteiden avulla. Optimoiminen on olennainen osa kaikissa datapohjaisissa ratkaisuissa. Tietojen merkitystasojen ymmärtäminen mahdollistaa mallirakenteiden tiivistämisen. Muutostilanteiden tunnistaminen aikaisessa vaiheessa mahdollistaa mukautumisen uusiin olosuhteisiin. Uudet haasteet vaativat urautumatonta menetelmäkehitystä.

---

## Opetuksen tehtävänä on tuottaa osaajat

*Matematiikka* on luonnontieteiden ja tekniikan yhteinen kieli, joka tuo lopulta yhteen eri alojen saavutukset. Luonnontieteet tarjoavat avaimia esitettävien ratkaisujen toimivuuden analysointiin ja toiminnan mitoitukseen. Uudet ratkaisut ponnistavat perustutkimuksesta. Siihen tarvitaan *matemaattis-luonnontieteellistä* ajattelua. MAL antoi kustantaja ja suomentaja **Kimmo Pietiläiselle** elämäntyöpalkinnon suomenkielisen tietokirjallisuuden edistäjänä, suomen kielen uudistajana ja yleissivistyksen kartuttajana. Hän on luonut kieleemme uutta käsitteistöä, jonka avulla suomen kielen sisältämä ajatusmaailma pysyy olennaisena osana suomalaista tieteellistä ajattelua.

Tarvitaan *monenlaisia osaajia eri aloilla!* Urautumattomat-kirja ja MAL-lehti kertovat tästä monia tarinoita. Mahtavaa matematiikkaa

-tapahtumien elokuvat tuovat esille merkittäviä matemaatikoita. Opinnäytetöitä ja väitöskirjoja on palkittu jo neljännes vuosisata. Näin MAL pyrkii innostamaan myös jatkuvaan oppimiseen. Kaikki alat tarvitsevat matematiikkaa ja luonnontieteet ovat keskeisiä uuden teknologian rakentamisessa. Kukaan ei voi hallita kaikkia tarvittavia asioita.

---

## Kouluopetus kohtaa suuria haasteita

Kouluopetus on keskeisessä asemassa osaamisen jatkuvuuden varmistamisessa. Valitettavasti nyt alkaa olla pulaa osaaajista samaan aikaan, kun monet ristikkäiset talouden haasteet vaativat yhä monipuolisempien kokonaisuuksien hallintaa. Tutkimus- ja kehittämisrahoituksen tason merkittävä nostaminen tuo määrällisiä lisävaatimuksia. Etenkin huippuasiantuntijoiden koulutus vaatii, että aikaisemmat vaiheet ovat kunnossa.

Yliopistoissa ja yrityksissä on noussut esille huoli matematiikan ja luonnontieteiden kouluissa saavutettavan *oppimistason heikentymisestä*. PISA-tuloksien romahduksen lisäksi ongelmia näkyy monella tavalla jo opetuksen eri vaiheissa: varhaisnuoret eivät kiinnostu matemaattisista aineista: pitkäjännitteinen ajattelutyö ei innosta; lukilaiset kokevat matemaattiset aineet haastaviksi; korkea-kouluissa aloittavilla on suuria puutteita; alan opettajien aloituspaikat eivät täyty; yliopistoissa joudutaan antamaan tukiopetusta riittävän aloitustason saavuttamiseksi. Tilanne on valtakunnallisesti vakava. Tutkimukseen ja kehitystyöhön perustuva talouden uudistuminen on vaarassa. Matematiikan ja luonnontieteiden tarve riippuu työelämän alueesta, joten joka tapauksessa tarvitaan tasokursseja ja joustavaa etenemistä.

---

## Seminaarisarja kouluopetuksen juurihoitoon

Seminaarisarja etenee vaiheittain. *Kiinnostuksen herättäminen* alkaa jo varhaiskasvatuksessa ja alakoulussa. Omaksumisen edellytyksenä on, että ymmärtää mistä on kysymys. Painopisteenä on aluksi matematiikka, joka toimii yhteisenä pohjana luonnontieteiden ja tekniikan aloilla. Yläkoulussa haasteena on *motivaation säilyttäminen*, kun opetettava aineisto kasvaa. Luonnontieteiden vahva



mukaantulo ja tietoteknisten taitojen vahvistaminen voidaan tuoda esille matematiikan käyttökelpoisuuden osoituksena. Keskeistä olisi hahmottaa niiden ja teknologian *hyödyllisyys jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä ja yhteiskunnassa*. Ammatillinen koulutus täydentää tätä ja lukio jatkaa tavoitteenaan tuoda valmiuksia *ymmärtää, soveltaa ja tuottaa sekä arvioida* matemaattisesti esitettyä tietoa ja edistää matemaattis-luonnontieteellisen ajattelun merkitystä eri alojen kehittämisessä. Itsenäistä työskentelyä tulee lisää mukaan lukiossa ja ammatillisessa koulutuksessa. *Valmius ja taito oppimiseen* rakentuu kouluvuosien myötä. Kysymys turhaa vai erittäin tärkeää on keskeinen ja johtaa myös muuttuvissa olosuhteissa tarvittavaan *täydennyskoulutukseen*.

Ongelmiin etsitään ratkaisuja hyviksi todettujen käytäntöjen kautta vaiheittain painotetussa tiivistetyssä aikataulussa, jossa aikaisempien vaiheiden tarjoamat mahdollisuudet pidetään esillä ja tunnistetaan niille asetettavia vaatimuksia. Korkeakoulujen ja työelämän vaatimukset pidetään vaiheittain vahvistuen mukana seminaarin koko ketjussa. Motivaation kehittämistä ja ylläpitämistä tarvitaan myös kaikissa vaiheissa tuomaan myös aiemmin turhautuneita mukaan. Yliopistojen kouluyhteistyön laajentaminen on olennaista.

---

## **Toimintaympäristö on voimakkaassa muutoksessa**

Seminaarisarjan innoittamana kokosin tähän kuvauksen mahdollisesta toimintaympäristöstä, jossa nykyiset oppilaat ja opiskelijat tulevat valmistuttuaan työskentelemään. Energiantuotanto kytkee yhä tiiviimmin yhteen eri teollisuuden aloja ja ympäristöä. Vähähiilisiirtymä ja kiertotalous ovat vahvasti mukana. Ilmastonmuutoksen torjumiseksi halutaan tuottaa yhä enemmän vihreää sähköä ja vahvistaa hiilinielujä, mutta kaavamaiset ratkaisut nostavat esille uusia ongelmia. Näkökulmaa on laajennettava. Keskustelussa on eri-ikäisten metsien toimivuus hiilinieluinä. Hakkuiden vähentäminen ja metsien

rauhottaminen eivät ole kaikissa olosuhteissa hyviä ratkaisuja. Metsänhoidon avulla voidaan tehostaa hiilinielujen toimintaa. Metsätaloutta rajoittavat tuuli- ja aurinkovoiman laajentuminen ja sen seurauksena rakennettavat sähkölinjat vähentävät metsätalouden käytössä olevaa metsäalaa. Samaan suuntaan vaikuttavat metsien rauhoittaminen ja ennallistaminen. Metsätalous tarvitaan vahvemmin mukaan, koska se tuo sekä haasteita että ratkaisuja kestäväälle kehitykselle. Tässä ei ole kysymyksessä pelkästään taloudellisesti hyvin merkittävästä metsäteollisuudesta vaan ympäristön tasapainoisesta toiminnasta.

Energiantuotannossa ja varastoinnissa tarvitaan kaivosteollisuuden tuotteita, joiden päälle rakentuu uutta kemianteollisuutta. Suomen leveysasteilla kesän ja talven väliset erot vaativat monipuolisia energiaratkaisuja. Vihreää sähköä tuotetaan jo ylimäärin kesällä, mutta silti se ei riitä talven pakasilla. Ydinvoimaloiden lisärakentamisella voitaisiin hoitaa talviolosuhteet, mutta kesällä talvelle suunniteltu kapasiteetti on turhan suuri. Varastointi lämpönä on välttämätöntä ja siihen olisi järkevää liittää myös aurinko- ja geotermistä lämpöä sekä CHP-tuotantoa. Bioenergia sopii hyvin mukaan osaratkaisuna. Polttaminen kannattaa pitää mukana varmistajana ja sen tuottama CO<sub>2</sub> käytetään mm. sähköisten polttoaineiden tuottamisessa uudessa kemianteollisuudessa. Tasapainoisesti toimiva energiajärjestelmä varmistaa myös teollisuuden tarvitseman energian.

Mikään ei ole yksinään ratkaiseva tekijä, joten kaavamainen eteneminen ei riitä pitkään. MALin keskeisten alueiden, matematiikan, luonnontieteiden ja tietojenkäsittelyn, merkitys korostuu entisestään. Digitaalisuuden vahvistamisesta tulee välttämätöntä. Monitavoiteoptimointia tarvitaan ratkaisujen tuottamiseen ja linkaarianalyysiin tulee lisäulottuvuuksia ajan mukana tulevien muutosten kautta. Nämä asiat ovat yliopistojen ja tutkimuslaitosten tutkimuksessa ja siirtymässä opetukseen. Kouluihin näistä voi saada kannustavia esimerkkejä MaLu-aineiden ja teknologian merkityksestä. •







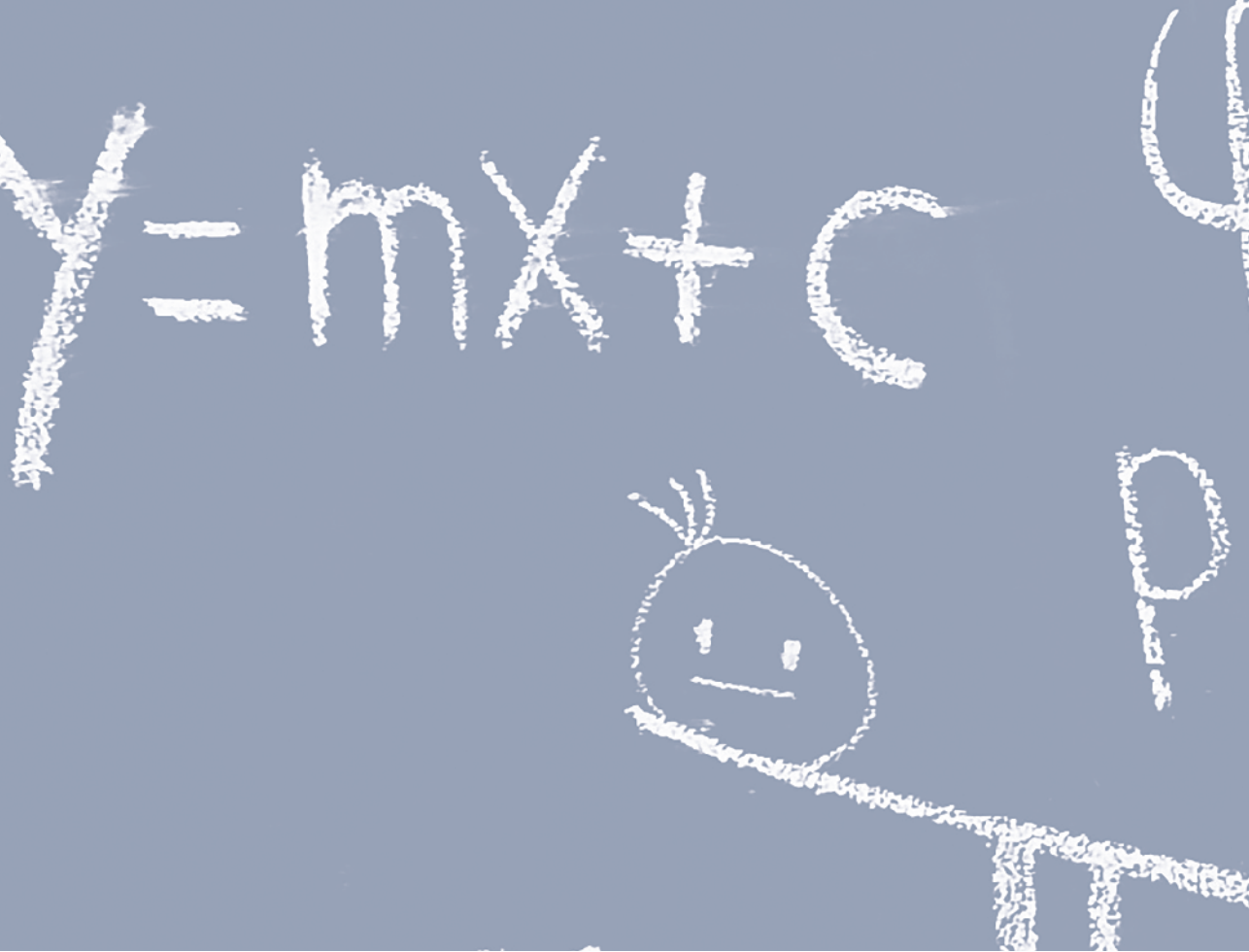


OSA II

**SEMINAARISARJA**







Aktuaari yhdistys

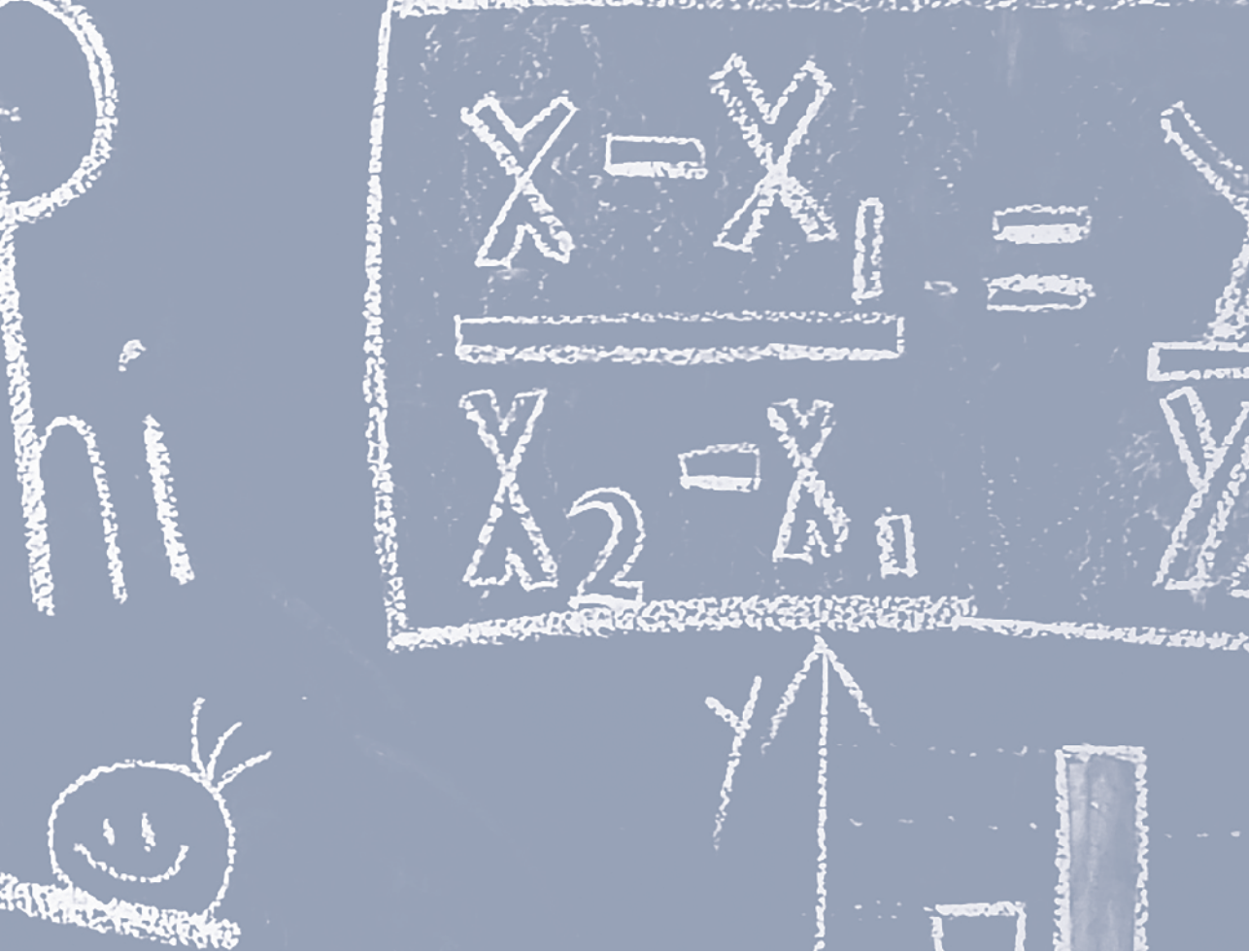


**KEMIANTEOLLISUUS**



Kuva: Pixabay





## VARHAISKASVATUS JA ALAKOULU



# SEMINAARISARJAN LÄHTÖLAUKAUS OULUSTA

Matematiikan kouluopetuksen ensimmäinen seminaari järjestettiin Oulussa lokakuussa 2022. Seminaarin tarkoituksena oli vahvistaa lasten matematiikkataitoja ja tukea opettajia matematiikan opetustyössä.

Seminaari keräsi noin 150 kuulijaa Kastellin monitoimitalolle, joiden joukossa oli eri asteiden opettajia, asiantuntijoita, tutkijoita, huoltajia ja muita aiheesta kiinnostuneita sekä median edustajia. Tilaisuus striimattiin kaikkialle Suomeen ja jätettiin tallenteeksi mal-liitto.fi sivustolle. Samaan aikaan Kastellin lukion opiskelijat järjestivät 60 alakoululaiselle tiede- ja matikkapajoja monitoimitalon tiloissa.

Seminaari sisälsi paneelikeskustelun, ständejä ja jutteluhetkiä alan asiantuntijoiden kanssa kahvittelun lomassa. Paneelikeskusteluun osallistuivat opetuskulttuurin kehittäjä **Pekka Peura**, Jyväskylän yliopiston apulaisprofessori **Tuire Koponen** ja Jyväskylän yliopiston lehtori **Päivi Perkkilä** sekä etäyhteydellä Turun yliopiston professori **Minna Hannula-Sormunen**. Laadukkaan tutkimustiedon lisäksi paneelikeskustelu tarjosi myös kosketuksia käytäntöön: videot opettajan työstä alakoulun matematiikan tunnilla sekä oppilaiden haastattelun matematiikan oppimisesta.

## Kannustavaa Pikkumatikkaa varhaiskasvatukseen

Paneelikeskustelusta nousi esiin lasten varhaisten matematiikkataitojen merkitys. Matematiikkataidot alkavat kehittymään lapselle jo syntymästään lähtien. Lasten matematiikkataitoja voi vahvistaa niin kutsutun pikkumatikan keinoin luontevasti arkisessa ympäristössä ja leikin lomassa. Lajitellaan erivärisiä eläimiä, lasketaan omenan viipaleita ja niin edelleen.

Alakoulua aloittaessa lasten osaamiserot voivat olla suuria johtuen erilaisista kasvuympäristöistä.



Kuva: Pixabay



**Matematiikkataidot alkavat kehittymään lapselle jo syntymästään lähtien.**

Alakouluopettaja on melkoisen haasteen edessä kohdatessaan nämä heterogeeniset oppilasryhmät. Oppilaalle olisi tärkeää, että hän ei koe huonommuutta matematiikan oppijana, vaikka lähtisikin heikommasta lähtökohdasta opiskelemaan alkuopetuksen matematiikkaa, kuin joku toinen. Siksi onkin tärkeä kannustaa pikkuoppilaita innokkaassa työssään. Pekka Peuraa lainatakseni ”kuka haluaa opiskella semmoista, jossa koko ajan tulee turpaan”.

### **Konkreettisia ja monipuolisia opetusmenetelmiä alakoulussa**

Opetuksen konkreettisuus ilmeni myös paneelikeskustelussa. Lapset ymmärtävät asioita ikänsä puolesta hyvin konkreettisesta näkökulmasta. Siksi sitä olisikin syytä hyödyntää opetuksessa. Videolähetykseltä nähtiin, että vaikeuksia ja haasteitakin matematiikassa kohdanneet oppilaat kokivat olevansa matematiikassa ihan hyviä, kun saivat siihen oikea-aikaista tukea konkreettisista apukeinoin. Opetuksen monipuolisuus tuli myös esille: matematiikan tunneilla apuna oli välineitä, vihkotyöskentelyä, opettajan havainnollistamista ja keskustelua. Luokassa on yhtä monta erilaista oppijaa, kun on oppilastakin. Monipuoliset opetusmenetelmät tukevat oppilaiden oppimista.

Paneelikeskustelussa ja ständeillä esille tuli myös ajan puute. Tahti on nopeaa, oppilaat eivät ehdi omaksumaan asioita ja aukkokohtia jää. Matematiikka muuttuu yhä inhottavammaksi, jos aukkokohtia ei ehdi kukaan koulutyössä paikkaamaan. Into loppahtaa. Kierre on valmis ja siitä on haastava nousta ylös varsinkin, jos oikea-aikaista tukea ja osaavaa

aikuista ei ole lähettyvillä. Isot oppilasryhmät ja matematiikkaa osaavien aikuisten puute on hälyttävä puute peruskoulussamme.

### **Matikkavälineitä ja valmiita kerhobokseja osallistujille**

Ständeillä pystyi perehtymään matematiikan oppimista tukeviin opetusmenetelmiin. Esillä oli tutkimusperusteinen Joustavaan matematiikkaan oppimismenetelmä, DragonBox oppimisympäristö, Oulun Matikkamaa, unkarilaisen matematiikan Varga-Nemeny yhdistys sekä Sataopen Matsku oppikirjasarja. Tilaisuudessa oli jaossa myös Matemaattis-luonnontieteellisten alojen akateemisten liiton (MAL) kirjoja, joissa pystyi perehtymään syvällisempään ajankohtaiseen matematiikan soveltamiseen. Lisäksi kuulijakunnalle oli maksuttomia matematiikka-aiheisia arvontoja.

Luokanopettajille jaettiin valmiita matikkakerhobokseja kouluihin heti käyttöön ja innostamaan matikkakerhotoimintaan. Laatikot sisälsivät ohjeet opettajille ja oppilaille, tehtävät ja materiaalit. Samoin osallistujille jaettiin konkretiavälineitä opetuksen tueksi luokahuoneisiin. Murtokakkuja, mittausastioita, kuution rakennusvälineitä ja monenlaista muuta. Koteihin sai ottaa mukaan pulmapelejä.

Rahoitus tilaisuuden järjestämiseen kerättiin talkootyönä yrityksiltä, liitoilta ja yhteistyötahoilta. Ponnistelu yhteisen työn eteen kannatti. Vilkas iloinen ilta päättyi Ylen Tv-uutisiin. Samanaikaisesti tilaisuudesta lähti liikkeelle matematiikan verkostoitumisen aalto, jota oli ilo seurata vielä seuraavan vuodenkin varrella mediasta ja somealustoilta. ●



# MATIKKALASEILLA JOUSTAVAA MATEMATIIKKA LÖYTYY KAIKKIALTA

**M**atemaattiset taidot alkavat kehittyä lapsella jo heti syntymästä lähtien, ihan yhtä luontevasti kuin kielellisetkin taidot. Varhaisten matemaattisten taitojen eli ”Pikkumatikan” kehityksen tukemisessa arjen tilanteet ja niissä käyttämämme matemaattinen ajattelu ja käsitteet ovat keskeisimmässä roolissa. Pikkumatikkaan ei tarvita erityisiä välineitä, vaan sopivaa matemaattista havainnoitavaa löytyy ihan joka puolelta. Aikuisen on tärkeä havainnoida ja tunnistaa lapsen matemaattista ajattelua sekä arkisissa tilanteissa että ohjatuissa leikki- ja toimintatilanteissa, jotta hän pystyisi rikastamaan ja ohjaamaan lapsen matemaattista ajattelua kohti täsmällisempää käsitteistöä ja kehittyneempiä taitoja osana merkityksellisiä oppimistilanteita. Lapselle mielekkäät ja motivoivat matemaattiset leikki- ja toimintaympäristöt sisältävät luonnostaan toimintoja, joissa tunnistetaan lukumääriä, lasketaan torikauppiiaan kurkkuja, vertaillaan kummalla on enemmän mandariininlohkoja, ja mietitään, miten nallekarkit jaetaan kaikille tasan. Toiminnan osana kiinnitetään huomio esimerkiksi muotoihin, suuntiin, keskinäisiin suhteisiin ja säännönmukaisuuksiin, joita opetellaan yhdessä nimeämään, tunnistamaan ja käyttämään hyödyk-

si. Arjen ongelmanratkaisutilanteissa pohditaan yhdessä ratkaisuvaihtoehtoja ja perustellaan vastauksia. Nenälle laitetaan matikkalaset, joiden avulla matemaattisten piirteiden havainnoinnista tulee arkipäivää kaikille lapsille. Varhaiskasvatuksessa on erittäin tärkeää tukea kaikkien lasten matemaattista kehitystä leikkiä ja yhteistä toimintaa hyödyntäen ja riittävän aikaisin, ennen kuin erot ikätovereihin ovat revähtäneet liian suuriksi. Arjen pienet hetket matemaattisine oivalluksineen ovat Pikkumatikan kultahippuja!

Peruskoulussa matematiikan opetussuunnitelman mukaan matematiikan opetuksen tehtävänä on kehittää oppilaiden loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) tiedon arviointi ja kriittinen ajattelu ovat tavoitteena paitsi eri oppiaineissa myös kaikkia oppiaineita läpäisevissä laaja-alaisen osaamisen alueissa. Matemaattisten taitojen käyttäminen ja soveltaminen uusiin tehtäviin ja tilanteisiin alkuperäistä opetustilannetta laajemmassa kontekstissa on matematiikan opetuksen tärkeimpiä tavoitteita. Näiden tavoitteiden konkretisoiminen opetukseen on kuitenkin esimerkiksi KARVIN 2020 arviointiraportin mukaan puut-





teellista. Turun, Oulun, Jyväskylän yliopistojen ja Åbo Akademin yhteisessä Joustavaan Matematiikkaan -täydennyskoulutushankkeessa viimeisen neljän vuoden aikana on käynyt ilmeiseksi, että joustavan matemaattisen ajattelun esiin nostolle on ollut tarvetta, niin oppimateriaaleista kuin opetuksestakin. Matematiikan opetuksessa on enemmän keskitytty mekaaniseen harjoitteluun, erillisten osataitojen ja käsitteiden harjoitteluun rajatuilla tehtävillä kuin varsinaisesti joustavuuden tai matematiikan käytön harjoitteluun matematiikan formaalien tehtävien ulkopuolella. Matemaattisten operaatioiden ja käsitteiden ymmärtäminen ja kokeminen mielekkäinä omalle ajattelulle ja toiminnalle ovat kuitenkin kaikenikäisille ja -tasoisille ensiarvoisen tärkeitä matemaattisten taitojen rakentumisen osatekijöitä. Matikkalaseille on käyttöä vielä peruskoulussa, lukiossa ja opettajankoulutuksessa.

Joustavaan Matematiikkaan -hankkeessa meillä on Turun, Oulun ja Jyväskylän yliopiston sekä kansainvälisten asiantuntijoiden matematiikan oppimisen ja opetuksen tutkijoiden yhteisvoimin rakentamia täydennyskoulutuskursseja käynnissä 17 kappaletta varhaiskasvatukseen, alakouluun, yläkouluun ja lukioon keskittyen. Maksuttomat

verkkokurssit pyörivät vielä 2023 lopulle saakka ja niistä löytyy lisätietoa sivustolta [www.flexibility.fi](http://www.flexibility.fi). Tutkimusperustaisilla kursseilla kiitosta ovat saaneet monipuoliset tehtäväesimerkit ja videot luokkatilanteista ja lapsista. Punaisena lankana kursseilla kulkee lasten ja nuorten havainnointi ja matemaattiseen ajatteluun keskittyminen, sen näkyväksi tekeminen sanallistamalla ja näyttämällä. Kun huomio kiinnitetään matematiikan oppimisessa oppilaiden ajatteluun laskujen lopputulosten oikeellisuuden sijasta, esille pääsee vaihtoehtoisten ratkaisutapojen vertailu ja omien ratkaisumallien perustelu yhden oikean ratkaisun sijasta. Virheitäkään ei tarvitse pelätä, vaan niitä voi opetella löytämään itse. Matematiikan opetuksen pitäisi tuottaa kaikille oppijoille taitoja, joita osataan käyttää myös uusissa tehtävissä ja tilanteissa. Tämä ei monikymmenvuotisen tutkimusnäytön mukaan onnistu kovin hyvin mekaanista toistoa harjoittavilla, pieniksi osasuorituksiksi pilkottuilla tehtävillä. Harjoitusta tarvitaan paljon ja sen on oltava monipuolista ja mielekästä. Rohkaisen lämpimästi tutustumaan JoMa-kursseihin, niiden saama palaute on yllättänyt positiivisuudellaan meidät tekijät perinpohjaisesti. Nöyrä kiitos kurssilaisille, myös me olemme oppineet kurssilaisilta paljon! •

# MATEMATIIKAN OPPIMISVAIKEUDET JA ALHAINEN PERUSTAITOJEN HALLINTA

- TAITOJEN HIERARKKISUUDEN YMMÄRTÄMISEN,  
TUEN OIKEANLAISEN KOHDENTAMISEN JA  
SYSTEMAATTISUUDEN TÄRKEYS

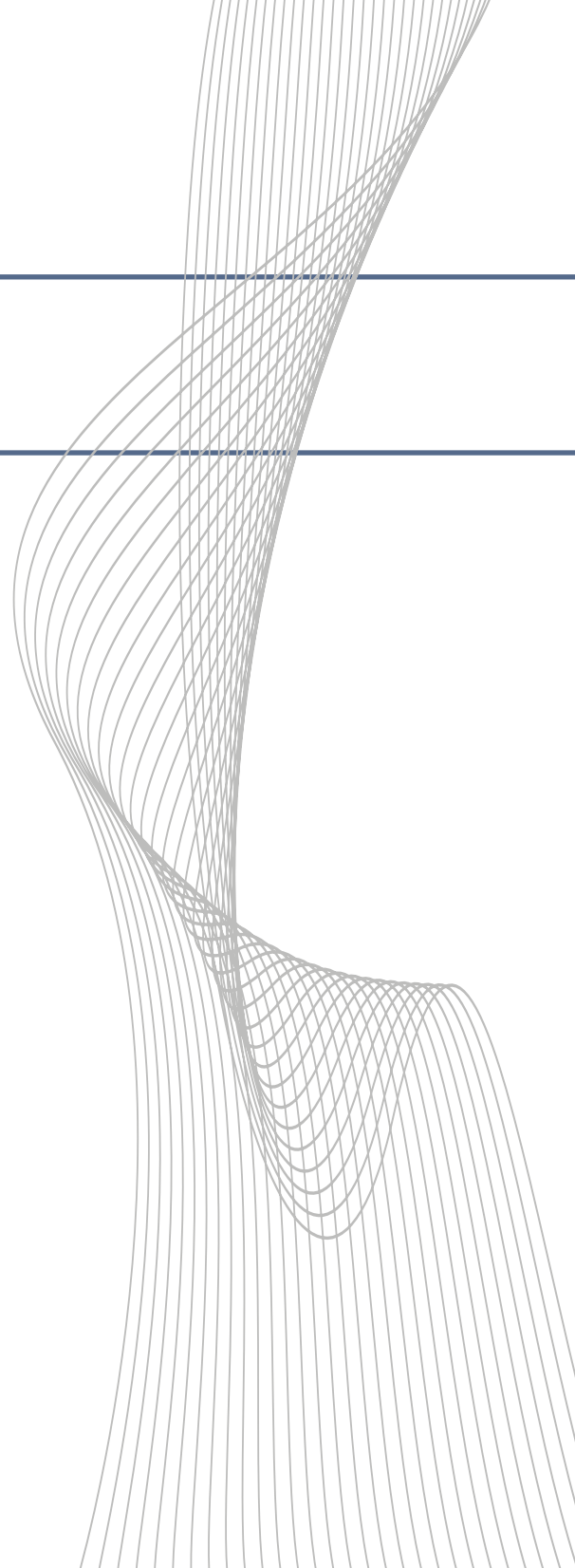
**M**atematiikan oppimisvaikeuksilla tarkoitetaan huomattavaa työläyttä oppia matematiikan perustaitoja, kuten aritmetiikkaa, koulussa saatavasta opetuksesta huolimatta. Vaikeuksia arvioidaan esiintyvän noin 5-7%:lla ikäryhmästä mutta jopa 15-20%:lla on arvioitu matematiikan oppimisen jäävän huolestuttavan alhaiseksi yhteiskunnassa toimimisen näkökulmasta.

Oppimisvaikeuksille tyypillistä on, että ne esiintyvät yhdessä muiden oppimisvaikeuksien tai tarkkaavuuden- ja toiminnanohjauksen vaikeuksien kanssa. Vain harvoin matematiikan oppimisvaikeuksissa on kyse puhtaasti määrien ja lukujen prosessoinnissa ilmenevistä pulmista vaan tyypillistä on, että vaikeuksien taustalta löytyy myös muita kognitiivisia vaikeuksia.

Oppimisvaikeuksien taustalla olevien tekijöiden tarkempi selvittäminen on paikallaan viimeistään siinä kohdin, kun oppilas ei hyödy hyvästä yleisestä ja tehostetusta tuesta koulussa.

Oppimisvaikeuksilla on neuraalinen perusta ja vaikeuksia ei sinällään voida poistaa, mutta perus-



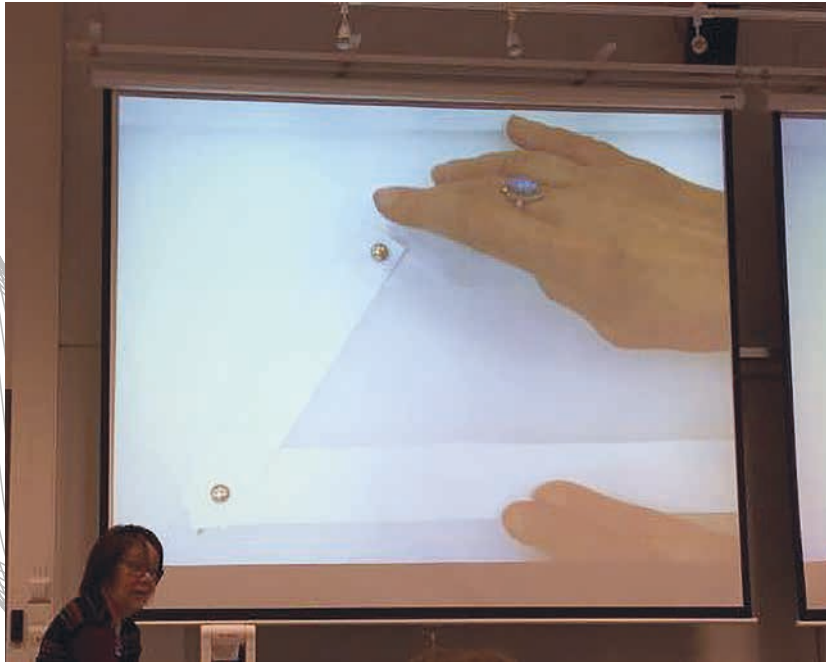


**Yksilölliset erot lasten matematiikan taidoissa ovat suuria jo koulupolun alussa, mikä luo tarpeen opetuksen eriyttämiseksi.**

taitojen oppiminen voidaan mahdollistaa systemaattisella ja oikein kohdennetulla tuella. Vaikeuksista huolimatta, oppilaan on mahdollista saada onnistumisen kokemuksia, kun oppilaalle tehdään näkyväksi harjoittelun myötä tapahtuva oppiminen. Näin voidaan auttaa oppilasta säilyttämään kiinnostus ja sinnikkyys matematiikan oppimisessa vaikeuksista huolimatta.

Yksilölliset erot lasten matematiikan taidoissa ovat suuria jo koulupolun alussa, mikä luo tarpeen opetuksen eriyttämiseksi. Matematiikka koostuu useasta eri osataidoista ja ne ovat osittain hierarkisessa suhteessa toisiinsa. Tämä tarkoittaa sitä, että oppimisen tukemisessa on tärkeä ymmärtää, miten oppilaan eri matematiikan osataidot ovat kehittyneet ja onko opeteltavan taidon alla olevat taidot hallussa ja luomassa tarvittavaa perustaitopohjaa. Tuen oikeanlainen kohdentaminen on hyvin keskeisessä asemassa tuesta hyötymisessä sekä oppilaan positiivisten oppimiskokemusten tukemisessa. •

# MATEMATIIKAN OPPIMINEN ON TIEDON YHTEISTÄ RAKENTELUA



*Suunnikkaan tutkimista*

Opetan matematiikan didaktiikkaa tuleville luokanopettajille. Olen opettaja ja tutkija. Keskeisiä tutkimusaiheitani ovat matematiikkakuva ja myönteisen matematiikkakuvan rakentaminen, matematiikan oppikirjojen rakenteet, kielentäminen matematiikan opetuksessa ja oppimisessa sekä käsitteiden, kuten esimerkiksi murtolukukäsitteen, rakentuminen koulumatematiikassa. Tutkimusteni ja saatujen kokemusteni pohjalta ovat löytyneet seuraavat opetukseni rakennusaineet: positiivisen matematiikkakuvan rakentaminen ja tukeminen, ymmärryksen rakentaminen koulumatematiikasta opiskelijan omien oivallusten kautta



kielentämisen ja konkreettisten välineiden avulla sekä yhteinen tiedonrakentelu yhdessä opiskelijaparin ja koko opiskeluryhmän kanssa. Kaikkia edellä mainittuja rakennusaineita yhdistää avoin ja luottamuksellinen ilmapiiri. Avaan tässä artikkelissa edellä mainittuja näkökulmia koulumatematiikan lähtökohdista.

---

### **Myönteinen matematiikkakuva rakentuu oppimisen ilon kautta**

Opettajalla on tärkeä rooli oppilaan motivoimisessa sekä oppilaan tukemisessa matematiikan opiskelussa. Niin aikuisen kuin oppilaankin matematiikan oppimisen lähtökohdista tulisi olla mielekkäät kokemukset oppijan lähikehityksen vyöhykkeellä. Silloin, kun oppilaiden lähtötaso on selvitetty, on opetuksen kohdentaminen oppilaan lähikehityksen vyöhykkeelle mahdollista. Mielekkäiden oppimisen kokemusten tulisi koostua kognitiivisista (mm. matematiikan ymmärtämisen kokemukset (matemaattisen ajattelun laajentaminen ja kestävä matemaattisen tietopohjan rakentuminen)), konatiivisista (mm. halu kehittyä matematiikan oppijana (motivaatio)) ja affektiivisista (mm. tunteet (onnistumisen kokemukset)) tekijöistä. Matematiikan oppimisen tilanteissa edellä mainitut tekijät ovat keskenään vuorovaikutuksessa. Motivaatiolla on tässä merkittävä rooli oppimisen synty- ja ylläpitotekijänä. Myönteiset kokemukset rakentavat pitkäjänteisyyttä ja sitoutumista matematiikan opiskeluun – syntyy oppimisen iloa.

---

### **Matematiikan opiskelu on yhteistä tiedonrakentelua**

Matematiikan opiskelu on ennen kaikkea ajattelun rakentamista. Jokaisella oppilaalla on oikeus rakentaa omaa matemaattista ymmärrystään vuorovaikutuksessa toisten oppilaiden kanssa konkreetin avulla. Tällöin opettajalla on mahdollisuus seurata ja ohjata oppilaiden ajattelun kehittymistä. Oppilaiden ajattelu näkyy heidän toiminnassaan.

Matematiikan opiskeluun kuuluu oman ymmärryksen mallintaminen toiminnallisesti kuten välineiden, piirrosten, kuvien, kehollisuuden tai ke-

hollisuuden avulla sekä matematiikan symbolikielen avulla yhdessä toisten kanssa. Tällainen työskentely ohjaa yhteiseen tiedonrakenteluun, kielentämiseen. Kielentämisessä on kyse matemaattisen ajattelun ilmaisemisesta taktiilisen, toiminnallisen kielen, luonnollisen kielen (puhekielen), kuviokielen (tarkoittaa sekä piirroksia että kuvia) että matematiikan symbolikielen avulla. Kielentäminen pedagogisena lähestymistapana tukee toimimista oppilaan lähikehityksen vyöhykkeellä.

Kielentämiseen kuuluu oman ajattelun esille tuominen pienissä ryhmissä tai luokkayhteisössä yhdessä opettajan kanssa. Kun oppilaat tuovat monimuotoisesti omaa ajatteluaan esille kielentämisen avulla, he samalla oppivat kuuntelemaan toisiaan ja refleктоimaan omaa ajatteluaan. Tämä pätee myös aikuisiin opiskelijoihin, mikä käy ilmi seuraavista lainauksista opiskelijoitteni oppimispäiväkirjoista:

*Aivan parasta tehtävää yhdessä – mitä onnistumisen riemua! Välineet ovat apu oivallukseen! Se on jälleen kerran todistettu. (Opiskelija 35)*  
*... kokoontuimme puhumaan ja pohtimaan matematiikkaa pienemmissä ryhmissä, tästä syystä myös entistä tehokkaammin. (Opiskelija 20)*

Reflektoidessaan omaa ajatteluaan ja ongelmien ratkaisuja oppilaat samalla oppivat toisiltaan uusia lähestymistapoja ja laajentavat näin omaa ymmärrystään esimerkiksi tehtävien ratkaisutavoista. Toisaalta he voivat myös arvioida ratkaisun oikeellisuutta ja pyytää tehtävän ratkaisijalta perustelua. Kielentäminen opettaa perustelemään tehtävän ratkaisuja monipuolisesti, avaa käsitteiden merkityksiä, opettaa kuuntelemisen taitoja, ja syventää ymmärrystä matematiikan monimuotoisuudesta. Edellytyksenä tällaiselle työskentelylle on salliva ja luottamuksellinen ilmapiiri. Kielentäminen avaa näkökulmia jatkuvaan arviointiin. Kun opettaja kuuntelee oppilaan ratkaisuja, hän voi suunnitella oppilaan taitoja kohtaavaa opetusta ja mahdollista tuen merkitystä. Kielentämisen keskeisinä tavoitteina on oppia ymmärtämään koulumatematiikan käsitteitä ja proseduureja sekä oppia soveltamaan matemaattista tietoa – kielentäminen tuo oppimisen iloa matematiikan opiskeluun.



## Matematiikan oppikirja on hyvä renki mutta huono isäntä

Tutkitusti matematiikan oppikirjoilla on edelleen vahva rooli suomalaisessa matematiikan opetuksessa, ja ne vaikuttavat opettajien tekemien pedagogisiin ratkaisuihin. Oppikirja tai oikeastaan opetusmateriaali on laadittu opetussuunnitelman perusteiden pohjalta ja sitä olisi tarkoitus käyttää nykyisen didaktisen tiedon pohjalta. Oppimateriaalien rakenne noudattaa pitkälti määritelmälähtöistä lähestymistapaa, jolloin kirjoissa opetetaan ensin teoria, esimerkiksi uusi käsite, jota sitten harjoitellaan mekaanisesti toistamalla annettua mallia. Oppikirjasidonnaisesta opetuksesta tulee helposti yksittäisten käsitteiden ja kaavojen opettamista, jolloin oppilaille ei välttämättä rakennu siltaa käsitteiden välille. Matematiikan käsitteiden verkottunut rakenne vaatii opettajan ohjausta. Jos matematiikan opiskelu näyttää oppilaille pääsääntöisesti oppikirjojen täyttämisenä, laskemisena, niin matematiikan opiskelu voi näyttäytyä tylsänä.

Ymmärtävän matematiikan oppimisen näkökulmasta on keskeistä, että oppilaan pitäisi pystyä rakentamaan omaa ajatteluaan suhteessa aiemmin opittuun ja toisaalta aiemmin opittua tulisi pystyä palauttamaan mieleen uusissa konteksteissa. Oppilaiden tason, lähikehityksen vyöhykkeen huomioiminen, on suuri haaste matematiikan oppimateriaaleille. Jos opetus etenee oppikirjasidonnaisesti, saattaa oppilaan taitotason huomioiminen unohtua ja oppilas kokee matematiikan opiskelun haasteellisena.

Oppimateriaalien pitäisi pystyä huomioimaan monenlaiset oppijat ja oppimisympäristöjen monimuotoisuus. Edellä mainittuun tarvitaan taitavaa opettajaa. Tärkeintä olisikin muistaa, että oppimateriaali on opettajan työkalu ja oppimateriaali ei saisi liikaa ohjata opetusta – opetusta ohjaa aina taitava opettaja. Oppimateriaali on hyvä renki mutta huono isäntä.

## Lopuksi

Tarvitsemme nyt ja tulevaisuudessa matematiikan osaajia. Parhaimmillaan matematiikan opiskelu on ajattelun rakentelua, kriittistä tiedonrakentelua sekä perustelevaa oppimista. Se on tulevaisuuden taitoja parhaimmillaan. Annetaan oppilaille mahdollisuus matemaattisen ymmärryksen rakentamiseen. Seuraavasta opiskelijani pohdinnasta oppimispäiväkirjassa käy hyvin esille se, mistä matematiikan opiskelussa on kysymys:

*.... olen mielestäni tehnyt tärkeän oivalluksen sisäistämällä ajatuksen siitä, ettei matematiikan opettaminen voi perustua opettajan omiin subjektiivisiin ominaispiirteisiin matematiikan oppijana. Tavat ja kanavat oppia matemaattikkaa ovat jokaiselle oppilalle yksilölliset ja monipuoliset, joten luokanopettaja ei voi yksinomaan lähestyä matematiikan opetusta siitä tulokulmasta, miten hän itse on matematiikan käsitteet ja sisällöt oppinut. (Opiskelija 15) •*

## Lähteet

Joutsenlahti, J., & Tossavainen, T. (2018). Matemaattisen ajattelun kielentäminen ja siihen ohjaaminen koulussa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen (s. 410–431). Niilo Mäki Instituutti.

Lepik, M., Grevholm, B., & Viholainen, A. (2015). Using textbooks in the mathematics classroom – the teachers' view. *Nordic Studies in Mathematics Education* 20(3–4), 129–156.

Perkkilä, P., Joutsenlahti, J., & V.-M. Sarenius (2018). Peruskoulun matematiikan oppikirjat osana oppimateriaalitutkimusta. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg & P. Räsänen (toim.) Matematiikan opetus ja oppiminen (s. 344–367). Niilo Mäki Instituutti.

# MATEMATIIKAN OPETUS TARVITSEE TOTAALISEN REMONTIN



**L**ähikehityksen vyöhyke on ainoa alue, jossa oppimista on mahdollista tapahtua. Se on kehitysalue omien sen hetkisten taitojen ylärajoilla ja sen yläpuolella, mutta ei liian kaukana, jotta asia on vielä opittavissa. Omalla lähikehityksen vyöhykkeellä toimiminen takaa riittävän korkean haastetason sekä jatkuvat onnistumisen kokemukset, mikä johtaa tunteeseen oppimisesta. Kaikki nämä myös nostavat motivaatiota oppia lisää.

Asiaa voi tarkastella myös *optimaalisen oppimisen hetkestä* käsin. Optimaalista eli parasta mahdollista oppimisen hetkeä määrittää kolme kriteeriä: oppija on kiinnostunut aiheesta, hän kokee, että hänellä on taitoja toteuttaa tehtävä ja että tehtävät tuottavat sopivan kokoisia haasteita. Asian voi myös tiivistää siten, että oppija on kiinnostunut aiheesta ja että toiminta tapahtuu hänen lähikehityksen vyöhykkeellään. Ihminen myös luontaisesti kiinnostuu asioista, joissa kokee olevansa hyvä, jotka tarjoavat oikean tasoista haastetta ja joissa hän kokee tulevansa koko ajan paremmaksi.

Matematiikan oppimisen näkökulmasta oppilaat olisi mahdollista johdattaa jatkuvan oppimisen ja lisääntyvän kiinnostuksen positiiviseen kierteseen. Tämä onnistuisi yksinkertaisesti varmistamalla siitä, että jokainen oppilas toimisi valtaosan oppituntiajasta omalla lähikehityksen vyöhykkeellään. Valitettavasti nykysysteemimme on sellainen, että positiivinen kierre on lähes mahdotonta, tai ainakin hyvin vaikeaa toteuttaa käytännössä. Nykyinen systeemi ohjaa vääjäämättä suurimman osan oppilaista negatiiviseen kierteseen, eli motivaation laskuun, luovuuden heikkenemiseen, kiinnostuksen puutteeseen ja heikkoon matematiikan osaamistasoon. Tämä näkyy vahvasti sekä kouluviihtyvyyteen että oppimistuloksiin liittyvissä tutkimuksissa.

**Moni opettaja yrittää kuitenkin kovasti ja parastaan, mistä syystä heille täytyy antaa tästä työstä ja ponnistelusta tunnustusta.**



---

## Miksi nykysysteemi ei toimi?

Nykysysteemillä tarkoitan tapaa, jossa saman ikätason oppilasryhmällä on samat oppimisen tavoitteet, heille opetetaan samoja matematiikan teorioita samanaikaisesti samoilla esimerkeillä, samoilla tehtävillä ja kotitehtävillä, ja heille annetaan palautetta keskenään samojen kokeiden avulla.

Tapamme järjestää opetus ikäryhmien mukaisesti johtaa koko ikäluokan mittakaavassa väistämättä huonoihin oppimistuloksiin. Pureudutaanpa tutkimusten viime vuosina esiin nostamaan faktatietoon.

Kansallinen koulutuksen arviointikeskuksen (Karvi) 2020 julkaiseman tutkimuksen mukaan saman ikätason oppilaiden osaamistaso matematiikassa (ja myös äidinkielessä) koulupolun alkaessa heti ensimmäisenä koulupäivänä on jo kolme kouluvuotta. Kaiken lisäksi tämä havainto koski keskimääräistä 70 % populaatiota, eli tuloksesta oli jätetty pois 15 % eniten ja 15 % vähiten matematiikkaa osanneet lapset. Eli toistan asian: ensimmäisestä koulupäivästä alkaen tavallisen ”keskimassan” (70 %) lähikehityksen vyöhyke, eli vaikeustaso, jossa matematiikan oppiminen on edes mahdollista, sijaitsee kolmen kouluvuoden laajuisella alueella.

Pisa-tutkimuksen vuoden 2015 aineistosta on tehty havainto, että 9. luokalla 5 % parhaimpien ja 5 % heikoimpien osaamistasoero matematiikassa on jo seitsemän kouluvuotta. Karvin vuonna 2017 julkaisemassa tutkimuksessa on puolestaan todettu, että toisen asteen koulutuksen jälkeenkin vielä 4 % nuorista on matemaattisilta taidoiltaan alakoulun 2. luokkalaisen tasolla, ja että lähes joka viides (18 %) on enintään 5. luokkalaisen tasolla. Toisen asteen jälkeen, eli 12 kouluvuoden jälkeen, joka viides nuori on noin 7–10 vuotta jäljessä matematiikan opinnoissa. Miltähän mahtaa tuntua istua yli 7–10 vuotta putkeen matematiikan oppitunneilla ymmärtämättä yhtään mitään, kun toiminta on systemaattisesti räikeästi yli oman lähikehityksen vyöhykkeen? Lisääntykö motivaatio, kiinnostus ja into oppia matematiikkaa?

Nykysysteemi ei toimi siitä yksinkertaisesta syystä, että suurimmalle osalle oppilaistamme ei edes anneta mahdollisuutta oppia matematiikkaa. Samalla lahjakkaimmilta estetään mahdollisuus oppia oman potentiaalinsa ylärajoilla. Oman potentiaal

in mukainen oppiminen on estetty lähes kaikilta hyvin perusteellisesti ja systemaattisesti. Lisäksi henkinen musertaminen ja itseluottamuksen vieminen matematiikkaa kohtaan varmistaa sen, että omaehtoinen oppiminen kotona on myös valtaosalle henkisesti mahdotonta. Koulussa murennettu itseluottamus ei tervehdy kotona ilman äärimmäisen valvutuneiden ja ammattitaitoisten vanhempien apua, joita vain hyvin harvalla on matematiikan oppimiseen liittyen saatavilla.

---

## Mitä voimme tehdä asian parantamiseksi?

Ensimmäinen asia, mikä yleensä tässä vaiheessa sanotaan ääneen, on tasoryhmät. Tämä on loogisen ajattelun tulos, jos faktatieto on pimennossa. Kun osaamistasoero yhdessä oppilasryhmässä on esimerkiksi 5–7 kouluvuoden luokkaa, meidän pitäisi luoda suuruusluokkaa 10–20 rinnakkaista tasoryhmää, jotta näitä ryhmiä voisi vetää nykysysteemin kaltaisesti opettajajohtoisesti tarjoamalla koko ryhmälle samat tavoitteet, samat tehtävät ja samat kokeet palautteen antamiseksi. Yleensä tasoryhmiä mietittäessä ajatellaan kolmea tasoryhmää, mutta nämä ryhmät olisivat edelleen liian heterogeenisiä siihen, että nykysysteemin kaltainen menetelmä olisi toimiva ja tuottaisi hyviä tuloksia.

Moni opettaja yrittää kuitenkin kovasti ja parastaan, mistä syystä heille täytyy antaa tästä työstä ja ponnistelusta tunnustusta. Moni tekee paljonkin ylimääräistä työtä esimerkiksi järjestämällä matikka-kerhoja tai koulun ulkopuolista toimintaa matematiikan ympärillä. Itsekin olen joskus sortunut vastaavaan toimintaan.

Valitettavasti tämänlainen toiminta on isossa mittakaavassa ehkä jopa haitallista. Kyseinen ponnistelu toki vaikuttaa positiivisesti alueellisesti ja pieneen määrään oppilaita, mutta Suomen ja kokonaisten ikäluokkien mittakaavassa tulkitsen tämän kaltaisen toiminnan vaikutuksen negatiiviseksi. Ongelma on siinä, että parastaan tarkoittavien opettajien ponnistelu ei millään tavalla puutu olemassa oleviin systeemitason virheisiin, vaan ennemminkin vahvistaa niitä luomalla toiminnallisia rakenteita virheellisen perustan päälle.

Se, mitä voimme tehdä asian korjaamiseksi, on yksinkertaista: otetaan nykyaikaisten tutkimusten



esiin tuomat juuriongelmat vakavasti ja aletaan tehdä toimia näiden ongelmien ratkaisemiseksi. Ymmärretään, että nykysysteemiä ei ole rakennettu tutkitun tiedon pohjalta, vaan se on historiallinen systeemi, joka on muotoutunut aikana, jolloin ihmisen aivojen toiminnasta ja oppimisesta tiedettiin vain vähän. Todetaan, että silmien ummistaminen faktatiedoilta ei vie meitä eteenpäin.

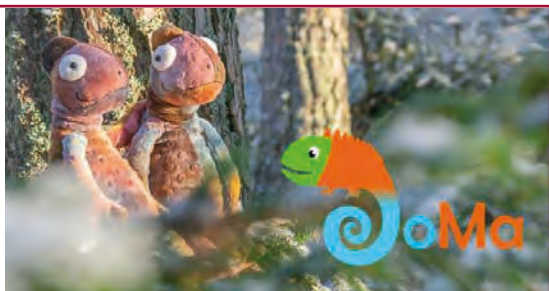
Muutos parempaan tarvitsee uuden oppimista, myös opettajilta. Hyväksytään, että emme vielä tiedä, mikä olisi paras tapa opettaa matematiikkaa koko ikäluokalle, mutta samalla hyväksytään, että nykysysteemi on siinä tutkimuksenkin valossa hyvin huono, tehoton ja turmiollinen.

Minäkään en tiedä, mikä olisi paras systeemi opettaa matikkaa. Se, joka väittää tietävänsä, ei ymmärrä, että tieto tässä asiassa ei rakennu ajattelomal-

la ja päättelemällä, vaan kokeilemalla. Yrittämällä, erehtymällä ja yrittämällä uudestaan. Sen kuitenkin tiedän, että ratkaisu on muuta kuin matikkakerhojen, -pajojen, -leirien, -hankkeiden kaltaiset opettajien tekemät viritelmät, jotka rakentuvat nykysysteemin päälle. Joltain osin tarvitsemme jopa ison moukarin, jolla hakataan mätää perustaa palasiksi, ja vuosia ja vuosikymmeniä kärsivällisyyttä, kun luomme uudenlaisen systeemin kokeillen, yrittäen ja onnistuen.

Jos meitä todellisuuden hyväksyjä on todella monia, voimme yhdessä tehdä paljonkin. Ilmoittaudun vapaaehtoiseksi mukaan tähän työhön. Vaihtoehtona on uskoa nykysysteemi riittävän hyväksi ja seurata vierestä, kun oppimisen into, motivaatio, kiinnostus ja oppimistulokset pysyvät heikolla tasolla. •

## Joustavuudella tulevaisuuden osaajaksi



**A**rkimatematiikan havainnointi ja matikkapuhe ovat maksuttomien Joustavaan Matematiikkaan -verkkotäydennyskoulutusten kulmakivet. Hops vaan – matikkalasi silmillä lapset innostuvat oppimaan matematiikkaa tavalla, joka auttaa heitä soveltamaan taitojaan uusissa ja erilaisissa tilanteissa. Näin kaintasoiset pikkumatikistit kasvavat tulevaisuuden osaajiksi. Tutkimustietoon perustuvat käytännölläheiset materiaalit ja menetelmät sekä mahdollisuus opiskella omaan tahtiin ovat saaneet kiitosta kurssilai-

silta. Tyytyväisyyden kiirittyä Teknologianteollisuuden 100-vuotissäätiön korviin, he ovat alkaneet kannustaa tasokkaan JoMa-täydennyskoulutuksen pariin 500e stipendeillä. Liity sinäkin JoMa-gurujen joukkoon. •

### Lue lisää:

<https://www.flexibility.fi/>

<https://www.facebook.com/jomakoulutus>





LUMA-KESKUS SUOMI



Metsäteollisuus



**MATEMATIIKAN  
KOULUOPETUKSEN  
SEMINAARI, YLÄKOULU**



# MATEMAATTISTEN AINEIDEN KOULUOPETUKSEN SEMINAARI

Seminaaria suunniteltaessa päätettiin, että sisältö painottuu yläkoulun matematiikan, fysiikan, kemian, tietotekniikan ja yritys yhteistyön näkökulmaan. Seminaarilla haluttiin tuoda hyvällä tavalla esille matemaattisten aineiden opetukseen liittyviä haasteita, toisaalta myös yritys yhteistyöhön liittyviä hienoja toimintamalleja.

MATEMATIIKAN  
kouluopetuksen  
seminarisarjan osa II  
**29.3.2023**  
Nokia Arenalla,  
Paidia-tilassa  
Livenä ja etälähetyksenä.

Tilaisuuden aamupäivä tarjosi nuorille mahdollisuuden tutustua koulutusta tukevien yhteisöjen toimintaan ja teknologian mahdollisuuksiin. Paikalla esiteltiin pelitutkimusta ja VR-lasien mahdollisuuksia kemian opetuksen tukena. Toisaalta oppilaat saivat osallistua energiateollisuuden tietovisaan ja TikTokkaavan matikanopen päässä laskuhaasteeseen. Aamupäivän osuuteen kutsuttiin myös syksyn matematiikkakilpailun parhaita ja heidän opettajiaan Tampereen ja ympäristökuntien kouluista. Palkitsemispuheen piti MAOL-Pirkanmaan kerhon puheenjohtaja **Tiina Karjalainen**. Tämän tilaisuuden päätteeksi kuultiin **Kristian Kiilin** keynote-puheenvuoro pelillisten elementtien käytöstä oppimateriaaleissa.

Iltapäivän tilaisuus alkoi klo 15.00 ja se oli suunnattu opettajille ja koulun toiminnasta kiinnostuneille tahoille. Iltapäivän tilaisuus striimattiin, joten siihen saattoi osallistua myös etänä. Avaussanojen jälkeen vuorossa oli eri toimijoiden lyhyitä puheenvuoroja. Ennen opetusministeri **Li Anderssonia** ehtivät esiintyä TOMA-hankkeen **Virpi Mikkonen** ja TikTokkaava Matikanope **Visa Saarinen**. Sitten saapuikin kiireinen opetusministeri kertoen koulutuksen kuulumisia. Yleisö rohkaistuikin kyselemään kysymyksiä niin, että ministeri oli myöhästyä seuraavasta tilaisuudesta.

Lyhyitä puheenvuoroja käyttivät vielä Vertex-koulu yhteistyöstä **Heikki Myllynen**, eMathstudiota esitellen **Niina Ahola** ja Chat GPT:tä esitteli Tam-







Tilaisuuden avasivat Tiina Karjalainen ja Tuula Havonen



Tiktokkaava matikanope Visa Saarinen



Opetusministeri Li Andersson



Illan paneelissa olivat mukana tuotekehitystuen päällikkö Lilli Puntti (Kiilto Oy), Touko Apajalahti (Teknologiatoiminta), yläkoulun ja yliopiston opettaja Elina Viro, tutkija Dimitri Tuomela (Joustavan matematiikkaan) ja paneelin puheenjohtajana toimi tutkija Tuula Havonen. Kuvassa myös MAL ry:n puheenjohtaja Esko Juuso.

pereen yliopistosta **Jyrki Nummenmaa**. Majavakilpailusta kertoi **Heikki Hyyrö**, TEK asiantuntijana **Jussi Nousiainen**, MAOL/2 oppimisolusta esitteli **Inkeri Tuomela**, Energiatoiminnan kuulumiset toi **Henna Hirvonen**. Lopuksi vielä MAL:n esittelyn piti **Ilkka Norros** ja Ville-oppimisolustan mahdollisuuksista yläkoulussa kertoi **Pekka Räsänen**.

Ilta huipentui paneelikeskusteluun, joka alkoi klo 18. Paneelin aluksi **Katja Auttila** kertoi, miten suomalainen ohjelmistoyritys Vertex Systems tekee yhteistyötä koulujen kanssa tarjoamalla kouluille ilmaisia oppilaslisenssejä. Ennen paneelia MAL ry:n puheenjohtaja **Esko Juuso** alusti seminaarisarjan ideaa. •

Panelisteille esitettiin matematiikan osaamiseen ja merkitykseen työelämässä liittyviä kysymyksiä:

*"Millaisia koulutuspolkuja nuori sulkee pois, jos hän ei opiskele matematiikkaa? Millä koulutusaloilla matematiikan osaaminen on välttämättömiä?"*

*"Miten tämä tiedon puute näkyy työelämässä? Saadaanko teknille aloille riittävästi osaajia?"*

*"Korkeakouluhaussa matematiikan osaamisella on joidenkin mielestä liian suuri merkitys. Miksi pitkän matematiikan hyvä arvosana ennustaa menestymistä myös muissa aineissa?"*

Tuula Havonen

Ylöjärven Yhtenäiskoulun matematiikan, fysiikan ja kemian opettaja

Matemaattisten aineiden opettajien liiton, MAOL ry:n 2.varapuheenjohtaja

# TAMPEREEN SEMINAARIN NUORTEN ETKOT

Matemaattisten aineiden opettajien liitto, MAOL ry järjesti keskiviikkona 29.3. yhdes- sä Matemaattis-luonnontieteellisten alojen Akateemiset MAL r.y. kanssa matematiikan koulu- opetukseen keskittyneen tapahtuman Nokia Aree- nan Paidia-salissa Tampereella. Teknologiyritys Vertex Systems tarjosi tapahtumalle paikan, energia- teollisuus ruokaa ja aktiviteetteja. Olin MAOL ry:n 2. varapuheenjohtajana mukana tapahtuman jär- jestelyissä.

Koska olen myös Ylöjärven Yhtenäiskoulun matemaattisten aineiden opettaja, tahdoin kutsua paikalle myös oppilaita. Saimmekin teknologia- teollisuuden sponsoroimana varata tilausbussin, jol- la oppilaani huristelivat kollegani **Sara Viertolan** ja rehtori **Satu Sepänniitty-Valkaman** kanssa paikal- le. Paikalla oppilaita odottivat energiateollisuuden **Henna Hirvonen**, Juniversityn **Laura Salkonen**, pelitutkija **Eetu Mallat**, VR-lasien kanssa **Mikko Seppänen** sekä Tiktokkaava matikanope **Visa Saari- nen**. Aamupäivän ohjelma oli suunniteltu oppilaille, iltapäivä aikuisille. Aikataulut oli suunniteltu niin, että kierrämme kaikki pisteet kolmessa ryhmässä. Näin toimittiinkin.

Haastattelin seuraavana päivänä mukana olleita oppilaita. Tässä yhden oppilaani palaute suorana siteerauksena: ”Ensinnäkin tapahtuma oli hauska ja mielenkiintoinen. Laitteet olivat siistit, varsinkin VR-lasit ja tietokonepelit. Ohjeistus oli selkeää ja meidät otettiin huomioon. Ruoka oli hyvää, pa- rempaa kuin koulussa. Lisää tällaisia tapahtumia. Oppilaat viisastuvat! Toimintapisteillä ei varsinaisesti oppinut matematiikkaa, mutta matemaattista

ajattelutapaa. Kutsukaa meidät uudestaan!” Toi- sen oppilaani mielestä ”Pelipisteellä pääsi kiinni ongelmanratkaisuhommiin, vaikka alku olikin to- della helppoa. Toisaalta niin se kuuluukin olla, että ideasta saa kiinni.” Tilaisuudessa tarjottu ruoka oli myös kaikkien vastanneiden mieleen. Reissua pidet- tiin hyvin suunniteltuna ja tuntui, että kaikki olivat innokkaasti mukana.

Tilaisuuden tarkoituksena oli auttaa oppilaita ymmärtämään, millaisia mielenkiintoisia maailmoja matematiikan ja luonnontieteiden ympärillä on. Ysi- luokkalaiset tutustuivatkin innokkaasti Juniversityn mahdollisuuksiin ja osallistuiivat energiateollisuuden järjestämään visaan, jota pidettiin mielenkiintoisena. Myös pelitestausta ja VR-lasien mahdollisuudet oli- vat kiinnostavia ja hauskoja. Päässälaskuhaaste ja tietokonepelit olivat erään oppilaani lemppeiteitä.

Oppilaiden mielestä tapahtumasta sai hyviä vinkkejä tulevaisuutta varten. Innostus oppiaineita kohtaan lisääntyy, kun saa uutta näkökulmaa. Kaiken kaikkiaan oppilaani toivoivat lisää tällaisia tapah- tumia. Opetussuunnitelmassakin sanotaan: ”Ope- tus ohjaa oppilaita ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyden omassa elämässään ja laajemmin yhteiskunnassa.” Laaja-alaisen osaamisen näkö- kulmasta: ”Koulutyöhön sisältyy toimintamuotoja, joissa tarjoutuu tilaisuus oppia tuntemaan erilaisia ammatteja ja työaloja sekä yritystoimintaa.”

Nyt kun korona on vihdoinkin selätetty, tarjo- taan oppilaille taas mahdollisuuksia nähdä ja kokea ympäröivää yhteiskuntaa itse kokien. Sellainen tun- ne minulle tuli, että hyödyn lisäksi se oli myös kivaa ja mielenkiintoista. •

Tilaisuuden tarkoituksena oli auttaa oppilaita ymmärtämään, millaisia mielenkiintoisia maailmoja matematiikan ja luonnontieteiden ympärillä on.



Eetu Mallat ja ysiluokan oppilaita.



Oppilaita Visa Saarisen päässälaskuhaasteen kimpussa.

# TAMPEREEN PANEELIKESKUSTELU, AIHEENA MATEMATIIKAN OSAAMINEN

## Paneelikeskustelussa mukana olivat

**Lilli Puntti** (Kemianteollisuus ry),

**Touko Apajalahti** (Tegnologiateollisuus ry),

**Elina Viro** (Yläkoulun ja yliopiston opettaja, tutkija) ja

**Dimitri Tuomela** (Joustavaan matematiikkaan-hankkeen tutkija).

Keskustelun juontajana toimi MAOLin varapuheenjohtaja **Tuula Havonen**.

**Lilli Puntti** on taustaltaan kemisti. Hän on tuotekehitystuen päällikkö Kiilto Oy:ssä, ja hän on tehnyt paljon yhteistyötä erilaisten oppilaitosten kanssa Tampereen alueella. Hän luennoi johtajuuteen ja ympäristöriskeihin liittyvistä asioista ja käy puhumassa erilaisissa tilaisuuksissa.

Touko Apajalahti on taustaltaan matemaattisten aineiden opettaja, mutta toimii nykyään korkeakoulu-poliittisena vaikuttajana Tegnologiateollisuus ry:ssä. Hän kertoi esittelyssään, että seuraavien 10 vuoden aikana teknologiayritykset tulevat tarvitsemaan noin 130 000 uutta osaajaa ja näistä suurella osalla tulisi olla tekniikan alan koulutus.

**Elina Viro** toimii yläkoulun opettajana opettaen matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa. Hän on koulutukseltaan diplomi-insinööri, ja on opettanut

MATEMATIIKAN kouluopetuksen seminaarisarjan osa II  
29.3.2023 Nokia Arenalla, Paidia-tilaassa

**Paneelikeskustelu klo 18:  
Yläkoulusta kohti teknisiä aloja**

Paneeliiä juontaa Tuula Havonen, MAOL

**Elina Viro**  
Yläkoulun ja  
yliopisto-opettaja,  
Tampereen yliopisto

**Lilli Puntti**  
Tuotekehitystuen  
päällikkö, Kiilto Oy

**Touko Apajalahti**  
Johtava asiantuntija,  
Tegnologiateollisuus

**Dimitri Tuomela**  
Tutkija,  
Matematiikan  
joustavien  
tutkimus

Live-tilaisuudessa osallistujille maksuttomia:  
/ Murtokakkuja / Uusi kemian tiedekorttipeli /  
/ Lahjakorttiarvontaja / VR-lasiseikkailu fyysisen laboratoriossa /



matematiikkaa myös yliopistotasolla sekä toiminut opetuksen ja opettajien koulutuksen parissa.

**Dimitri Tuomela** toimii tutkijana Oulun ja Turun yliopistoissa ja on noin kymmenisen vuotta toiminut projekteissa, joissa yritetään keksiä ratkaisuja siihen, miten lapsille ja nuorille saadaan opetuksi monipuolista matemaattista osaamista.

Seuraavassa otteita keskustelussa esitetyistä puheenvuoroista.

---

### **Hyvä osaaminen on kuvattu opetussuunnitelman perusteissa, mutta millaista matematiikan osaamista yritysten näkökulmasta on hyvä osaaminen?**

**LP.** Jo aikaisemmissa esityksissä tuli esille, että ei tarvitse osata välttämättä syvällisesti jotakin matemaattista asiaa tai matemaattista integrointia tai derivointia tai mitä muuta tahansa. Tärkeää on matematiikan kokonaisvaltainen ymmärrys ja kokonaisuusien hallinta ja se että matematiikassa looginen ajattelu on kaiken perusta. Kun meille rekrytoidaan uutta henkilöä ja teetetään hänellä jokin laskutehtävä, niin tärkeää ei ole tuliko lasku ratkaistua oikein, vaan se, miten tehtävää lähdettiin ratkaisemaan.

**TA.** Minä keskustelin toimistolla kollegan kanssa, joka tekee töitä meidän PK yritysten kanssa ja haluaa edistää yrittäjyyttä ja hän kysyy heiltä vähän samansuuntaisia kysymyksiä. Vastauksissa kaivattiin matematiikan perusosaamista ja ehkä kykyä nähdä matematiikkaa ympärillä. Miten maailma rakentuu ja millaisia ilmiöitä ympärillä on? Osaako hahmottaa suuruusluokkia ja näkeekö alkaako jokin asia kasvamaan lineaarisesti vai eksponentiaalisesti? Ymmärtääkö ilmiöitä ja matemaattisia käsitteitä? Onko rohkeutta ja halua ratkoa ongelmia matematiikan avulla matematiikkaa hyödyntäen?

**DT.** Sydäntä lämmitti kuulla, miten edellä kuvailtiin sitä, mitä joustava matemaattinen ajattelu on. Kun opetussuunnitelmia kehitetään, niin siellä pohjana on yleiset matemaattisen ajattelun taidot ja sitten on sisältötavoitteet. Ongelmana on vain, miten asioita mitataan käytännössä. Matemaattinen ajattelutaito

on hankalammin mitattavissa kuin laskennalliset taidot.

Matemaattisen osaamisen osatekijöitä ovat:

- kyky ajatella matemaattisesti
- käsitteiden ymmärtäminen
- strateginen kompetenssi, joka on kyky muokata ongelmaa toisenlaisiin esitysmuotoihin
- adaptiivinen päättely, joka on loogisten ketjujen muodostamista
- rakentava suhtautuminen matematiikkaa kohtaan, usko itseensä matematiikan osaajana.

**EV.** Tärkeintä on uskaltaa yrittää ratkaista eteen tuleva tehtävä, vaikka se ei ole aivan samanlainen kuin mitä oppikirjassa on käsitelty. Monet saattaisivatkin päästä yllättävän pitkälle ratkaisussa, kunhan vain uskaltaisivat edes yrittää ratkaisemista.

*- Edellä olevasta voi päätellä, että opetussuunnitelmassa on liian paljon asiaa ja näin yläkoulun opettajana tuntuu, että myös alakoulun sisällöissä on liikaa asioita.*

**LP.** Aivan välttämättömiä taitoja ovat peruslaskutoimitukset ja sitten prosenttilaskut. Myös tilastollista matematiikkaa joutuu jonkin verran käsittelemään, vaikka pääasiassa sen tietenkin tekee tietokone. Lopuksi tietenkin tulee kyetä arvioimaan, laskiko ohjelma oikein ja missä mahdollinen virhe voisi olla.

Muunnostaulukot ovat tärkeitä. Tulee kyetä muuntamaan yksiköitä toisiksi.

**TA.** Tällä hetkellä eri laitteet ja erilaiset ohjelmat tuottavat dataa, jota syötetään tekoälylle, ja pyydetään kertomaan datasta jotain. Lopuksi tulee kyetä arvioimaan, onko tulos merkityksellinen.

---

### **Minkälainen on hyvä matemaattisten aineiden opettaja?**

**EV.** Opettajan tulee olla innostunut työstään. Ei ole kuitenkaan yhtä oikeaa vastausta siihen, minkälainen on hyvä opettaja. Jokainen opettaja pelaa



omilla vahvuuksillaan ja opettaa sellaisilla menetelmillä, jotka ovat hänelle luontaisia. Opettajan tulee olla luokassa oma itsensä. Silloin opettaminenkin sujuu paremmin.

Opettajan tulisi olla monipuolinen, niin että hän osaa käyttää monipuolisesti erilaisia menetelmiä. Tulee myös ottaa huomioon opetettava ryhmä. Jollekin ryhmälle sopii flippaus ja jollekin toiselle projektioppiminen. Jonkin ryhmän kanssa mennään metsään jollakin menetelmällä ja jollekin ryhmälle se sopii loistavasti. Opetettavat ryhmät voivat kaivata erilaisia menetelmiä.

**DT.** Hyvä opettaja on semmoinen, joka on kiinnostunut siitä, miten oppilaat ajattelevat ja joka saa oppilaat ottamaan kantaa toistensa ajatuksiin. Hyvä opettaja luo luokkaan semmoisen toimintakulttuurin, jossa oppilaat uskaltavat jakaa ajatuksiaan. Opettajan suurimpia haasteita on astua sivuun ja oikeastaan vain innostuneesti kuunnella keskustelua, ja tarvittaessa selvittää miten on ajauduttu johonkin virheelliseen ratkaisuun ja miten se korjataan.

**TA.** Hyvää opettajaa kannattelee se, mitä hän haluaa saada siellä aikaan. Hyvän opettajan tarkoituksena on herättää oppilaissa halu tutkia ympärillä olevaa maailmaa matematiikan keinoin. Opettajan tulisi saada aikaan eräänlainen herätys oppilaissa.

**LP.** Matematiikan opettaja voi myös suositella oppilaita valitsemaan pitkän matematiikan, tai myöhemmin päätymään tekniikan aloille. Näitä voi suositella myös muille, kuin matematiikan huippuosaajille. Tosiasia on, että korkeakoulujen tekniikan aloille pääsee opiskelemaan ihan kaikenlaisella matemaattisella osaamisella.

**EV.** Opettajan tulisi nähdä jokaisessa oppilaassa hänen potentiaalinsa, niin että se ei pääse hukkuun. Monesti oppilaat itse kyllä tunnistavat oman potentiaalinsa.



**Hyvän opettajan tarkoituksena on herättää oppilaissa halu tutkia ympärillä olevaa maailmaa matematiikan keinoin.**



---

## Somen koukuttaminen?

*- Tänään aikaisemmin kuulumme, että Tiktokiin on ladattu paljon matemaattista sisältöä. Tosiasiassa koulun arjessa joudutaan jatkuvasti kilpailemaan sosiaalisen median koukuttavuuden kanssa. Tästä seuraa sitten matematiikan tunnilla ongelma siitä, miten pidetään oppilaiden motivaatiota yllä.*

**EV.** Yksi motivaation tappaja on se, että matematiikka on joko liian vaikeaa tai liian helppoa. Tulisi kyetä samanaikaisesti tukemaan sekä heikompia oppilaita että sellaisia, jotka ovat vahvoja matematiikassa, ja viemään kumpaakin ryhmää omaa matikkapolkuaan eteenpäin.

Tärkeää on pitää laskutehtävissä yhteys arkielämään. Tulisi kyetä tuomaan esille se, mihin mitkin matematiikan osaa tarvitaan arkielämässä. Se pelkästään ei riitä, että tämä edistää matemaattista ajattelua.

**LP.** Yritysten tulisi kyetä nykyistä paremmin kertomaan mitä se työn tekeminen käytännössä on ja mihin sitä matematiikkaa tosielämässä tarvitaan.

**DT.** Luokkatilanteessa tulisi kyetä antamaan mahdollisimman paljon avoimia tehtäviä, joissa on runsaasti erilaisia mahdollisia lähestymistapoja. Semmoiset tehtävät ovat hyviä, joihin eritasoiset oppilaat voivat samanaikaisesti osallistua. Parhaimmillaan kilpaillaan siitä, kuka saa esittää ratkaisunsa. Toisaalta on myös luokkia, joissa yksikään käsi ei nouse pystyyn.

---

## Onko joitakin koulutuspolkuja, joiden ovi sulkeutuu, ellei osaa matematiikkaa?

**LP.** On sitten valmistunut mistä koulusta tahansa, niin todellisuudessa siellä työpaikalla oppii paljon uusia asioita. Uuteen työpaikkaan tultaessa ensimmäiset viikot ovat pelkkää oppimista. Ja jos vaihtaa

työpaikkaa, niin siellä on taas uudet ympäristöt, uudet ohjelmistot, uudet laitteet ja uudet toimintatavat, eli oppiminen on taas aloitettava alusta.

On aika yleistä, että heterogeenisessä työyhteisössä kaikki ovat kiinnostuneita kehittämään itseään ja löytämään vastauksia esille tulleisiin ongelmiin.

**TA.** Joku ovi saattaa sulkeutua tai on ainakin raskeampi avata, jos matematiikan osaaminen on jäänyt heikommaksi.

**DT.** Toisaalta motivaatio saattaa parantaa matematiikkaan liittyvää oppimishalukkuutta. Jos yhtäkkiä havahtuukin siihen, että haluan lääkäriksi, tai jollekin muulle alalle, jolla tarvitaan matematiikkaa, niin matematiikan oppiminen saattaa tapahtua pikaisestikin.

---

## Saadaanko teknillisille aloille riittävästi osaajia?

**LP.** Täytyy todeta, että matematiikan osaajista on nykyään puutetta. Yleensäkin hakijamäärät avoimiin paikkoihin ovat laskeneet. Tarkkaa syytä en tiedä, mutta ilmeisesti yrityksen imagolla on suuri merkitys. Hakijamäärien pienenemisestä ei voi syyttää opetuksen tai koulutuksen tasoa. Suomessa vain ei ole tarpeeksi työntekijöitä, niin että voitaisiin suuresta hakijajoukosta valita parhaat.

*- Yritysten ja koulujen yhteistyötä tulisi lisätä. Yritykset voisivat kertoa, minkälaista osaamista ne tarvitsevat.*

**TA.** Teknologiateollisuudella on hanke, jossa Teknologiateollisuus maksaa bussikyydin, jos luokka menee vierailulle johonkin jäsenyritykseen. Tärkeää olisi, että yritysvierailu olisi jollakin tavalla sidoksissa siihen, mitä luokassa on juuri opetettu. Ja samaan asiaan voisi palata sitten uudelleen vierailun jälkeen.



**EV.** Monella opettajalla saattaa olla korkea kynnys lähteä etsimään yritysvierailukohdetta. Sitä kynnystä tulisi mataloittaa. Miten voisi saada rahoitusta ja miten sinne oikein fyysisesti pääsisi paikan päälle. Alueiden erilaisuuden vuoksi joillakin kouluilla saattaa olla rajalliset mahdollisuudet tehdä yritysvierailuja.

---

### Voiko pelien avulla oppia matematiikkaa?

**DT.** Pienten lasten isänä olen seurannut heidän pelaamistaan. Monesti olen katsonut, että vau, mitä ne ovatkaan keksineet. Lapset myös näyttävät mitä he ovat pelissä tehneet ja tuotokset saattavat olla hyvinkin monimutkaisia.

**LP.** Jos jokin asia on pelillistetty, niin se varmaankin kiinnostaa ja jää paremmin mieleen. Pelimaailma tulisi myös panna palvelemaan työelämää. Tulisi laatia siihen sopivia pelejä. Myös jatkuvaa oppimista voisi toteuttaa pelien kautta.

**EV.** Yläkoululaiset ovat jo melko vaativia pelien suhteen. Ovathan he pelanneet koko lapsuutensa. Jos ajatellaan mahdollista matematiikkapeliä tai muuta oppimisympäristöä, niin visuaalisuudelta ja toiminnallisuudelta vaaditaan tosi paljon.

*- Seminaarin alkupuolella olleessa osiossa koululaisille esiteltiin virtuaalilaseja ja niihin liittyviä pelejä. Nuoriso piti käyttöliittymiä hieman kököinä, eli nuoret odottavat peleiltä aikamoista laatua. Jos pelejä käytetään oppimisessa, niin on jälkeenpäin tärkeää yhdessä miettiä, mitä niissä peleissä tapahtui ja minkälaista matematiikkaa niissä on.*

*Pelejä ja muita sähköisiä alustoja on nykyään runsaasti tarjolla. Tulisi vain pohtia, että mikä olisi sopiva suhde sähköisen materiaalin ja perinteisen oppimisen välillä. Mielestäni sähköisiä materiaaleja voisi käyttää noin kerran kahdessa viikossa. Kyllä niitä perustunteja tulee olla runsaasti.*

---

### Joustavaa matematiikkaa?

*- Mitä jos joma (joustava matematiikkaa) tarkoittaisikin joustavaa matematiikan opettamista, eli sitä, että siellä luokassa oppilaita jaettaisiin joustavasti ryhmiin omien oppimisedellytystensä perusteella.*

**DT.** Täytyy sanoa, että joustava matemaattinen ajattelu on täysin eri asia kuin joustavat opetusryhmät. Väärinkäsitysten välttämiseksi tästä täytyy muistuttaa.

Joustavaan matemaattiseen ajatteluun liittyvää tutkimusta on runsaasti. Joustava matemaattinen ajattelu tarkoittaa sitä, että oppitunnilla käytetään avoimia tehtäviä, joihin on useita eri lähestymistapoja. Heterogeenisessa ryhmässä, jossa on eritasoisia oppilaita, niin tästä lähestymistavasta hyötyvät sekä heikommin menestyvät että parhaat oppilaat.

*- Tasoryhmiin ei kannata palata, mutta jollain lailla voitaisiin paremmin ottaa huomioon erilaiset osaamisen tasot. Olisi myös hyvä saada niitä huippuosajia, joita aina kaivataan.*

**EV.** Jos opetuksessa jokainen tekee omia juttujaan, niin silloin siitä jää puuttumaan keskustelun osuus. Yhdessä tekeminen ja keskustelut ovat tosi tärkeitä työelämätaitoja, joita tulisi oppia jo koulussa.

---

### Digitaaliset taidot?

*- Tällä hetkellä digitaalisia taitoja ei tavallaan opeta kukaan. Kaikkien oppiaineiden opettajat yritetään saada ottamaan opetukseen mukaan yksittäisiä tehtäviä. Muutaman vuoden ajan meillä on ollut kärkihankkeena saada tietotekniikan opetus tuntijakoon pakollisena aineena.*

**LP.** Teollisuuden näkökulmasta, kun insinöörit tai laborantit menevät tekemään omaa työtänsä, niin heillä on mukanaan läppärit, ja sinne kaikki asiat





Toimintaa voisi olla koulun puitteissa mutta myös vapaa-ajalla. Eräs tapa on lähteä matikkakävelylle.

tehdään tai sieltä kaikki ohjeet luetaan. Lämpäriin tulevat tulokset ja sinne luodaan raportit. Lämpärissä on kamera, joka ottaa automaattisesti kuvia koekappaleista.

Työelämässä ei tällä hetkellä ole mitään muuta mahdollisuutta, kuin käyttää digitaitoja. Oli kyse sitten tiedonhausta, tulosten kirjaamisesta tai viestinnästä.

Kaikki tapahtuu digiajassa, eli pitää pystyä itse luomaan sinne asioita ja tulee pystyä ymmärtämään, mitä muut sinne ovat tuottaneet.

Uuteen työhön tullessa joutuu omaksumaan myös uusia digitaitoja. Se on osa perehdytysohjelmaa. Tietenkin on haastavampaa, jos digitaidot eivät ole kovin korkealla tasolla. Kaikki asiat ovat pelkästään läppäriillä eikä mitään tulosteta.

Tällä hetkellä haasteena on tiedonhaku Chat GPT:tä käyttäen, ja yleensäkin se, miten tekoäly voi vastata meidän ongelmiimme. Työelämä on jatkuvaa oppimista.

**EV.** On tärkeää, että koulussa harjoitellaan digitaitoja. Oppilaat ovat todella taitavia puhelimen käytössä, mutta kun mennään tietokonemaailmaan, niin taidot loppuvat.

*- Eräessä koulutehtävässä oli tavoitteena tehdä erilaisia avaruuskappaleita tietyllä ohjelmalla. Oppilaat ottivat helposti haltuun käytettävän ohjelman, mutta ongelmia tuli, kun tulos tuli lähettää sähköpostin liitetiedostona. Ehkä tämä olisi niitä kansalaistaitoja, joista olemme huolissamme.*

*Aikaisemmin koulujen sisällä räätälöitiin tietotekniikan opetusta ja oli tietotekniikkaluokkia.*

*Oppilaiden perheiden erilaiset taustat vaikuttavat asiaan. Kaikilla ei ole kotona tietotekniikkalaitteita eikä vanhemmilla ole valmiuksia opettaa niiden käyttöä. Joillakin on kotonaan kaikki mahdolliset vempaimet.*

*Tämän voi nähdä vahvana tasa-arvokysymyksenä. Koululaitoksemme perustuu siihen, että meillä on pätevät opettajat, jotka opettavat tarpeellisia asioita. Jokaisella oppilaalla on oikeus saada pätevää opetusta.*

*Kun jokin aine (tietotekniikka) ei ole tunti-jaossa mukana, niin opettajien mielestä ei ole mitään järkeä lähteä tekemään laadukasta oppimateriaalia.*

## Ovatko matikkakerhot ja tiedekerhot vain isojen paikkakuntien ylellisyyttä?

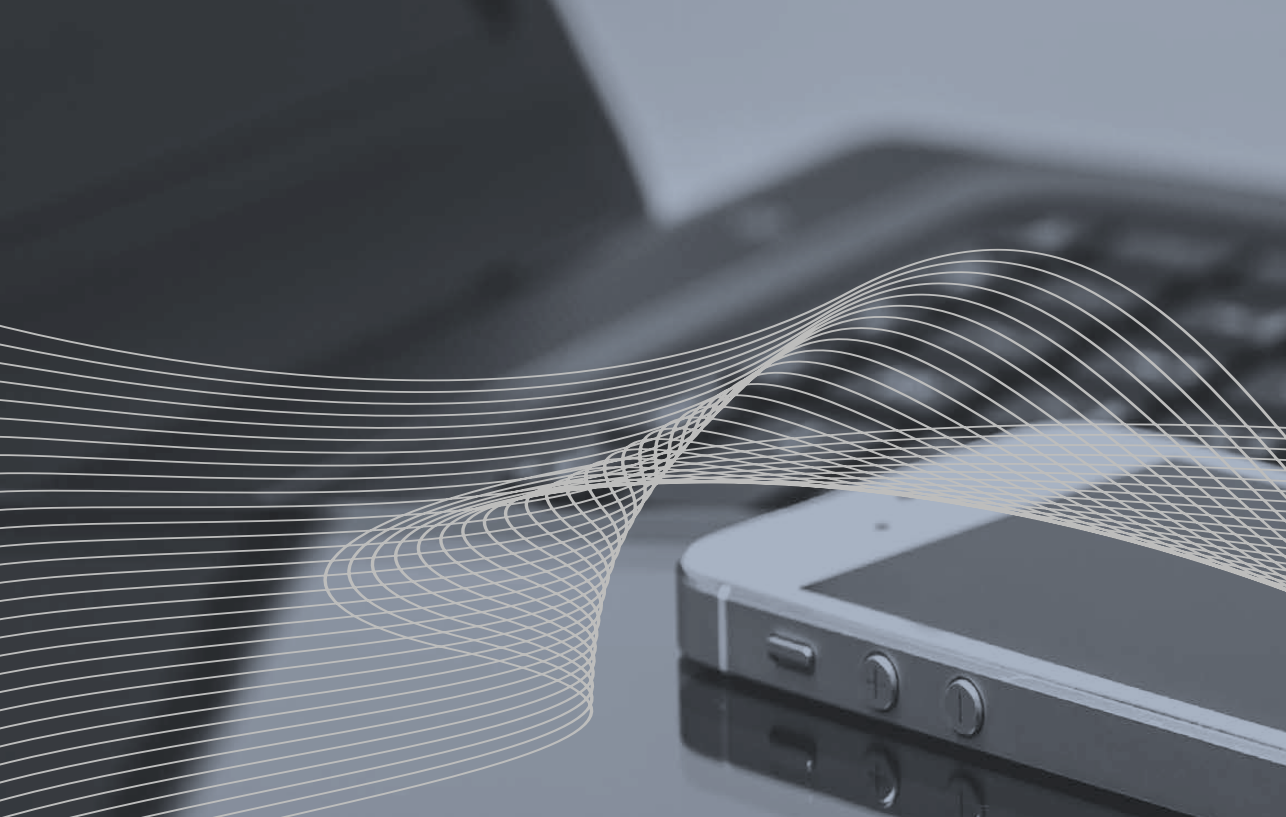
*- Helsingin seudulla on kouluja, joissa on erilaisia painotuksia ja on kouluja, joissa on matikkakerhoja ja tiedekerhoja ja kaikenlaisia mahdollisuuksia harrastaa myös matematiikkaa. Voisimmeko me jollakin lailla lanseerata tällaista tapaa toimia kouluille ihan yleisesti?*

**DT.** Kollegoilla on hyviä kokemuksia kerhotoiminnan järjestämisestä. Erityisesti siten, että isommat oppilaat järjestävät kerhotoimintaa pienemmille oppilaille. Tämä tulisi saada myös netissä toimivaksi.

**EV.** Nettiinhan ovat LUMA-keskukset tuottaneet suuret määrät upeata materiaalia. Matematiikan ja muiden luonnontieteellisten aineiden opettajien tulisi olla tietoisia näistä materiaaleista ja ottaa niitä käyttöön oppitunneilla.

**DT.** Toimintaa voisi olla koulun puitteissa mutta myös vapaa-ajalla. Eräs tapa on lähteä matikkakävelylle. Matkan aikana lasketaan erilaisia eteen tulevia asioita ja asioiden matemaattisia suhteita. Voidaan myös löytää erilaisia matematiikan ja ympäristön välisiä suhteita. •





Hyvinvointia rakentamassa



SUOMALAINEN TIEDEAKATEMIA  
FINNISH ACADEMY OF SCIENCE AND LETTERS



StoraEnso



**TAKAISIN PISAN  
HUIPULLE, LUKIO**

# MITEN KASVATTAAMATIKKAHEIMOJA?

## Paneelikeskustelu I

Paneelissa olivat keskustelemassa:

**Piia Haapsaari**

(matemaattisten aineiden opettaja)

**Neea Palojärvi**

(tiedeolympiavalmentaja)

**Ville Tilvis**

(Helsingin matematiikkalukion linjanjohtaja).

Haastattelijana toimi

**Jan Erola**

Keskustelun aluksi esitettiin video, jossa haastateltiin kahta oppilasta.

**Videolla esiintyi kaksi oppilasta. Toinen olisi matematiikkaan liittyen tarvinnut enemmän tukea ja toinen enemmän haasteita.**

**VT.** Opetuksen perusongelma on, että me kuitenkin teemme sitä massakoulutuksena, emmekä siten, että jokaisella suomalaisella olisi oma yksityisopettaja. Ehkä se on Suomen kannalta parempi, koska muuten se voisi tulla aika kalliiksi. Kouluopetukseen sisältyy väistämättä aina jonkinlaisia kompromisseja. Suomessa on kuitenkin pidetty huolta siitä, että kaikki pysyvät mukana. Osaavimman 10 prosentin eriyttäminen omaksi ryhmäkseen ei ole opetuskulttuurissamme kovin vahvasti esillä. Meillä on paljon varsinkin yläkouluikäisiä, jotka ovat tyhjäkäynnillä.



Tervetuloa kuuntelemaan asiantuntijakeskusteluja siitä, miten matemaattinen osaamisen taso Suomessa saadaan taas maailman huipulle.

Torstai 15.6. klo 11-16

Rauman Seminaarinmäellä sekä striimin välityksellä etänä kahvitarjoilu

Mukana mm. Minna Hannula-Sormunen (professori, Turun yliopisto), Jaakko Salo (koulutuspolitiikan päällikkö, OAJ) ja Pilvi Torsti (Euroopan koulutussäätiön johtaja)

Tilaisuus on avoin kaikille kiinnostuneille ja maksuton, tervetuloa!

Ilmoittaudu mukaan nyt: [lyyti.in/raumal506](https://lyyti.in/raumal506)

Tilaisuuden järjestävät Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry ja Matemaattis-luonnontieteellisen alan akateemiset MAL ry

Jos mietimme Pisa-tavoitetta, niin me olemme perinteisesti olleet hyviä siinä, että kaikki osaavat perusteet rautaisesti, ja siitä ollaan pikkuhiljaa lipumassa pois päin. Uusi aluevaltaus voisi olla, että etevimmät oppilaat hiottaisiin vielä paremmiksi. Tälle olisi todennäköisesti tarvetta.

***Neea, sinä olet ollut tutkijana, mutta olet ollut myös valmentajana matemaattikka-olympialaisissa, ja myös itse osallistunut niihin aikoinaan. Muistatko mitä itse ajattelit opiskelijana ja miten olet itse pystynyt hyödyntämään tätä myöhemmin? Ja oliko semmoinen olo, että kovin yksin ollaan?***

**NP.** Yläkoulussa aikanaan oli sellainen olo, että yksin ollaan, koska olin ehkä enemmän kiinnostunut





matematiikasta, kuin luokkakaverit, mutta minulla oli myös hyvin ymmärtävä koulu, joka antoi vapautuksia matematiikan kursseista ja kävin ihan lopussa lukion tunneilla.

Sitten menin Päivölän opistoon lukioon, jossa oli muitakin matematiikan opetuksesta kiinnostuneita, ja jotka kävivät mm. valmennuksessa. Siellä sai paljon kavereita ja seuraa, ja kannustusta.

***Koulujärjestelmä ei selvästikään kykene ottamaan koppia näistä erityislahjakkaista. Pyydänkin teitä kaikkia kertomaan, mitä siinä rinnalla tapahtuu, osittain vapaaehtoisvoimin?***

**NP.** Matematiikkavalmennuksessa meillä on opetusta, joka tähtää kilpailutoimintaan, erityisesti lukioikäisille, mutta myös yläkoululaisille. Sinne saa myös tulla kuka vaan, jota kiinnostaa matematiikka. Ketään ei pakoteta kilpailemaan missään.

Jos opettajat tunnistavat, että on erityisen matemaattisesti lahjakkaita oppilaita tai muuten vaan erityisesti matematiikasta kiinnostuneita, niin heitä voi ohjata meidän puoleemme. Meillä on sellaisia tapahtumia ja verkosta löytyviä tehtäviä, jotka ovat kaikille avoimia. Niiden tekeminen ei maksa mitään.

**VT.** Selkeä osa suomalaista koulujärjestelmää on toisaalta peruskoulutuksen painotusluokat ja sitten

erityisen koulutustehtävän lukiot. Matematiikka-luonnontieteet painotteisia lukioita on viitisentoista kappaletta. Nämä lukiot sijaitsevat pääasiassa eteläisessä ja läntisessä Suomessa. Nämä ovat kouluja, jotka ovat hakeneet tällaista statusta. Niissä on harrastajien keskittymiä. Itse olen ollut mukana järjestämässä 9-luokkalaisten matemaattisen ajattelun kursseja, joissa on valmistavasti käyty läpi lukioon valmistavia kursseja. Suositus on ollut osallistujille, että arvosanan tulisi olla 9 tai 10. Vuodessa noin 80 osallistujaa on ollut mukana etäyhteydellä eri puolilta Suomea. Muutamia matikkakerhoja toimii näiden lukioiden tai yliopistojen yhteydessä. Monesti nämä kuitenkin ovat kausittaisia ja projektiluontoisia.

Jos vertaamme esim. lahjakkaaseen muusikkoon, niin meillä on musiikkiopistojärjestelmä, josta löytyy koulutusta. Matematiikan osalta mennään tämän aivan normaalin koulutusjärjestelmän puitteissa. Jos vertaa ”lahjakkaat pärjää aina” puheessa musiikkia ja matematiikkaa, niin musiikin osalta ei todeta, että nyt meillä on lahjakas nuori viulisti, mutta kyllä hän oppii soittamisen sitten myöhemmin yliopistossa.

On selvää, että lahjakkaat nuoret tarvitsevat tukea ja myös mielellään toisten lahjakkaiden nuorten seuraa. Matematiikkaan liittyen Suomessa ei ole mitään kansallisen tason ohjelmaa. Ja paikallistason toimintakin saattaa olla hyvin hajanaista, tai sitten puuttua kokonaan. Ei ole olemassa järjestelmää, jos-

sa alempi taso pystyisi syöttämään osaajia ylemmäksi. Monessa harrastustoiminnassa on suuri määrä ruohonjuuritason toimintaa, josta sitten saadaan aikaiseksi hyvä maajoukkue.

**PH.** Opettajana olen erityisen kiitollinen näistä esittelemistänne hankkeista. Ne ovat timantteja siinä tilanteessa, kun on itse ison porukan kanssa pulassa ja sieltä ilmenee tällaisia edistyneitä nuoria, jotka ovat pitkällä matemaattisessa ajattelussa. Ja sitten erityisesti tämä Harppi-hanke. Sieltä on tarjottu näitä matematiikkakerhoja myös lukiolaisille ja jopa materiaaleja. Niitä on saanut myös itse täydentää, ja se on ollut ihan valtavan iso etu oppilaille, jotka ovat edistyneitä pitkässä matematiikassa. Omassa koulussa siihen on kehittynyt jopa semmoinen imu ja hyörintä, että se on lähtenyt kasvamaan ja siellä oppilaat ovat myös ryhmäytyneet, ja tutustunut toisiinsa samalla lailla ajattelevien kanssa.

***Perustuuko tämä siis opettajien vapaaehtoisuuteen ja aktiivisuuteen, että ollaan aktiivisia kerhojen perustamisessa, ja haetaan ilmaisia sisältöjä netistä? Eikö meillä ole minkäänlaista kansallista ohjelmaa, jonka avulla poimittaisiin lahjakkuuksia?***

**PH.** Oma kokemukseni on, että tämä perustuu opettajien omaan aktiivisuuteen. Jossakin MAOLin tilaisuudessa kuulin Villen kertovan tästä toiminnasta, ja siellä havaitsin, että on jotain tarjottavaa myös edistyneille, matemaattisesti lahjakkaille oppilaille.

Minulla on oman työkokemukseni perusteella semmoinen tuntuma, että varjoon jää opiskelijoita, joilla olisi matemaattista potentiaalia, mutta että monista eri syistä johtuen he eivät tule tunnistetuiksi. Eli uskallan väittää, että ei se nuorten potentiaali ole hävinnyt mihinkään, vaan tässä koulusysteemissä on jotain vialla, niin että heitä ei kyetä tunnistamaan.

**VT.** Tulee muistaa koko kansan osaamistasoa ajatellen, että tavoitteena on, että kaikki osaavat perusteet hyvin. Erityislahjakkaiden esille nostaminen on toisijaista verrattuna siihen, että pidetään kaikki mukana.

Matematiikassa erityisen lahjakkaita oppilaita on melkoisen pieni joukko. Sen sijaan yleislahjakkaita oppilaita on suurempi määrä, ja heidän joukossaan saattaa olla sellaisia, jotka kiinnostuvat matematiik-



**Tulee muistaa koko kansan osaamistasoa ajatellen, että tavoitteena on, että kaikki osaavat perusteet hyvin.**



kasta. Tosiasia on, että heikosti menestyviä oppilaita tuetaan, mutta harvalla opettajalla on mitään erityistä työkalupakkia siihen, mitä tarjotaan niille oppilaille, jotka ovat matemaattisesti lahjakkaita. Myöskään oppikirjojen materiaalit eivät ohjaa siihen suuntaan. Sen vuoksi tarvitaan tällaisia erityisiä hankkeita. Saan epäsäännöllisen säännöllisesti yhteydenottoja sellaisilta vanhemmilta, joilla on matemaattisesti lahjakas lapsi. Heille täytyy vain todeta, että ei ole mitään erityistä järjestelmää heidän huomioimisekseen. Neuvoksi annan, että kannattaa kysellä jostain lähilukiosta, löytyisikö sieltä opastusta. Tämmöinen tietenkin menee täysin vapaaehtoistyön piikkiin.

**NP.** Tämmöisiä tapauksia voi ohjata meidän peruskoululaisten valmennukseen tai kirjevalmennukseen. Puheenvuorosta tuli selvästi esille, että yläkoululaisille ja erityisesti lukiolaisille on jonkin verran tarjolla harrastustoimintaa tai syväliisempää osaamista. Sen sijaan alakoululaisille ei ole tarjolla mitään vastaavaa toimintaa. Monesti yläkoululainen tai lukiolainen, joka on kiinnostunut matematiikasta, on kiinnostunut myös monesta muusta aineesta, ja heillä voi olla pitkä lista harrastuksia, jolloin matematiikka jää. Ehkä olisi paikallaan, että meillä olisi harrastustoimintaa myös nuoremmille oppilaille.

**PH.** Kysymys kuuluukin, että onko tämä koulujärjestelmä tasavertainen, koska täällä on tällainen vähemmistö, joita ei eriytetä. Opettajana näen, että heillä on samanlainen oikeus edetä omalla oppimisen polullaan ja niillä taidoilla mitä heillä on.

Jos tulee yhteydenotto, jossa kerrotaan matemaattisesti lahjakkaasta nuoresta, niin jatko jää opettajan viitseliäisyyden varaan, alkaako edistämään asiaa. Ja tietenkin talkootyönä työpäivän jälkeen.

***Onko kerhojen pyörittäminen osittain hyytynyt talkoovaatimukseen? Ennen koronaa oli kemian- ja muita kerhoja, mutta ne sitten hyytyivät.***

**NP.** Meillä oli ainakin valmennuksessa yläkouluikäisten kerhoja, osa etäkerhoina ja osa alueellisina, myös koronan aikaan, mutta sen jälkeen rahoitus loppui, eikä sille saatu jatkoa. Hanke oli Opetushallituksen rahoittama.

On ollut myös muitakin kuin matematiikkaan liittyviä kerhoja, mutta käsittääkseni muilla aineilla ei ole päästy aivan niin pitkälle?

**PH.** Harppi-hanke on ollut poikkeus, koska siihen liittyen on opettajille maksettu kerhopalkkio. Joskus ovat rehtorit korvanneet jostakin tukiopetusrahasta tai muusta vastaavasta, jos on järjestänyt itse tiede-illoja tai vastaavia peruskoulun puolella.

**VT.** Ja tokihan meillä on kerhorahaa peruskoulun puolella. On sitten paikallistason päätös, mihin sitä sitten käytetään.

***Olet vienyt porukkaa Lappiin matematiikkaleirille ja teidän koulussa on joskus festivaaleja, joissa syödään pizzaa ja räknäillään pitkin yötä. Voisitko hieman avata tätä?***

**VT.** Olemme pitäneet muutaman kerran vuodessa matematiikan öitä iltakuudesta aamukuuteen. Olemme myös muutaman kerran järjestäneet matikka-festareita. Seuraava on tulossa loppuvuodesta. Sinne on kutsuttu ihmisiä eri puolilta Suomea ja kutsuttu paikalle professoritason esiintyjä.

Me joudumme tavallaan kilpailemaan osallistujista. Humanistisen puolen yliopistopaikat ovat todella haluttuja. Matemaattisten alojen paikkoja on paljon enemmän, mutta ne eivät ole niin haluttuja. Meillä on kuitenkin paljon ihmisiä, jotka ovat kiinnostuneita hyvin monenlaisista asioista. Tavoittemme on saada houkutelua heitä matemaattiselle puolelle.

Olin viime viikolla Lapissa opettamassa kursssia, jossa opiskeltiin kompleksilukuja ja funktioita eräolosuhteissa. Nuoret ihmiset ovat yleensä laumaeläimiä, ja jos saadaan porukka innostumaan jostain, niin se on eduksi. Peruskoulussa opetetaan laajasti kaikkia aineita, joten ei tämä voi mihinkään joukkohurmukseen perustua.





***Neea. Kerro jotain niistä olympialaisista. Sinä olet itse osallistunut tiedeolympialaisiin ja olet ollut valmentamassa oppilaita. Minkälainen se järjestelmä ylipäätään on?***

**NP.** Ulkomailla on eri tasoisia kilpailuja, joista merkittävin on kansainväliset matematiikkaolympialaiset kerran vuodessa, johon kukin maa saa lähettää kuusi edustajaa. Suomessa systeemi toimii niin, että valmennukseen päädytään eri tavoin, yleensä niin, että MAOLin matematiikkakilpailuissa menestyään hyvin ja saadaan kutsu. Täällä käydään useampi valintakierros ja saadaan joukkue kasaan. Kilpailuissa on tärkeässä osassa yhteisöllisyys, joten kokeiden lisäksi ohjelmassa on retkipäiviä, joiden yhteydessä pääsee keskustelemaan muiden maiden edustajien kanssa. Joskus tilaisuuksissa on kova-tasoisia matematiikan tutkijoita esitelmöimässä.

***Minkälainen oli oma kokemuksesi päästä maailmalle?***

**NP.** Oli tosi jännittävää päästä näkemään, minkälaisia nuoria löytyy ympäri maailmaa. Ja oli siistiä olla yksi heistä. Tapahtumat olivat yleensä hienoja ja hyvin järjestettyjä. Niistä jäi myös pidempiaikaisia kontakteja, joista joidenkin kanssa tavataan viikoittain. Näistä oli hyötyä myös akateemista uraa ajatellen.

***Minkälaisia ovat kokemuksesi toimia valmentajana?***

**NP.** Valmentajana oleminen ei ole niin jännittävää kuin kilpailijana. Jännittää tietenkin nähdä miten kilpailijat menestyvät. Erityisen hienoa on olla mukana nuorten menestyksessä tai menestymättömyydessä.

***Onko sinulle jäänyt mieleen, minkälaisia asioita voisi matkia tai kopioida Suomeen?***

**NP.** Itä-Eurooppa on menestynyt yleensä melko hyvin. Yhteistä niissä on se, että matematiikan arvostus on niissä paljon suurempi, kuin Suomessa. Jossain maissa valtio myöntää huomattavia rahapalkintoja mitalisteille ja niistä myös uutisoidaan ihan eri tavalla.

Suomessakin voitaisiin uutisoida muistakin asioista, kuin siitä, että Pisa-tulokset ovat huonontuneet. Meillä oli huhtikuussa kilpailu, jossa Euroopan tyttöjen matematiikkaolympialaisten joukkue menestyi paremmin kuin koskaan aiemmin. Toi kaksi mitalia mm. ensimmäisen hopeamitalin. Asiasta lähetettiin tiedote yli kahteenkymmeneen mediaan, ja ainoa, joka siitä uutisoi, oli Länsi-Väylä ja tämäkin johtui siitä, että mitalistit olivat Otaniemen lukioista.

**VT.** Haluaisin tuohon täydentää sen, millä tavalla Suomi asemoituu matematiikan osaamisessa.



Kaikkein laajimmassa yleissivistystä mittaavassa tutkimuksessa Pisassa ollaan maailman huippua. Jos taas katsomme kansainvälisiä matematiikkaolympialaisia, joissa on kunkin maan kuusi parasta, niin Suomi on niissä heikkoa keskikastia. Suomessa parhaat matematiikan osaajat eivät ole kansainvälistä tasoa, yksittäisiä valopilkkuja lukuunottamatta. Meiltä puuttuu laaja harrastajapohja.

Jos ajatellaan Opiskelijoita, jotka pääsevät MIT:hen matematiikkaa opiskelemaan, niin aika vähän sinne suomalaisia pääsee.

Olin kerran Unkarissa lukiolaisten kanssa kesäkoulussa ja siellä oli 300 nuorta matematiikkaleirillä, 13 – 18 vuotiasta. Kysyessäni miten olette saaneet näin paljon nuoria liikkeelle, oli vastaus, että he kaikki ovat voittaneet jonkin kilpailun, ja tämä oli palkintomatka. He olivat kaupunkien parhaita tai maakuntien parhaita. Suomessa ei tällaista kilpailutoimintaa ole lainkaan. Muutamassa kaupungissa on peruskoulun 7-luokkalaisten kisat. Noissa muutamissa maissa toimintakulttuuri on aivan toisenlainen.

### *Miten tämmöinen toimintakulttuuri on syntynyt?*

**VT.** Kulttuurin rakentaminen on pitkä projekti, eikä minulle ole aivan selvää, miten se on noissa maissa syntynyt. Selvästikään Suomi ei ole tällaista polkua kulkenut.

**PH.** Mielestäni se, mitä Ville on Maunulan matematiikkalukiossa kehittänyt, vaikuttaa myös muualle. Jos mennään keskivertolukioon, niin kyllä se on niille edistyneille palkinto, jos he pääsevät osallistumaan matikkafestareille. Tästä asiasta tulisi vain puhua enemmän, myös oppilaille.

### *Pääotsikkomme on, miten saamme matikkaheimoa laajennettua? Suomessa ei selvästikään ole yhteiskunnan puolelta rakenteita, vaan toiminta otetaan opettajien selkänahasta. Mikä olisi se keino, jolla asia saataisiin muuttumaan?*

**PH.** Ainakin ensimmäinen viesti sinne päättävälle elimille on, että älkää lopettako Harppi-hanketta, vaan jatkakaa sitä.

Opettajilla tulisi koulutyössä olla aikaa vuorovaikutukselle. Kaikki ne rakenteet, jotka sitä estävät,

tulisi poistaa. Opetustyön ydintä on, että se tapahtuu vuorovaikutuksessa. Se monesti innostaa, että oppilas huomioidaan. Yhdessä mietitään ja yhdessä mennään eteenpäin. Siihen ei ole tällä hetkellä riittävästi aikaa. Joskus tuntuu, että ei laisinkaan. Muut tehtävät täyttävät työn arkea.

Opettajaksi opiskelevien oppimista on yhä enemmän muutettu etä- ja itseohjautuvaan suuntaan. Hehän ovat esikuvia nuorille lapsille vuorovaikutuksen käytöstä opetusvälineenä. Opintojen rakenne on selvästi muuttunut ja voi olla, että se ei ole hyväksi.

**VT.** Jos halutaan kasvattaa matematiikasta innostuneiden määrää, niin tärkeää on etevien huomioiminen, eli että eriyttäminen voisi koskea myös eteviä oppilaita. Se tulisi myös resursoida. Tarvittaessa tulisi olla myös paikallista kerhotoimintaa. Lisää kerhorahoja ja mielellään täydennyskoulutusta opettajille.

Myös kansallisesti toimivan tiedeolympialaisvalmennuksen rahoitus tulisi saada kuntoon. Siihen tarvitaan noin 200 000 EUR vuodessa. Sillä pyörisi matematiikan, fysiikan, kemian ja tietotekniikan valmennustoiminta ja kisamatkat lentolippuineen jne. Tänä vuonna (2023) saatiin vain puolet siitä.

**NP.** Aikaisemmin tuli esille, että Virossa on runsaasti matematiikkakerhoja. Suomeen tulisi saada samanlaista toimintaa, myös nuoremmille, mistä voisi sitten ponnistaa korkeammalle tasolle. Rahasta puhuttaessa esillä olleet rahamäärät eivät ole kovin suuria.

Yhden yliopisto-opiskelijan kouluttaminen matemaatikoksi maksaa joitain kymmeniätuhansia euroja. Valmennustoiminnassamme on muutama sata koululaista. Koulutusrahoista voidaan sitten säästää myöhemmin. Näillä rahoilla saadaan myös teollisuuden tarvitsemia asiantuntijoita, jotka omalta osaltaan auttavat Suomea menestymään.

**PH.** Pienempien lasten kanssa auttaa innostaminen tiedekerhoihin ja muuhun vastaavaan toimintaan. Heillä on intoa heittäytyä itse mukaan. Kun olen kesäisin järjestänyt tiedekerhoja, niin niissä on ollut lukiolaisia ohjaajina. Heillä kyllä riittää sitten mielikuvitusta, mitä tehdään lasten kanssa, koska heillä on jo vähän sitä omaakin matematiikan, fysiikan ja kemian pohjaa.



Lahjakkaiden oppilaiden eriyttämiseen liittyen olen kokeillut yritysyritystyötä, joka on tällä hetkellä kehittyneellä. Kyse on semmoisista oppilaita, jotka turhautuvat tavallisilla tunneilla pitkän matematiikan opinnoissa. He voivat erikseen tenttiä kurseja, ja sitten mennä joihinkin yrityksiin tekemään matemaattiseen mallinnukseen liittyviä tehtäviä, jotka saattavat liittyä sellaisiin aihealueisiin, jotka on poistettu koulun kurseista.

Harmillista on, että opetussuunnitelmasta on poistettu sellaisia syventäviä aihealueita, jotka liittyvät tekoälyyn ja AI:hin. Lukiokoulutuksen perusteella nuoret eivät kovin paljon pääse näkemään, mitä niillä asioilla tehdään. Sen vuoksi matematiikka saattaa tuntu tylsältä välinetieteeltä.

**NP.** Piia on nostanut esille sosiaalisia ulottuvuuksia. Niihin lisäisin vielä sen, että jos opettajilla olisi oikein aikaa kuunnella oppilaita, ja myös löytää eri luokista tai eri ryhmistä niitä, jotka ovat kiinnostuneita matematiikasta ja saada heitä yhteen. Tänä vuonna matematiikkaolympialaisissa menestyneet olivat harjoitelleet yhdessä jo yläkoulussa. Eräässä tekeillä olevassa gradussa on tullut esille, että yhteisöllisyys on merkittävä tekijä. Se että samanhenkiset löytävät toisensa.

**PH.** Olen pannut merkille, että se myös näkyy ja kuuluu, kun yhteisöllisyys löytyy. Esimerkiksi matematiikkakerhoissa monesti viivytään pidempään, kuin on suunniteltu. Silloin on saatu aikaiseksi positiivinen imu.

***Opetusohjelmat vaihtuvat hitaasti ja hallitukset vaihtuvat koko ajan. Menetämme jatkuvasti uusia sukupolvia ja lahjakkuuksia niin kauan, kun täällä vain keskustelemme ongelmista, eikä yhteiskunta tartu niihin. Mikä olisi se keino, jolla saataisiin rahoitus kuntoon?***

**PH.** Yhteistyössä on voimaa. Parviäly-yhteistyö voisi olla se, jonka avulla rahoitusongelman voisi selättää. Ja sitä näyttää olevan tuolla opiskelijoiden joukossa.

Aikaisemmin oli esillä matikkaheimo-sana. Mielestäni se voisi olla jopa matikkaparvi. Eräs lukiolainen, joka oli kirjoittanut äidinkielestä täydet pisteet, kommentoi lehdistölle, että onnistumisen salaisuus

**Tänä vuonna matematiikkaolympialaisissa menestyneet olivat harjoitelleet yhdessä jo yläkoulussa.**

oli parviäly. He olivat koko lukioajan kaverien kanssa väitelleet ja miettineet yhdessä ratkaisuja.

**VT.** Jos halutaan nopeita muutoksia, niin opettajat voisivat yhdessä päättää, että kiinnitetään huomiota eteviin oppilaisiin ja tuetaan toisiamme, niin että kenenkään kuorma ei käy liian raskaaksi. Kenenkään ei tarvitsisi yksikseen kehittää materiaaleja. On sellaisia opettajia, joilla on ideoita ja kommunikoidaan ja otetaan haaste vastaan. Tämmöisen voi tehdä vaikka heti.

**NP.** Olen samaa mieltä, että meillä on olemassa paljon erilaista materiaalia, mutta tietoisuus sen olemassaolosta on vaillinaista. Ehkä meidän pitäisi enemmän mainostaa, että valmennuksella on tällaista materiaalia ja Harppi-hankkeella on tällaista materiaalia ja matematiikan Solmu-lehdessä on tällaisia asioita. Kenenkään ei tarvitse keksiä pyörää uudestaan.

**PH.** Monesti kuulee sanottavan, että mielikuvitus on luovuuden polttomootori. Sitä me opettajat tarvitsemme työssämme. Nuoret helposti aistivat sen, onko opettaja aidosti kiinnostunut siitä, mitä puhuu ja miten toimii. Opettajan omasta innostuksesta lähtee liikkeelle paljon hyvää. ●

# TULEVAISUUDEN TYÖELÄMÄN KOULUTUSTARPEET



Työelämän koulutustarpeet ovat olleet hyvin keskeisiä ajavia voimia seminaarisarjan käynnistämässä ja toteutuksessa. Tässä osassa tarkastelu kohdistettiin meneillään olevaan murroskauteen. Istunnon juontajana toiminut **Jan Erola** kuvasi kokonaisuuden. Sen jälkeen kestävän teknologian asiantuntija **Jussi-Pekka Teini**, TEK, alusti keskustelua kahden selvityksen pohjalta.

## Vähähiilisyys siirtymän ja kiertotalouden vaikutus koulutustarpeeseen

Jussi-Pekka Teinin alustuksen ensimmäinen osa käsittelee vähähiilisiirtymän tuomia osaamistarpeita. Insinöörikunnan osaamistarve on keskeinen ja voimakkaassa kasvussa: vuosittainen valmistuvien määrä on noin 8000 ja se pitäisi noin 1,5-kertaistaa. Tämän täyttämiseen on erilaisia vaihtoehtoja: sisäänottojen kasvattaminen on tärkeää ja erityisesti

naispuolisia tekniikanosaajia tulisi saada runsaasti lisää tälle alalle, joka on hyvin sukupuolittunut. Tämä monipuolistaisi huomattavasti osaamisprofileja. Työelämä- ja vuorovaikutustaidot sekä laajentuva poikkitieteellisyys ovat yhä keskeisempiä. Läpäisyn parantaminen ja täydennyskoulutuksen vahvistaminen ovat myös keskeisiä tavoitteita. Mukaan tarvitaan kv-osaajia. Jatkuva oppiminen on olennainen osa tarvittavan osaamisen ylläpidossa. Teinin mukaan koulutuksen syvään ytimeen tarvitaan edelleen vahvaa teknis-luonnontieteellistä osaamista. Sektorikytkennät vahvistuvat, esimerkiksi lämpö- ja liikennesektorit kytkeytyvät toisiinsa yhä vahvemmin. Monimutkaisemmat kokonaisuudet tarvitsevat yhä enemmän matematiikkaa. Poikkitieteellisyys ja elinikäisen oppimisen taidot korostuvat.

Toisena alueena Teini tarkasteli kiertotalouden osaamisen tilaa. Perusosaaminen sisältyy kaikkiin tekniikan alan tutkintoihin. Opiskelija voi halutes-

saan syventää tietämystä erikoistuvaan osaamiseen. Kierrätyksen tehostaminen ei ole vielä kiertotaloutta. Kiertotalous vaatii toiminta- ja businessmalleja. Poikkileikkaavassa osassa rakennetaan tietoisuus, ajattelumallit ja reunaehtojen ymmärrys. Syventävässä osassa tulee elinkaari, teknis-taloudellinen lähestyminen ja systeemiajattelu monimutkaisiin kokonaisuuksiin. Tuotesuunnittelussa tulisi pyrkiä tuotteiden pitempiäaikaiseen käytettävyyteen. Kiertotalous pitäisi saada olennaiseksi osaksi teknistä taloudellista tarkastelua. Digitalisaatio mahdollistaa kokonaisuuden käsittelyn ja poikkitieteellisyys tulee mukaan yhä selvemmin. Kaiken kaikkiaan tarvitaan lisää osaajia ja koulutuksen sisältöjen kehittämistä. Insinöörit ovat kestävyysmurroksen avaintoimijoita.

---

## Paneelikeskustelu

**Teollisuuden näkökulma.** Keskustelussa olivat mukana alustaja Jussi-Pekka Teini ja johtaja **Maarit Lindström**, Metsäteollisuus ry, sekä osaamisen ja vetovoiman asiantuntija **Hanna Hyryläinen**, Kemianteollisuus ry. Maarit Lindström aloitti nostamalla esille osaamisen tärkeyden. Tarvitaan kykyä tarttua uuteen, sillä työpaikat voivat vaihtua. Hän korosti myös elinikäistä oppimista - tutkinto on vain ajokortti. Työtä opitaan työelämässä ja moduulit osaamiseen tulevat ajan mukana. Nuorille näkyä työelämään on tärkeää. Vanhahtavan mielikuvan korvautuminen vaatii tietoa, että metsäteollisuus on monipuolisten mahdollisuuksien ala. Työmarkkinoiden segregoitumisen vähentämiseen tarvitaan toimia.

Hanna Hyryläinen korosti, että kemianteollisuus tarvitsee insinöörejä, mutta myös ihan kaikenlaisia osaajia: niin ammatillisia että korkeakoulutettuja osaajia tohtoreihin ja professoreihin asti. Kemianteollisuus on hyvin muuttuva ja monipuolinen ala. Se on myös hyvä kanava kansainvälisiin tehtäviin. Viestinnässä nuorisolle korostetaan kemianteollisuuden muuttumista ja monipuolisuutta mm. videoiden avulla somekanavissa.

**Segregoituminen koulutuksessa ja työelämässä vaatii edelleen toimia.** Työmarkkinat ovat selvästi segregoituneet. Jussi-Pekka Teini toi esille tekniikan alan sukupuolijakauman ja sen tasapainottamiseen

**Jan Erola toi esille UNESCO:n Women in Science aktiviteetteja.**

tähtääviä toimia. DI-koulutuksessa naisten osuus on noussut 20 prosentista 33 prosenttiin. Mielikuvat hidastavat kuitenkin muutosta. Esimerkiksi Energia on hyvin miehiseksi koettu ala ja naisten kaikkien vähiten haluttu ala, vaikka se on avainasemassa ”maailman pelastamisessa”.

Jan Erola toi esille UNESCO:n Women in Science aktiviteetteja. Yhteistyötä monipuolisemman rakenteen eteen tehdään myös metsä- ja kemianteollisuudessa. Maarit Lindström kertoi Mahdollisuuksien metsäkampus-toiminnasta, jossa alan teollisuudessa työskentelevät kertovat koululaisille alan työskentelystä. Metsäyhtiöt toimivat aktiivisesti: Metsä Group on ottanut käyttöön anonymi- rekrytointitapoja ja UPM on tehnyt palkkaerojen poistamishanke. Kemian puolella ollaan mukana TEKin Women in TECH-hankkeessa, jossa nuoret naiset pääsevät tutustumaan tekniikan alaan. Jussi-Pekka Teini kiitti yliopistojen järjestämiä Shaping TEK -tilaisuuksia naispuolisille lukiolaisille. TEKin tutkimuspäällikkö **Susanna Bairoh** on tehnyt tohtorin tutkinnon aiheesta sukupuolten ero STEM-aloilla. Vetovoiman lisääminen ja naisten saaminen alalle vaatii työtä, mutta alalle sopeutumisessa ei ole eroja miesten ja naisten välillä.

**Muutostilanteissa eri teollisuudenalat tulevat lähemmäksi toisiaan.** Maarit Lindström piti tätä suurena mahdollisuutena. Työkierto tuo lisää monipuolisuutta. Kaikkialla pyritään saamaan korkean jalostusasteen tuotteita. Tähän tarvitaan osaajia, joille LuMa-aineiden osaamisen kehittyminen koulutuksen eri vaiheissa tuo pohjaa tekniikan osaamiselle. Tekniikan alan läpi koulutustasojen 60 prosentilla alan työntekijöistä. Vihreän siirtymän mukana on tullut uutta käyttöä metsäteollisuuden sivutuotteille. Metsäteollisuudessa kehitetään puupohjaisia tuotteita korvaamaan fossiilipohjaisia tuotteita. Työvoiman määrä ja laatu ovat keskeisiä asioita.



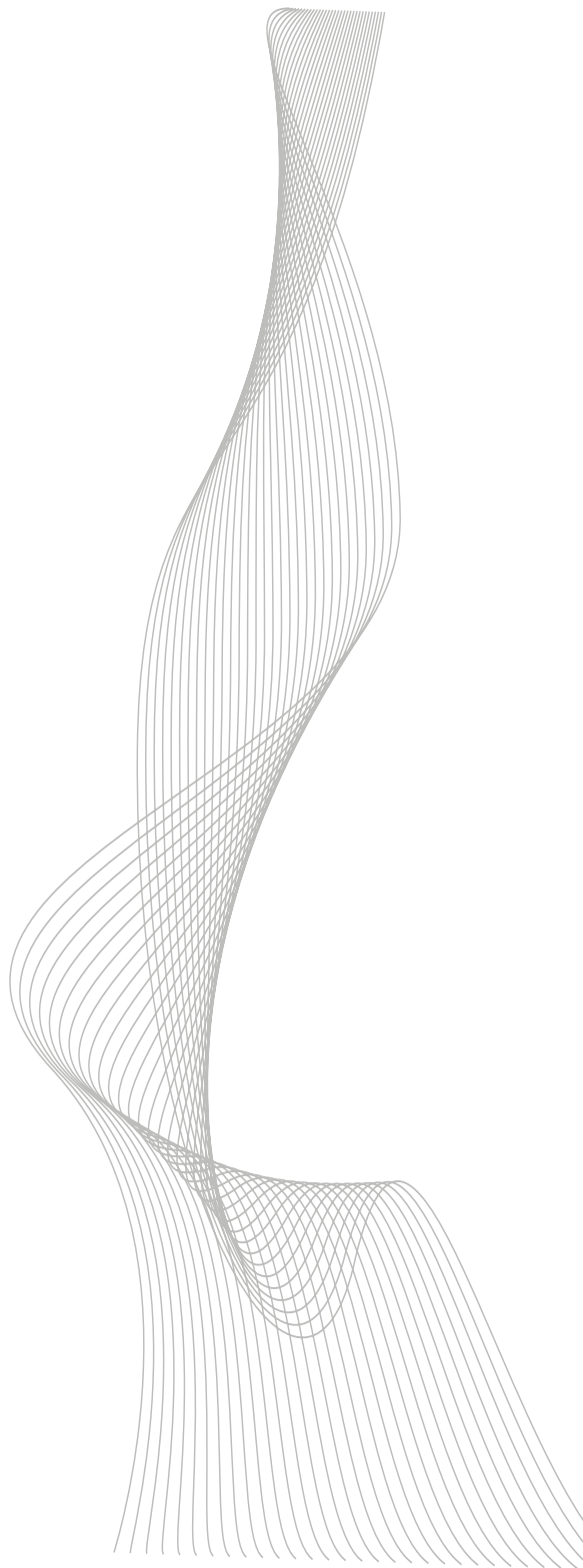
Hanna Hyyryläinen totesi, että kemianteollisuudessa on pulaa osaajista kaikilla tasoilla. Uusien kasvavien alojen rekrytointitarpeen enustetaan kohoavan voimakkaasti, esimerkiksi akkuteollisuus ja vihreän vedyn yritykset. Parhaita kansainvälisiä osaajia tarvitaan lisää. Uudet raaka-aineet tuovat lisää työstöä ja uutta tuotesuunnittelun tarvetta. Osaajapula ei ole häviämässä.

**Miten varmistetaan osaajien riittävyys?** Jussi-Pekka Teini painotti aloituspaikkojen merkitystä insinöörien määrään. Keskeyttämiset varsinkin AMK-puolella ovat ongelma. Alanvaihto tuo vajaan insinöörien määrän lisäämisessä. Alan töihin meneminen tekniikan puolelle aiheuttaa viivettä opintojen loppuun saattamisessa, koska sieltä voidaan palata jatkamaan. Vasta koko tutkinto tietysti antaa koko koulutuksen tarjoaman osaamisen. Ulkomaiset osaajat joutuvat ratkomaan puolison vaikeuksia työllistyä ja perheen erilaisia jokapäiväisen elämän haasteita.

Hanna Hyyryläinen korosti, että sopeutumiseen tarvitaan turvallinen työpaikka, jossa diversiteetin merkitys ymmärretään. Maarit Lindströmin mukaan metsäteollisuus on tietysti globaalia, mutta tuotannon tekijöiden kotimaisuusaste on yleisesti korkea. Metsät ja tehtaat ovat maakunnissa. Kv-rekrytointi on kasvanut vasta viime aikoina. Alueilla työskentelevää kotimaista väkeä valmistellaan myös erilaisten toimintatapojen hyväksymiseen. Johtotasolla kv-liikkuvuus on yleisempää.

Metsä- ja kemianteollisuus on varsin samalaisesa tilanteessa: kilpaillaan samasta kansainvälisestä työvoimasta. Kumpikin ala suhtautuu myönteisesti koulujen ulkopuolella koulutuksen järjestämiseen. Webinaareja on jo runsaasti ja erilaisia moduuleja suunnitellaan. Oppisopimus-ratkaisut ovat tuoneet hyviä tuloksia. Saksan ja Sveitsin kokemukset tuovat pohjaa laajentuville kokeiluille ja varma työpaikka kannustaa osallistumaan. Iltapäiväkerhot on koettu hyväksi ja pyritään Luma-teemojen pohjalta rakentuviin kerhoihin.

Osaajien tarvetta voidaan arvioida investointisuunnitelmien pohjalta ja toisaalta osaajat tuovat pohjaa investoinneille ja aluetalouksien virkistämiseksi. Nuorison mukaan saamiseen ja vetovoiman kasvuun tarvitaan toteutuneita hyviä esimerkkejä tämän työn merkityksestä. •





TEK

VERTEX  
SYSTEMS







# SEMINAARI SUOMI AREENALLA PORISSA



# KAIPAANKO MATIKKA TIKTOKKIA VAI KARTTAKEPPIÄ?



Juontaja Timo Sipola avaa keskustelun.

Suomessa on noussut yliopistojen ja yritysten huoli koulujen tuottaman matematiikan taitotason heikentymisestä. Matemaattisluonnontieteellisten alojen akateemiset (MAL) on toteuttanut yhteistyössä LUMA-keskuksen ja Matemaattisten aineiden opettajien liiton (MAOL) kanssa seminaarisarjan matematiikan kouluopetuksen kehittämisestä. Keskeisenä tavoitteena on osaajien koulutukseen varmistamisessa tarvittavan koulutusjärjestelmän eri vaiheiden tasapainoinen toiminta.



# - SUOMI AREENALLA POHDITTIIN KEINOJA LISÄTÄ MATEMATIIKAN OSAAMISTA



Juurihoitoa painottava seminaarisarja aloitettiin Oulussa lokakuussa 2022 varhaiskasvatuksesta ja peruskoulun ala-asteesta ja se on käynyt läpi kaikki kouluasteet. Peruskoulun toiminta oli painopisteessä maaliskuussa Tampereella ja kesäkuussa 2023 Raumalla otsikoksi nousi ”Takaisin PISAn hui-pulle”.

Neljännän tapahtuman, Suomi Areenan keskustelun, painotuksena oli matemaattisluonnontieteellisen ajattelun edistäminen yleistiedon monipuolistamisessa ja laajassa yhteiskunnallisessa vaikuttamisessa. Keskustelun juontaja, toimittaja **Timo Sipola** esitteli aluksi seminaarisarjan ja käytävän keskustelun tavoitteita vahvistaa kaikkien matematiikan ymmärrystä ja taitojen harjoittamista. Tässä luettiin mukaan myös lyhyen matematiikan osaamis-

tarpeet. Matematiikan pitäisi kiinnostaa kaikkia, koska se on hyvinvointivaltion perusta. Jos ei ole kilpailukykyistä vientiteollisuutta ja vientituotteita, tällaisessa pienessä kohtuullisen kaupungin kokoisessa maassa ei ole juuri muutakaan, tiivistä Sipola.

## Panelistit

Keskustelussa haettiin vastausta kysymykseen, miksi matematiikan ja luonnontieteiden kiinnostavuuden ja osaamistason on annettu romahtaa. Mitä asialle pitäisi tehdä, ettei jäädä vain puheen tasolle. Kysymyksessä on pitkäaikainen huono kehitys. Mistä tulee ratkaisu? Onko uudessa hallitusohjelmassa avaimia tähän? Suomi tarvitsee uusia matematiikan ja luonnontieteen osaajia, mutta myös uusia tapoja opettaa matematiikkaa ja luonnontieteitä. Mitä nämä keinot ovat? Miten ne saataisiin levitettyä kaikkien opettajien ja kasvattajien käyttöön?

Panelistit olivat Helsingin yliopiston tiedekasvatuksen professori **Maija Aksela**, joka on LUMA-keskus Suomen luoja ja johtaja sekä vuoden 1995 matemaattisten aineiden opettaja, vuoden 2023 matematiikan opettaja ja ansioistaan jo aiemminkin palkittu matematiikan ja fysiikan opettaja **Lauri Hellsten** Espoon yhteislyseosta ja Teknologia-teollisuuden osaamisesta vastaava johtaja, luokanopettaja **Leena Pöntynen** sekä Kemianteollisuuden koulutuspolitiikasta, osaamisesta ja vetovoimasta vastaava johtava asiantuntija **Anni Siltanen**.

## Matemaattisen osaamistason rapautuminen

Panelisteja pyydettiin kertomaan omasta näkökulmastaan mahdollisimman konkreettinen esimerkki Suomen tilanteesta. Siltanen toi esille kemianteollisuuden jäsenyritysten huolen hiilineutraaliuden saavuttamiseksi tarvittavan osaamis-





Panelistit Leena Pöntynen, Anni Siltanen, Maija Aksela ja Lauri Hellsten.

tason toteutumismahdollisuuksista. Alan 400 jäsenyritystä tarvitsee 40 000 osaajaa, eli kaupungin verran, sillä hiilineutraaliustavoite 2045 mennessä on tehtävä ihmisten avulla. Osaamisen tason pitäisi nousta, mutta joka puolelta kuuluu viestiä tason laskemisesta. Hellsten totesi, että yläkoulun oppimistulos ei ole kehittynyt ja osaaminen on lisäksi erkaantunut, joten tuen tarve kasvaa sekä pitkän että lyhyen matematiikan opinnoissa. Tämä trendi pitää kääntää, jotta voidaan keskittyä lukion opetussuunnitelmaan. Akselan mukaan on keskeistä innostaa lapsia ja nuoria opiskelemaan näitä tärkeitä aineita ja tieteitä, jotta voidaan tuottaa korkeakouluihin taitavia opiskelijoita ja työelämään osaavia työntekijöitä. Tukea tarvitaan opettajille ja tutkimusperusteista opettajakoulutusta tulee vahvistaa, jotta riittävä määrä matematiikan opettajia voidaan turvata. Teknologiateollisuus tarvitsee Pöntynen mukaan 130 000 osaajaa, joista ¾-osalla tulisi olla tekniikan tai ICT-alan koulutus. Vaadittava vahva matemaattinen pohja ei toteudu, jos matemaattisen osaamisen rapautuminen jatkuu. Saman aikaisesti tarvitaan lisää korkeakoulutettua väkeä. Koulutuksen lisäämistä vaikeuttaa koulutukseen tu-

**Vaadittava vahva matemaattinen pohja ei totudu, jos matemaattisen osaamisen rapautuminen jatkuu.**



levien monenkirjavan pohjan laajentuminen, etenkin ammattikorkeakouluissa. Aikaisemmissa vaiheissa erkaantuneiden tasojen korjaamiseen tarvittavien toimien vähentäminen ei tässä helpotu.

---

### Keskustelua siivitettiin videoilla – onko karttakeppi ratkaisu?

Ensimmäisessä videossa valtakunnallinen virallinen matikkatäti **Alli Huovinen** Oulusta korosti, että matematiikka vaatii työtä – pitää rakentaa päähän työkaluja, joiden avulla opiskellaan uutta. Kaikki nojaa matemaattisen ajattelun osaamiseen. Hän painotti, että kynä-paperi-menetelmällä joutuu hitaasti miettimään, miten asiat ovat. Hänen mielestään kirjat pitää käydä läpi ilman laskimia, työkaluja käytetään vasta lopussa. Tekoäly ei osaa ratkaista ongelmia, mutta kertoo miksi matematiikka ja sen opiskelu on tärkeää. Matematiikalla ratkaistaan ongelmia, mutta se myös kehittää loogista, johdonmukaista ajattelua. Matematiikka on kulttuurin, tekniikan ja talouselämän perusta. Sen arvostus pitää saada takaisin.

Panelistit kommentoivat Allin esitystä. Hellstenin mukaan Alli tekee erittäin tärkeää työtä matematiikan merkityksen esille tuomisessa arkipäiväisesti ja pitkäjännitteisesti. Tämä ei ole kuitenkaan joko-tai-asetelma. Pitkäjännitteinen kynä-paperityöskentely on todella hukassa ja sitä tarvitaan lisää, mutta ei pelkästään sitä. Asioiden havainnollistamiseen tietotekniikan avulla on myös tarvetta. Opetajan osaaminen korostuu tässä tasapainotuksessa ja huomattakoon, että lukion opetussuunnitelmassa on tavoitteena ohjelmistojen tulosten järkevyyden arviointi. Aksela oli samaa mieltä: harjoittelu tekee mestarin - luotetaan opettajiin, kuunnellaan nuoria ja lapsia ja työskennellään monipuolisesti. Siltanen nosti Allin esityksestä esille koulutuksen arvostuksen ja palauttamisen. Hän vertasi Viron tilanteeseen, jossa usko koulutuksen merkitykseen on vahva. Pöntynen korosti, että matematiikka on kumulatiivinen oppiaine, jossa tarvitaan paljon harjoittelua. Pitäisi yrittää tunnistaa oppimisen esteitä, mikä ehkä onnistuu koneelta. Ihmiset paneutuvat vuorovaikutukseen tässä työnjaossa. Hellsten palasi Viro-keskusteluun. Hänen mukaansa Virossa opetus on perinteistä verrattuna Suomen toimintatapaan. Opettaja näyttää

tietotekniikkaa käyttäen työskentelypohjaa, kun taas Suomessa oppilaat käyttävät ohjelmistoja itse. Virossa usko koulutuksen merkitykseen on vahva. Panelistien mielestä Suomessakaan ei olla niin hyvässä tilanteessa, että koulutuksella ei tunnettaisi olevan merkitystä uralla etenemiseen.

Juontajan kysymykseen miksi LUMA-keskuksen 20-vuotinen työ ei näy käytännössä, Aksela vastasi toimivansa ainoastaan yhteistyön katalyyttinä. Parhaat tulokset saavutetaan, kun opettajat ovat mukana alusta alkaen. Yliopistojen tehtävänä on tuoda yhteistyöhön uutta tietoa matematiikan ja luonnontieteiden sekä oppimisen puolelta.

---

### Keskustelua jatkettiin toisella videolla - löytyykö ratkaisu tietotekniikasta?

Toisessa videossa puhui Suomen tunnetuin TikTok-ope **Visa Saarinen**, jolla on satoja tuhansia seuraajia. Hän korosti videoiden käyttöä havainnollistamiseen. Siinä toisto on tärkeää: videolla on tyypillisesti 100 000 näyttökertaa. Animointi on hyvin keskeistä videoissa. Anonyymit tilit helpottavat kysymysten esittämistä. Välitön palaute otetaan mukaan opetuksen kehittämiseen. Puheen aikana rinnalla pyöri ylioppilaskirjoitusten arvosanjakaumaa kuvaava video. Saarinen jatkoi lisävideolla, jossa luvun 2021 muuttamista binääriluvuksi vain peruskoulun matematiikkaa käyttäen havainnollistettiin datan tallentamisena erikokoisille muistikorteille, joita sai käyttää kutakin vain kerran.

Pöntynen mukaan tässä on olennaista mahdollisuus käydä asia läpi uudestaan ja uudestaan ajasta tai paikasta riippumatta. Pitää olla rohkeasti mukana nuorten omilla kanavilla. Myös Siltasen mielestä pitää olla siellä, missä nuoret ovat. Hellstenin mukaan osaamisvajetta pitää lähestyä arkipäiväisesti mahdollisimman monesta näkökulmasta. Aksela piti myös monipuolista innostamista hyvänä keskustelun herättämiseksi, kun se vain tehdään pedagogisesti oikein.

---

### Vallitseva opetustapa ja LUMA-strategia

Juontaja nosti esille kysymyksen vallitsevan opetustavan soveltuvuudesta ylipäätänsä kenellekään. Hellsten panostaa oppilaiden kohtaamiseen yksilöinä



vertaisten haastamana. Tässä pyritään ruokkimaan onnistumisen sykliä ja vahvistamaan motivaatiota eritasoisille oppilaille.

LUMA-strategialla pyritään vaikuttamaan siihen, että yhteiskunta hyötyy osaamisen kasvamisesta. Juontajan kysymykseen nykytilasta panelistit vastasivat olevansa tyytyväisiä, että viimeinkin kirjaus LUMA-toimista on hallitusohjelmassa. Siltanen pitää LUMA-osaamista kilpailukyyn kulmakivenä. Pöntynen mukaan matikkaposiitivisuus pitää ottaa käyttöön strategian tekemiseksi todeksi. Aksela kiitti laajaa yhteistyötä strategian eteenpäin viemisessä. Hellsten korosti varhaisvuosien merkitystä: ei ole hopealuotia ja kumulatiivisuus vaikeuttaa kelkan kääntämistä myöhemmässä vaiheessa.

---

## Mitä tästä ajatellaan koulutuksen kohderyhmässä?

Kolmannessa videossa pääsi ääneen kohderyhmä, jota edusti toisen vuosikurssin lukiolainen **Santtu Savola** Kastellin lukiosta Oulussa. Hänellä pitkän matematiikan ja luonnontieteiden opiskelu on edennyt tenttimisen ja ihan paikalla tekemisen lisäksi omien tehtävien ja todistusten tekemisen kautta. Santtu on laajentanut opiskeluaan kerhotoiminnassa, mennyt mukaan omaa ajattelua kehittävään työharjoitteluun ja kesätöihin matemaattisen mallinnuksen piirissä. Hänen mielestään tällaisia kesätyömahdollisuuksia pitäisi saada lukio-opiskelijoille enemmän. Tarvitaan sekä Tiktokia että karttakeppiä ilman mustavalkoista vastakkainasettelua. Yhdistelmä tuottaa parhaan tuloksen, totesi Santtu, joka on hyödyntänyt erilaisia laskentasoftwareja ratkaisun muokkaamisessa ja kokeeseen valmistautuessa. Visuaalisten menetelmien käyttöä pitäisi hänen mukaansa lisätä ja ottaa mukaan koodausta ja tekoälyä. Neljän tieteen kisoissa mukana olleena Santtua hämmentää rahoituksen puuttuminen. Hänen mukaansa tähän kannattaisi panostaa lisää. Pakotettu opiskelu ja todistusvalinnat painottavat läpipääsyä ja arvosanoja varsinaisen oppimisen sijaan.

Siltanen nosti tästä esille kyvykkyyksien tukemisen. Hellsten totesi, että Suomessa on ollut jo pitkään tiedekilpailuja ja valmennusta kansainvälisiin tiedeolympialaisiin, mutta rahoitus on ollut jatku-

vasti epävarmalla pohjalla. Aksela toivoi varhaista aloittamista kerhojen avulla. Pöntynen korosti, että nuorisossa on voimaa ja pystyvyyttä. Hänen mukaansa nuorison kautta pitää päästä eroon mystisestä ”matikkapää”-puheesta. Juontaja ihmetteli vaativien matematiikkakurssien karsimista tässä tilanteessa. Hellstenin mukaan tällainen kurssirakenteen yksinkertaistaminen on meneillään. Tekniikan rinnalla pitää huomata myös humanistisen ja yhteiskunnallisen puolen tarve matematiikan osaamisessa.

---

## Löytyykö vastuunkantaja tilanteen korjaamiseen?

Aksela vakuutti, että LUMA-keskus ottaa vastuun valtakunnallisen tehtävän hoitamisesta. Siltanen mukaan tulee panostaa LUMA-strategian käyttöönottoon. Pöntynen korosti, että haastavassa taloustilanteessa tulee valita vaikuttavimmat keinot. Hellstenin mukaan tarvitaan varhaista puuttumista oppimisvaikeuksiin. Pöntynen kehotti opettajia tekemään joustavaa matematiikkaa -kokonaisuuden - Teknologia-teollisuuden 100-vuotissäätiöltä tulee tukea JoMa-stipendin muodossa.

---

## Lopuksi

Matikkatäti Alli Huovinen on ehdottanut, että jokin TV-yhtiö perustaisi Matikkatalo-ohjelman. Suoraa tukea ei paneelilta tullut, mutta mediaa ja viestintää toivottiin mukaan.

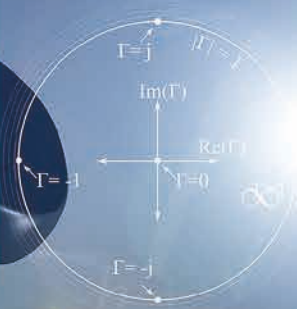
---

## Jatkonäkymät

Suomi Areenan keskustelu toi seminaarisarjan yhteiskunnalliseen keskusteluun ja vahvisti yhteistyöverkkoa MAL – LUMA – MAOL. Koulunopetuksen merkityksestä teollisuudelle saatiin konkreettisia tavoitteita. Oppimistasojen erkaantuminen heterogeenisessä oppilaiden joukossa vaikeuttaa eteenpäin menemistä kumulatiivisessa opetuksessa. LUMA-keskus on tuottanut yhteistyön pohjaksi ratkaisuja. Ydinasioiden oppimisen varmistaminen, kiinnostuksen herättäminen ja nuorten pystyvyyden tukeminen ovat avaimia LUMA-strategioiden jalkauttamisessa kaikille tasoille. •








**$P = 2l + 2w$**



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9







OSA III  
**MATEMATIIKAN  
OPPIMISALUSTAT**





# MATEMATIIKAN JA LUONNONTIETEIDEN OPETUS MODERNISOITUU - DIGITAALISET TYÖKALUT OPETTAJAN AVUKSI

Koronapandemia aiheutti monenlaisia ongelmia opetuksen toteutuksessa kaikissa oppiaineissa ja kaikilla koulutusasteilla. Pakon edessä jouduttiin siirtymään etäopetukseen ja tehtiin ns. digiloikka. Nopeasti toteutettu etäopetukseen siirtyminen ja digitalisaation lisääminen eivät kuitenkaan kannatelleet kaikkia oppijoita samalla tavoin. Monille syntyi oppimisvajetta ja lisäksi monen opinnot keskeytyivät. Opettajien näkökulmasta työmäärä lisääntyi, kun aiemmin lähiopetuksessa käytettyjä aineistoja piti muokata uusiin toimintaympäristöihin sopiviksi ja opetus piti muutoinkin toteuttaa aivan uudella tavalla. Tämä kaikki tapahtui tilanteessa, jossa myös yksittäisten opiskelijoiden tuen ja ohjauksen tarve kasvoi.

Matemaattisissa oppiaineissa (LuMa-aineet) opetuksen toteutustavan nopea muutos synnytti erityisen paljon ongelmia, koska näissä oppiaineissa hyvin monet tarvitsevat henkilökohtaista ohjausta ja neuvontaa ja tämä tarve vielä korostui etäopetuksessa. Erityisesti niissä tapauksissa, joissa perinteisiä kokeita tai tenttejä ei voitu järjestää lainkaan, kotitenttien ja -tehtävien laatiminen sekä arviointi vaativat aiempaa enemmän työtä.

Pandemian helpottaessa moni varmasti mietti, kuinka opetusta kannattaisi toteuttaa jatkossa. Millainen olisi uusi opetuksen toteutustapa, jossa voisi parhaalla tavalla yhdistää entisiä ja uusia toimintamalleja ja työkaluja? Kuinka omaa työpanostaan voisi kohdentaa mielekkäimmällä tavalla opiskelijoiden

oppimisen tueksi ja oppimisvajeen kiinni kuromiseksi? *Koulutustoimintojen digitalisaatio poikkeusoloista palauttavana instrumenttina (KOTODIPPI)* on Oulun yliopiston toteuttama ESR-hanke, jossa pyritään nostamaan opettajien digitaalisen osaamisen taitoja erityisesti LuMa-aineissa. Tavoitteena on auttaa opettajia ottamaan käyttöön uusia työkaluja, joiden avulla opetustyö nykyaikaistuu ja opettajalta vaadittava työmäärä pysyy kohtuullisena.

Uusilla työkaluilla on mahdollista vähentää erityisesti toistuvan, rutiiniluonteisen arvioinnin määrää ja käyttää siitä vapautuvaa työaika opiskelijoiden yksilölliset tarpeet huomioonottavaan neuvontaan ja tukeen. Uusien työkalujen avulla oppijaa voidaan tukea myös monipuolisilla simuloinneilla ja visualisoinneilla, jotka helpottavat erilaisten ilmiöiden ja tapahtumien ymmärtämistä. STACK ja GeoGebra ovat eräitä esimerkkejä järjestelmistä, joilla matemaattisten aineiden verkko-opetus ja tehtävien automaattinen tarkastaminen mahdollistuvat.

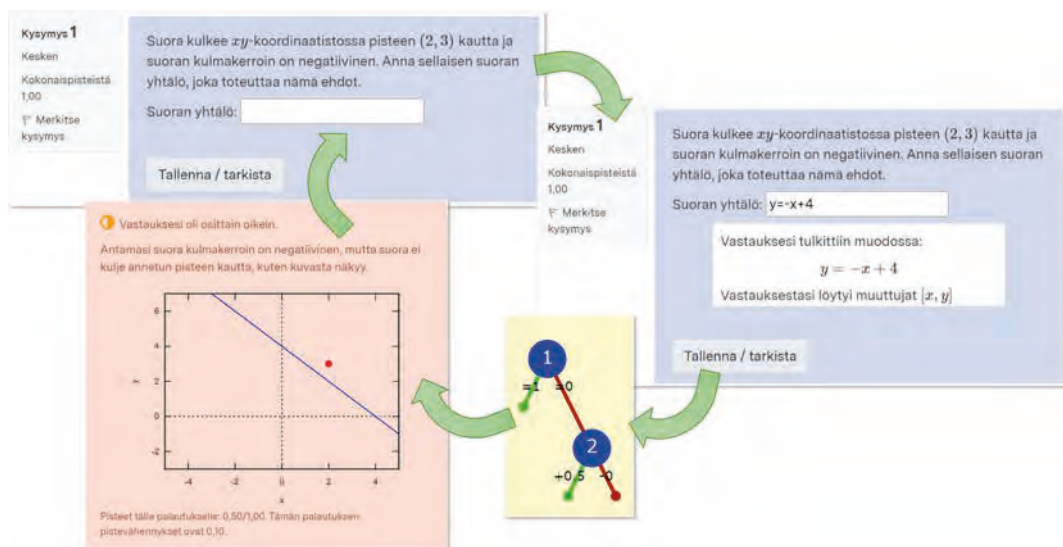
## **STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)**

STACK on vapaasti saatavilla oleva Moodle-oppimisympäristön lisäosa, joka hyödyntää Maximallaskentohjelmistoa matemaattisten tehtävien tarkastamisessa. Ensimmäinen STACKin versio julkaistiin jo vuonna 2005 ja sen kehitystyö on edelleen aktiivista.



## Projektin www-sivu:

<https://www.oulu.fi/fi/projektit/koulustoitimintojen-digitaali-saatio-poikkeusoloista-palauttavana-instrumenttina-kotodippi>

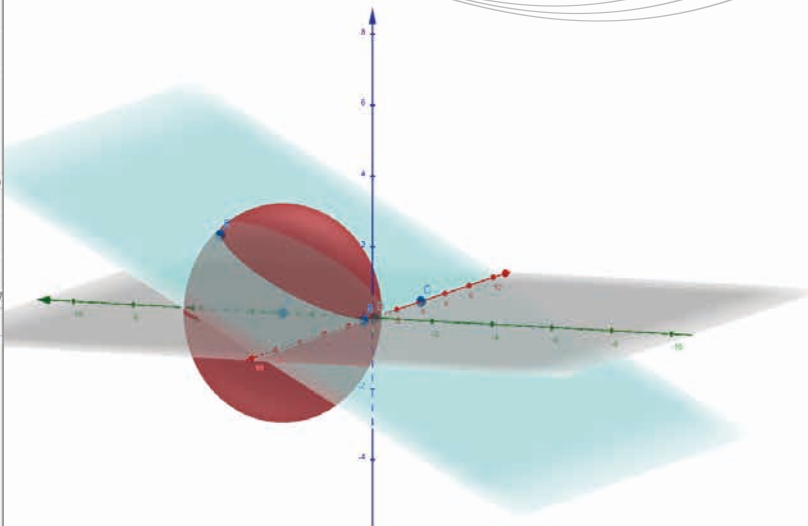
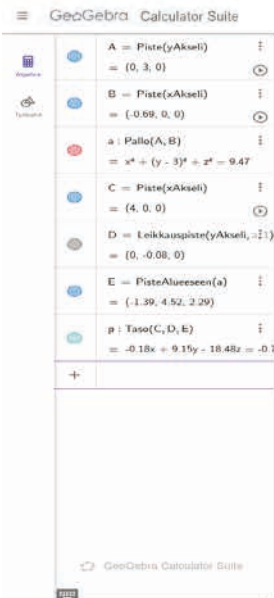


Toisin kuin monissa muissa automaattitarkastusjärjestelmissä STACKissä vastaustyyppi ei ole rajoitettu esimerkiksi monivalintoihin tai totuusarvoihin, vaan tarkastettava vastaus myös voi olla esimerkiksi yksittäinen symboli, algebrallinen lauseke, lukuarvo tai matriisi. STACKin avulla tehtäviä voidaan satunnaistaa siten, että jokainen opiskelija saa yksilöllisen tehtävänannon. Tarkastaminen toimii täysin automaattisesti ja järjestelmässä on myös paljon vaihtoehtoja palautteen antamiseen. Tarkastuksella voidaan myös pisteyttää tehtävä hyvin monipuolisesti, esimerkiksi välivaihe kerrallaan. STACKin ominaisuudet mahdollistavat siis järjestelmän käyttämisen monenlaisessa opetustyössä.

Koska järjestelmässä on näin kattavat toiminnot ja sen käyttö on verrattain yksinkertaista, moni opettaja on pystynyt saamaan työpanoksensa mielekkäämpään käyttöön STACKin avulla, kun tehtävien laadintaan ja arviointiin käytettävä työ määrä on pienentynyt. STACK on otettu laajasti käyttöön Suomen korkeakouluissa, mutta järjestelmän käyttö myös esimerkiksi toisen asteen opetuksessa on täysin mahdollista.

### Lisätietoa:

<https://stack-assessment.org/>



## GeoGebra (Geometry and Algebra)

**GeoGebra** on matematiikan opettamisen ja oppimisen tueksi suunniteltu ohjelmisto, jossa yhdistyy interaktiivisten geometriaohjelmistojen ja symbolisten laskentaohjelmistojen ominaisuudet. GeoGebra sisältää mm. vektorialgebran, taulukkolaskennan sekä taso- ja avaruusgeometrian opettamiseen sopivia työkaluja. GeoGebra on avoimen lähdekoodin ohjelmisto ja sitä voi käyttää maksutta ei-kaupallisissa tarkoituksissa. Siitä on saatavilla sekä työpöytäversio että selaimessa toimiva versio.

Tehtävien visualisointi on eräs järjestelmän suurimmista vahvuuksista ja usein se auttaa opiskelijaa abstraktien kokonaisuuksien ymmärtämisessä. Lisäksi tehtävien interaktiivisuus tuo opiskelijoille uudenlaisen tavan tutustua erilaisiin matemaattisiin ilmiöihin. GeoGebra:n käyttö on suoraviivaista sekä kohtuullisen helppoa, ja ohjelmiston käyttöliittymä on selkeä. Opettajan tekemän materiaalin jakaminen GeoGebra-sivustolla on helppoa ja nopeaa. Lisäksi

eri materiaaleista voi koota myös laajempia kokonaisuuksia.

Järjestelmä on laajassa käytössä mm. Suomen lukioissa ja se on myös osa Abitti-järjestelmää. Sen käyttömahdollisuudet ovat laajat myös muilla koulutusasteilla.

### Lisätietoa:

<https://www.geogebra.org/>

Uusien matemaattisten oppiaineiden opetusta ja oppimista tukevien työkalujen käyttöönotto onnistuu helposti osallistumalla ESR-hankkeen toteuttamiin koulutuksiin. Ne ovat kaikille osallistujille maksuttomia. Koulutuksessa pääset lyhyen opastuksen jälkeen tekemään omassa opetustyössä tarvitsemiasi esimerkkejä ja tehtäviä ja saat niiden laatimiseen henkilökohtaista tukea. Samalla pääset mukaan yhteisöön, joka tuottaa ja jakaa jatkuvasti näillä työkaluilla tuotettua uutta opetusaineistoa. •





# MAOL<sup>2</sup>: KETTERÄ OPPIMISALUSTA MATEMAATTISTEN AINEIDEN OPETUKSEEN

## 1. Taustaa ja alkuperä

Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto (MAOL ry) yhdessä MFKA-Kustannus Oy:n kanssa käynnisti vuonna 2019 projektin, jonka tarkoituksena oli kehittää uusi oppimisalusta matemaattisten aineiden opetukseen. Palvelun tarkoituksena oli tukea opettajien työtä ja tarjota välineitä oppimisen seurantaan. Kehitystyössä otettiin huomioon matemaattisten aineiden erityispiirteet ja opetuksen tarpeet, ja inspiraation lähteenä toimi aiemmin suosittu Läksyvihko.fi-palvelu.

## 2. Tavoitteet ja perustelut

Projektin keskeisenä tavoitteena oli tarjota opettajille ja oppilaille helpokäyttöinen ja monipuolinen alusta, joka on suunniteltu juuri matemaattisten aineiden opiskeluun ja harjoitteluun. Digitaalisen alustan tarve korostui erityisesti ylioppilaskokeen digitalisoitumisen myötä. MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristön suunnittelussa tehtiin alusta asti tiivistä yhteistyötä opettajien kanssa. Ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista järjestimme workshopin MAOL-aktiiveille, josta muodostui ydinryhmä jatkokehitystyötä varten. MAOL<sup>2</sup> onkin nimenomaan

opettajilta opettajille suunnattu palvelu, johon on suunnittelun eri vaiheissa osallistunut matemaattisten aineiden opettajia eri puolilta Suomea. Edelleen jatkokehityksessä keräämme käyttäjiltä palautetta ja haastattelemme opettajia toiminnallisuuksiin ja sisältöihin liittyen.

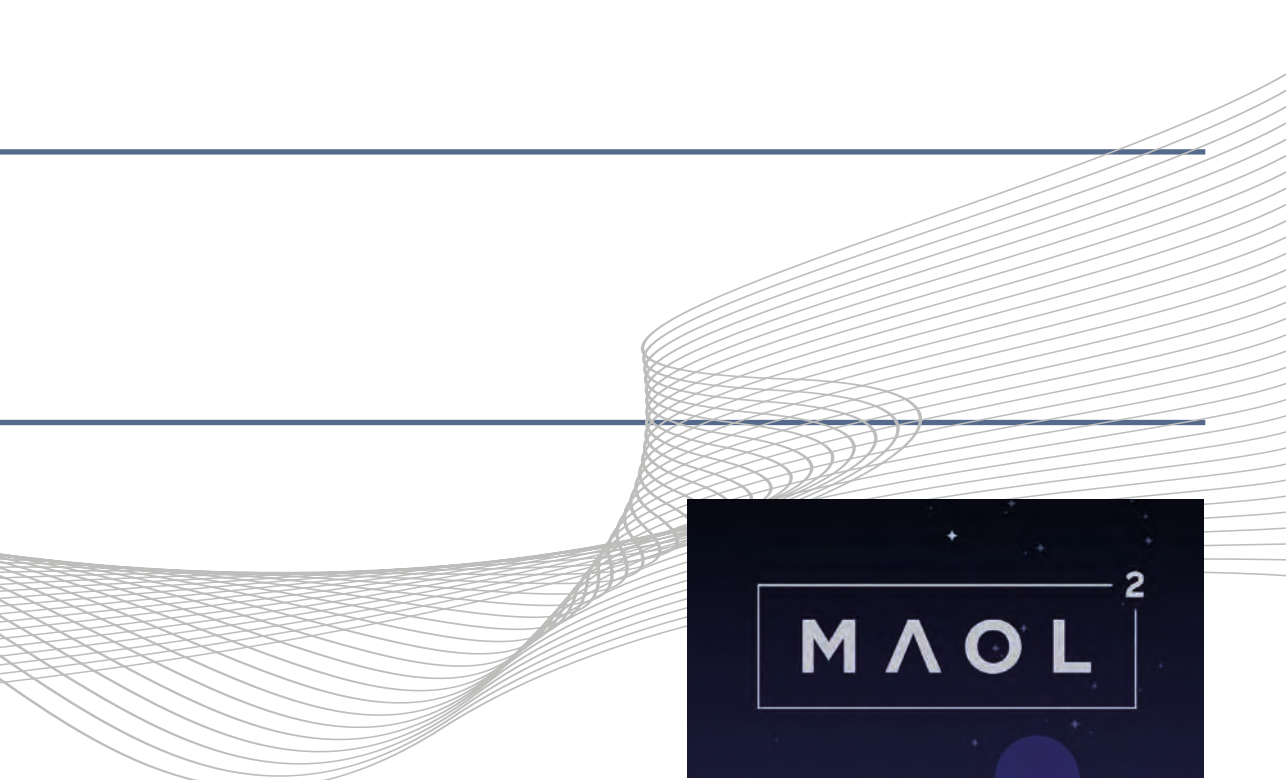
## 3. Käyttäjäkunta ja tarkoitus

MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristö suunniteltiin vastaamaan matemaattisten aineiden opetuksen tarpeisiin niin opettajien kuin oppilaidenkin näkökulmasta. Alusta tarjoaa muun muassa kattavat kertausmateriaalit matematiikkaan, fysiikkaan ja kemiaan sekä soveltuu erinomaisesti niin lukiodien kuin yläkoulujen tai ammattikoulujenkin opetukseen. Lisäksi alustalta löytyy myös erityisopettajille suunnattua materiaalia, kuten matematiikan alkukartoitus ja tukimateriaali, joka valmistuu kokonaisuudessaan syksyllä 2025. Oppimisympäristöä voi käyttää myös ruotsiksi.

## 4. Toiminnallisuudet ja sovellusalueet

MAOL<sup>2</sup> tarjoaa monipuolisia toiminnallisuuksia, jotka tukevat opetuksen eriyttämistä ja formatiivista





arviointia. Oppijat voivat vastata tehtäviin suoraan alustalla ja opettaja näkee reaaliaikaisesti oppilaiden vastaukset sekä heidän osaamisensa kehittymisen. Alusta tarjoaa myös mahdollisuuden antaa palautetta ja kommentteja tehtäviin. Opettajat voivat seurata oppilaiden edistymistä tilastojen avulla sekä yksilö- että ryhmätasolla.

Toiminnallisuudet tekevät myös oppimisen näkyväksi myös oppijalle, joka arvioi onnistumistaan jokaisessa tehtävässä. Opettajalla on käytössä laaja tehtävämatriisi, josta on helppo seurata työskentelyä kursseilla. Matriisin avulla opettaja näkee, jos jollain oppijalla eteneminen takkuaa, tai jos jokin aihealue on selvästi koko ryhmälle haastava. Formatiiivista arviointia tukee myös tehtäväpiste-työkalu, jolla eri tehtävärühmiä voi painottaa arvioinnissa.

Matematiikan alkukartoitus on olennainen työkalu opetuksen suunnittelussa. Se antaa opettajalle arvokasta tietoa oppilaiden vahvuuksista ja heikkouksista. Alkukartoitus auttaa tunnistamaan oppilaiden mahdolliset puutteet perustaidoissa ja ohjaa opettajaa kohdentamaan opetuksen tukitoimia tehokkaasti. Näin oppilaat saavat tarvitsemaansa tukea jo varhaisessa vaiheessa, mikä parantaa heidän mahdollisuuksiaan oppia matematiikkaa.

TOMA-hanke, eli ”Toinen mahdollisuus numerotaitoisuuden oppimiselle”, on opettajien tarpeesta aloitettu tukiovetushanke, joka tarjoaa tukimateriaalia matematiikan opetukseen. Materiaali soveltuu yläkoulun aikaiseen opiskeluun, toisen asteen opintojen alkuun vahvistamaan peruskoulun oppisisältöjen hallintaa sekä soveltuvin osin myös alakoululaisten harjoitteluun. MAOLin TOMA-materiaalin tärkein tavoite on matemaattisen ymmärryksen tukeminen. Tämä tukimateriaali tulee olemaan käytössä MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristössä syksyllä 2025.

## 5. Yhteenveto

MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristö avaa uusia mahdollisuuksia matemaattisten aineiden opetukselle ja oppimiselle. Sen avulla opettajat voivat tarjota entistä yksilöllisempää tukea oppilailleen ja seurata oppimisen edistymistä tehokkaasti. Samalla se tarjoaa oppilaille mahdollisuuden harjoitella ja kehittää matemaattisia taitojaan interaktiivisesti ja motivoivassa ympäristössä. •



# ViLLE: SÄHKÖISTÄ MATIKKAA YLÄKOULUSSA

**V**iLLE tulee sanoista Visual Learning Environment. Se on Turun yliopistossa kehitetty oppimisympäristö, joka sisältää eri oppiaineisiin tarkoitettuja harjoitteita sekä näiden tehtävien suorittamisesta kertyvän tiedon oppimisanalytiikkaa. Laajin sisältöalue, johon ViLLEstä löytyy tehtäviä, on matematiikka. Vuosien varrella ViLLEen on tuotettu matematiikan harjoitteluun tehtäviä esiopetuksesta yliopistotasoon saakka. Näistä tehtävistä on koottu opintopolut, jotka ovat eri luokka-asteille tarkoitettuja viikoittaiseen matematiikan harjoitteluun koottuja sähköisiä tehtäviä.

ViLLEllä on vuosittain Suomessa sen eri käyttö-tarkoituksissa vajaa kolmesataatuhatta käyttäjää. Matematiikan tehtäväpalautuksia ViLLEen kertyy vuosittain lähemmäs kaksisataa miljoonaa. ViLLEä opetuksessaan käyttäviä opettajia löytyy useammas-ta kuin joka toisesta suomalaisesta koulusta. ViLLE on myös tutkimusympäristö, jossa kerätään laajasti monenlaista arviointitietoa lasten ja nuorten taidois-ta ja kehityksestä sekä niihin liittyvistä tekijöistä.

ViLLEn käyttö Suomessa on ilmaista. Sen veli-sovellusta kaupaa kansanvälisillä markkinoilla yli-opiston osaomistama Eduten Oy. ViLLEn vuonna 2020 saama UNESCO:n ICT in Education -palkinto sekä Eduten vuonna 2022 voittama UNICEFin EdTech-kilpailu ovat siivittäneet sen hyödyntämi-sen suosiota maailmalla yhtenä lupaavimmista säh-köisistä oppimisanalytiikkaa hyödyntävistä mate-matiikan oppimisympäristöistä. Kirjoitushetkellä 2024 keväällä ViLLEllä ja Edutenillä on lähes puoli miljoonaa kuukausittaista käyttäjää yli 50 maassa.

Jokaisen suomalaisen matematiikkaa opettavan opettajan olisikin hyvä perehtyä ViLLEen laaduk-kaana vaihtoehtona kehittää omaa opetustaan ja mahdollisuutena tarjota oppilailleen opetuksen osana tai täydentäjänä helppokäyttöisiä, pelillis-

ettyjä matematiikan oppimiskokemuksia. ViLLE on pitkän opettajayhteistyön avulla juuri tähän tar-koitukseen kehitetty, mutta se tarjoaa nykyisin myös monia muita sisältöjä ja käyttömahdollisuuksia. Tämän kirjanluvun tarkoituksena tutustuttaa ViLLEn monipuoliseen käyttöön yläkouluissa. Luku on tar-koitettu niin uusille kuin ViLLEä jo käyttäneille opettajille.

## Pelillistetty ja digitaalinen matematiikan opetus

Pelillistämällä tarkoitetaan peleistä tuttujen ele-menttien, kuten pisteiden, virtuaalisten palkintojen ja kilpailun hyödyntämistä muissa yhteyksissä. Pelil-listämiseen liitetään usein myyttejä ja uskomuksia siitä, kuinka sillä saadaan kaikki oppilaat motivoitua ja innostettua matematiikan saloihin. Erityisesti on toivottu, että ne oppilaat, joita matematiikka tai ylipäätään opiskelu ei kiinnosta, voisivat pelilliste-tyillä tehtävillä innostua opiskelemaan. Pelillistä-minen sinällään ei näyttäisi olevan kovinkaan kes-tävä ratkaisu motivaatiohaasteisiin (Ronimus, ym. 2014). Tutkimusten (ks. Manzano-León ym., 2021) perusteella pelillistäminen voi tehostaa oppimista, mutta tulokset ovat ristiriitaisia ja jo pelkän käsitteen määrittely tuntuu herättävän kiistoja. On kuiten-kin tärkeä ymmärtää, että harjoittelumotivaatio ei ole sama asia kuin oppiminen. Kaikki harjoittelu ei välttämättä kehitä taitoja samalla tavoin harjoittelu-motivaatiosta riippumatta.

Pelillistämässä tasapaino opetuksellisuuden ja toisaalta viihdyttävyyden välillä on haasteellinen kysymys. Useissa pelillisissä oppimiskokemuksissa tämä haaste on ratkaistu yksinkertaisesti siten, että opetuksellisen –tylsän– tehtävän suorittamisesta saa palkinnon tai palkinnoksi tehdä jotain viihdyttävää.

Pedagogisesti toimivien lähestymistapojen yhdistäminen pelillisyyteen on todettu haasteelliseksi (Arnab, ym. 2015). Usein tilanne onkin sellainen, että kun kehitystyöstä vastaavat pelisuunnittelijat, painopiste on viihdyttävyydessä, mutta pelistä puuttuvat oppimisen kannalta keskeiset pedagogiset elementit, ja kun opettajat ovat vastuussa pelikehityksestä, peli voi olla tehokas oppimisen näkökulmasta, muttei kovinkaan motivoiva pelinä (esim. Marne, ym. 2012).

Ehkä tärkein pelillistämisen ja digitaalisuuden tuoma hyöty on oppilaan osallistaminen. Välitön palaute ohjaa oppilasta joko kannustamaan jatkamaan eteenpäin tai pysäyttää ja pakottaa harkitsemaan vastausta uudemman kerran. Jopa heikommilla opiskelutaidoilla varustettu oppija hyöttyy siitä, ettei pääse toistamaan väärää ratkaisustrategiaa ja oppimaan näin väärää ratkaisumalleja. Taitavalle oppijalle tämä taas mahdollistaa itsenäisen etenemisen ja aiheeseen syventymisen. Erityisesti ylemmille luokka-asteille siirryttäessä opettajat ovat usein huolissaan oppilaan ratkaisuprosessista pelkän lopputuloksen sijasta. Usein matka vastaukseen onkin tärkeämpi kuin itse vastaus. Toisaalta väärän vastauksen perusteella oppija voi tarkastella prosessia uudestaan.

Toinen tärkeä oppilasta ohjaava vaikutus on tavoitteiden näkyväksi tekeminen ja eteneminen kohti asetettua maalia. Automaattinen arviointi mahdollistaa oppijan oppimisprosessin reaaliaikaisen seuraamisen ja erityisesti tämän prosessin tilanteen näyttämisen oppijalle itselleen. Tyypillisiä välineitä tähän ovat esimerkiksi erilaisten pistetaulukot ja virtuaaliset pokaalit tai muut palkinnot. Mekanismi on nimensä mukaisesti tuttu peleistä, joissa virtuaalisten palkintojen kerääminen saattaa usein olla ainoa motivaatio pelaamisen jatkamiseksi. Vaikka oppimisessa yleensä on myös muita motivaation lähteitä, voi virtuaalisilla palkinnoilla olla merkittävä vaikutus tehtävien tekemiseen.

---

## **ViLLEN kehitys yläkoulun matematiikan opetusvälineeksi**

ViLLEN kehitys alkoi ohjelmointia opettavan yliopisto-opettajan turhautumisesta siihen aika-määrään, joka kului satojen opiskelijoiden vastaus-ten tarkistamiseen ja sitä kautta ajankäytön huonoon

hyötysuhteeseen oppimisen näkökulmasta. Ohjelmointi on hyvin vuorovaikutteista. Miksi opiskelijoiden pitäisi ohjelmoida paperille ja odottaa palautetta tehtävistä useita päiviä tai viikkoja?

Ensimmäinen versio ViLLEstä (Rajala ym, 2007) toteutettiin parikymmentä vuotta sitten Turun yliopiston Tietotekniikan laitoksella opiskelijoiden harjoitustyönä. Alkuperäinen idea oli tiukasti nivoutunut ohjelmoinnin opetukseen: ViLLE oli tietokone-ohjelman suoritusta visualisoiva järjestelmä, jolla opiskelijat pystyivät suorittamaan ohjelmakoodia askel kerrallaan ja tarkastelemaan suorituksen aiheuttamia muutoksia ohjelman tilaan. Kehitys pohjautui heti alusta alkaen tieteelliseen tutkimukseen. Yhtenä alkuperäisistä lähtökohdista oli esimerkiksi vuorovaikutuksen taksonomia (Naps, ym. 2002), jonka mukaan visualisoinnit ja myös muut opetuksen apuvälineet lisäävät merkittävästi oppimista vasta, kun oppija on niiden kanssa riittävän kiinteässä vuorovaikutussuhteessa.

ViLLEN avulla opiskelijat saivat välittömästi palautetta ajamastaan ohjelmakoodista ja pystyivät välittömästi korjaamaan syntaksivirheitä, huolimattomuusvirheitä ja loogisia virheitä. Opiskelijat pääsivät näin syvemmälle ohjelmoinnin maailmaan ja pystyivät etenemään paremmin omaan tahtiinsa. Tämän lisäksi tehtävistä jäi luennoitsijalle *oppimisanalytiikkaa*, jota pystyttiin käyttämään kurssin sisältöjen reflektointiin reaaliajassa. Tutkimustulokset ViLLEN käytöstä ohjelmoinnin opetuksessa olivat erittäin vakuuttavia (Kaila ym., 2009), joten siitä heräsi ajatus samojen periaatteiden hyödyntämisestä muuhun opetukseen.

Seuraava luonteva kehitysaskel oli ViLLEN matematiikan opintopolkujen kehittäminen. Opintopolkujen kehitys ja vaiheittain etenevä tutkimuspolku on kuvattu Kurvisen väitöskirjassa (2020). Tärkein elementti kehityksessä on ollut erittäin tiivis yhteistyö opettajien ja oppilaiden kanssa. Alakoulun matematiikan materiaali on kehitetty viikko kerrallaan niin, että yksi tai useampi tutkija on ollut mukana viikoittain oppitunnilla, jossa oppilaat harjoittelivat matematiikkaa ViLLEN avulla. Tutkijat keräsivät systemaattisesti palautteet ja ideat opettajilta ja oppilailta. Tämä kehitysprosessi oli vaativa mutta erittäin opettavainen. ViLLEN tarkoitus on toimia opettajan ja oppimisen työkaluna.



ViLLEssä tehtävien tekeminen tapahtuu tehtäväeditorien avulla. Erilaisia tehtäväeditoreita on toista sataa erilaista. Useat niistä ovat varsin pitkälle automatisoituja. Tehtävän tekijä ainoastaan valitsee lukualueen ja laskutoimituksen sekä tehtävämäärän ja ViLLE-teknologia hoitaa tehtävän tekemisestä loput. Tehtävän tekijä voi keskittyä sisällön määrittelyyn eikä siihen vaadita ohjelmointitaitoja. Opettajat ovatkin tehtäväeditoreiden avulla tuottaneet paljon erilaista sisältöä ViLLEen. Osassa tehtävätyypeistä pitää määrittellä oikeat vastaukset, mutta osa ViLLEn tehtävätyypeistä osaa tarkistaa tehtävien vastausten oikeellisuuden itse. Molemmissa tapauksissa ViLLE antaa aina oppilaalle palautetta suorituksista ja laskee hänelle suorituksistaan pisteitä.

Kun yläkoulun matematiikan materiaaleja alettiin suunnitella, niin kävi nopeasti selväksi, että yläkoulussa tulee vastaan laskemista monimutkaisempia aiheita, kuten neliöjuuri, yhtälöt tai trigonometriset funktiot. Ne vaativat ison laajenuksen ViLLEn tehtävätyypivalikoimaan. Ennen yläkoulun materiaalien kehitystä ViLLEssä olevat tehtävätyypit olivat pitkälti joko sellaisia, että ne arpoivat halutunlaisia tehtäviä neljästä peruslaskutoimituksesta, tai sellaisia, että kysyttiin tarkasti etukäteen määriteltyjä kysymyksiä.

Monipuolisin yläkoulun, lukion ja yliopistopetoksen käyttöön soveltuvista tehtävätyypeistä on Symbolinen laskenta -tehtävätyyppi, jolla kaikki tehtävissä tarvittavat lukuarvot saadaan muodostettua Maxima-ohjelmointikielen avulla ja esitettyä LaTeX-ladottuina niin, että esimerkiksi murtoluvut ja neliöjuuret näyttävät selkeiltä ja hyviltä. Vastaukset tähän tehtävätyyppiin oppilaat antavat joko monivalintana tai kirjoittamalla vastauksen avoimeen vastauskenttään. Tehtävä tukee myös Gnuplot-piirto-ohjelmaa, jonka avulla ohjelmointikielen avulla muodostettujen lukuarvojen avulla voidaan piirtää geometrisia kuvia, kuten esimerkiksi lukusuoria tai monikulmioita. Symbolinen laskenta -tehtävätyypillä pystyy myös generoimaan oikean ja väärän vastauksen palautteet hyvin tarkasti. Se mahdollistaa oppilaan huomion ohjaamisen olennaisiin asioihin hänen vastatessa väärin. Tällä tehtävätyypillä tehtävien tekeminen on hidasta, mutta tehtävistä on mahdollista tehdä hyvin monipuolisia ja oppilasta oikeaan suuntaan ohjaavia.

---

## ViLLEn yläkoulun opintopolut

ViLLEn tehtävähierarkia on rakennettu siten, että tehtäväeditorilla tuotetaan tehtäviä, jotka sisältävät kysymyksiä tai harjoitteita (esim.  $7 \cdot 6 = \underline{\quad}$ ). Tehtävät kootaan oppitunneille, jotka vuorostaan muodostavat kurseja. Kun halutaan, että oppilas tekee ViLLE-tehtäviä, hänet lisätään kurssille oppilaaksi, jolloin hän ViLLEen kirjautuessaan näkee itselleen jaetut kurssit, oppitunnit ja oppitunneilla olevat tehtävät.

ViLLE-tiimi kokoaa vuosittain matematiikan opetussisältöjä seuraten koko kouluvuoden kestoisia kurseja, joita kutsutaan opintopoluiksi. Opintopolut koostuvat siis oppitunneista ja oppitunnit koostuvat tehtävistä. Jokaisella oppitunnilla on noin 25–30 yksittäistä tehtävää, ja jokaisessa tehtävässä on tavallisesti useampia kysymyksiä. Esimerkiksi: yksi opintopolkukurssi on nimeltään ”Matematiikka, 3. luokka”. Tällä kurssilla on 52 oppituntia, joista yksi on ”Kertotaulut 6 ja 7”. Tällä oppitunnilla on useita tehtäviä, joista yksi on ”Kertotaulurata, 7:n kertotaulu”. Tässä tehtävässä on useita kysymyksiä, joista yksi on ”Mikä seuraavista kuuluu 7:n kertotauluun? 51, 49, 47 vai 53”.

Yhden ViLLE-oppitunnin sisältämät aiheet käydään matematiikan tunneilla yleensä läpi noin 1–2 viikon aikana. Uuden ViLLE-oppitunnin voi siis lisätä oppilaille aina 1–2 viikon välein. Oppitunti lisätään oppilaille klikkaamalla sen kohdalla olevaa ”silmä”-painiketta opettajanäkymässä. Opettajalla on aina vapaus valita mitä ja miten usein uusia ViLLE-oppitunteja lisätään oppilaille tehtäväksi ja kuinka usein ViLLE-tehtäviä tehdään.

Opintopolkujen oppitunneilla tehtävät ovat monipuolisia. Yksittäinen tehtävätyyppi sisältää yleensä muutaman harjoitteen tai kysymyksen, jolloin oppitunnille tulee runsaasti vaihtelua. Se, että samaa teemaa lähestytään hyvin erilaisten tehtävien avulla, on myös pedagogisesti olennainen yksityiskohta. Asian syvällisempi oppiminen edellyttää, että samaa asiaa opitaan tarkastelemaan erilaisissa ongelmatilanteissa ja tehtävissä. ViLLEssä on pyritty käyttämään tehokkaasti hyväksi sähköisen alustan tarjoamia mahdollisuuksia. Tehtäviin on lisätty aiheeseen liittyviä animaatioita, kuvia, interaktiivisia kuvaajia ja erilaista opettavaa materiaalia. Useim-





Oppituntinäkömä

mat tehtävät on satunnaistettu siten, että samoissa tehtävissä lukuarvot ovat erilaiset eri oppilailla ja eri harjoittelukerroilla.

Opintopolkujen oppitunnit eivät koostu vain ryväksestä erilaisia tehtäviä, vaan niistä on rakennettu loogisesti eteneviä kokonaisuuksia. Oppituntin on rakennettu VILLE-tiimissä kehitetyn ”ihanneoppitunti”-mallin mukaisesti.

Oppitunti alkaa tehtävillä, joissa on vihreä merkki ”Helppo”. Helppoja tehtäviä on oppitunnilla keskimäärin seitsemän eli noin neljännes. Näissä harjoitellaan oppituntin tärkeimpiä perussisältöjä. Tehtävät eivät ole ainoastaan harjoitettavia, vaan tehtävien avulla on mahdollista oppia aiheena olevan asian tärkeimmät sisällöt. Vaikka oppilaan onkin mahdollista tehdä oppituntin tehtäviä haluamassaan järjestyksessä, on erityisesti heikomman oppilaan järkevää edetä oppitunnilla tehtävien esitys-järjestyksessä. Näin hänen on mahdollista harjoitella ja oppia asia omalla tahdillaan nimenomaan siten, että tehtävät auttavat asian ymmärtämisessä ja asiakokonaisuuden hallinta kasvaa tehtävä kerrallaan.

”Helppo”-merkittyjen perustehtävien jälkeen oppitunnilla on ”Keskitaso”-merkittyjä tehtäviä.

Niissä harjoitellaan edelleen perustaitoja, mutta tehtävät ovat haastavampia. Keskitason tehtäviä on oppitunnilla kymmenkunta eli kolmannes. ”Vaikea”-merkityt tehtävät ovat soveltavia ja mahdollisesti eri taitojen yhdistämistä vaativia tehtäviä. Myös vaikeissa tehtävissä on edelleen mukana samantyyppisiä opettavia materiaaleja kuin muis-sakin tehtävissä. Tavoitteena on, että tehtävät eivät ole ainoastaan harjoitettavia, vaan oppilaan on mahdollista pohtia ja oivaltaa tehtävien avulla myös vaikeampia asioita, kun hänelle annetaan tehtävässä sopivasti oikeaan suuntaan ohjaavia vinkkejä.

Yläkoulun opintopolkujen uudistamisen myötä oppitunneilla on uusi tehtäväryhmä, jotka on ”Tähti”-merkitty. Nämä tähtitehtävät ovat keskeisiä oppituntin ydinsisältöjen osaamisen kannalta. Oppilaita kannustetaan tähtitehtävien pariin antamalla niistä enemmän pisteitä kuin muista tehtävistä. Tarkoituksena on ohjata oppilasta panostamaan erityisesti näihin ydinsisältöjen ymmärtämisen kannalta tärkeimpiin tehtäviin. Tähtitehtävien lisäksi oppitunneilla on vielä pulmatehtäviä, jotka voivat olla esimerkiksi loogisia pulmia, ja kertaustehtäviä, joissa kerrataan aiemmin opeteltuja oppituntin aiheeseen suoraan liittymättömiä taitoja.



**Teräväkulmainen kolmio**  
Teräväkulmaisessa kolmiossa kaikki kulmat ovat suuruudeltaan **alle 90 astetta**.

**Suorakulmainen kolmio**  
Suorakulmaisessa kolmiossa yksi kulma on suuruudeltaan **tasan 90 astetta**.

**Tylppäkulmainen kolmio**  
Tylppäkulmaisessa kolmiossa yksi kulma on suuruudeltaan **yli 90 astetta**.

Vaihe 1 / 4 **Tarkista**  
Muokkaa kolmiosta teräväkulmainen kolmio.

*Tähtitehtävä, jossa interaktiiviseen tehtävään on upotettu opettavaa materiaalia oppilaan tueksi.*

Vaikka oppitunneilla on valmis rakenne, niin opettaja voi muokata oppitunteja helposti omien tarpeidensa mukaan. Yhdellä klikkauksella opettaja voi piilottaa tehtäviä oppilailta (“silmä”painike). Tämä on hyödyllinen toiminto, jos opettaja haluaa rajata harjoittelua joihinkin tehtäviin tai jos tehtävä esimerkiksi käsittelee sellaista aihetta, mikä opettajan on tarkoitus käsitellä vasta seuraavalla tunnilla. Kun opettaja myöhemmin avaa piilotetun tehtävän jälleen näkyviin, tulee tehtävä välittömästi näkyviin myös oppilaille.

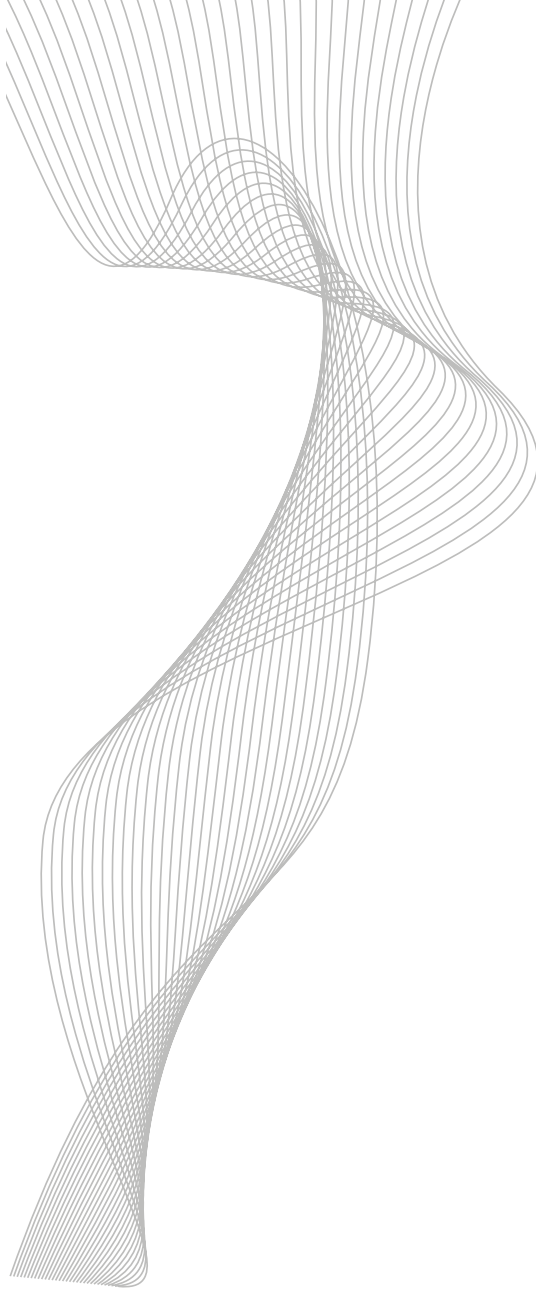
Matematiikan opintopolkukurssit löytyvät ViLLEN “Uusi kurssi” -toiminnon avulla. Kurssilistauksessa on erikseen jokaisen luokkatason opintopolkukurssit. Kurssi kopioidaan itselle, jonka jälkeen kurssille lisätään oppilaat. Opintopolkukurssin oppitunnit on mahdollista järjestää automaattisesti oppilaiden käyttämän kirjasarjan mukaiseen järjestykseen. Näin opettaja pystyy hyödyntämään hyvinkin vähäisellä valmistelujalla ViLLE-oppitunteja osana muuta opetusta. Minimissään tehtäväksi jää avata oppitunteja oppilaille näkyväksi sitä mukaa kun aiheita on ehditty opiskellaan.

Opettaja voi käyttää opintopolkuja haluamallaan tavalla, eikä yhtä oikeaa tapaa ole olemassa. Koko kouluvuoden mittaiset ViLLE-opintopolut on suunniteltu käytettäväksi oppitunti kerran tai

kahdessa viikossa, kun aiheita on ensin opiskeltu oppitunneilla opettajajohtoisesti muilla tavoilla. Yläkouluissa tavanomainen tapa on myös käyttää ViLLEN opintopolkumateriaaleja kotiläksyinä. Näin oppilas saa suoran, välittömän palautteen osaamisestaan, eikä opettajan tarvitse käyttää aikaa oppitunnista kotitehtävien tarkistamiseen. Opettaja kykenee omasta analyytikastaan näkemään oppilaiden suoritukset.

Oppilaille tavoitteena on tehtäviä tekemällä saavuttaa vähintään pronssipokaali, minkä jälkeen opettaja kannustaa tavoittelemaan yhä arvokkaampia pokaaleja. Oppitunnit on suunniteltu siten, että aktiivisella työskentelyllä pronssipokaalin saavuttamiseen ei menisi enempää kuin 45 minuuttia.

ViLLEN matematiikan opintopoluista on helppo muokata itselle ja oppilaille sopiva tapa harjoitella monipuolisten tehtävien avulla matematiikkaa. Mikäli oppilailla on laitteet helposti käytettävissä, voidaan ViLLEä käyttää useamminkin, mutta vähemmän aikaa kerrallaan, esimerkiksi vaikka oppitunnin lopuksi sekä koti- ja lisätehtävinä. Opettajan on myös helppo luoda erilaisia kannustimia ViLLE-tehtävien tekemiseen, sillä oppilaiden suoritusten seuraaminen on erittäin helppoa ja nopeaa. Oppilaiden ansaitsemista pokaaleista voidaan palkita, tai ViLLE-suorituksista voidaan antaa oppilaille lisäpisteitä kokeissa tai erillinen ViLLE-arvosanansa.



**ViLLEn opintopolkuja on mahdollista käyttää myös esimerkiksi kokeeseen kertaamiseen valmiiden kertausoppituntien avulla.**

ViLLEn opintopolkuja on mahdollista käyttää myös esimerkiksi kokeeseen kertaamiseen valmiiden kertausoppituntien avulla. Opintopolut ovat myös oiva tapa toteuttaa tukiopetusta tai antaa paljon poissa olleelle oppilaille lisätehtäviä ja -harjoitusta. ViLLE-järjestelmä mahdollistaa opettajalle laajat muokkausmahdollisuudet, jolloin hänen on mahdollista räätälöidä ViLLEn opintopoluista juuri itselle ja oppilaille sopiva tapa rikastuttaa matematiikan oppimista.

---

### **ViLLEn oppimisanalytiikan sisällöt; kuinka opettaja seuraa edistymistä**

Oppimisanalytiikalla tarkoitetaan nykyään yleensä data-analytiikkaa, jossa analyysin kohteena on oppimisesta ja opettamisesta kertyvä data. Niin kuin kaikessa analytiikassa, myös oppimisanalytiikassa datan määrä ja laatu ovat keskeisiä asioita. Vaikka dataa voidaan kerryttää ”perinteisillä” menetelmillä, esimerkiksi kokeilla ja muilla tehtävillä, ovat nämä ainoina datalähteinä yleensä riittämättömiä pidemmälle menevän analytiikan tarpeisiin. ViLLEssä sen sijaan kaikki oppijoiden toiminta kerryttää dataa analytiikkaa varten. Lisäksi ViLLEn analytiikkänäköymät tarjoavat opettajille valmiiksi pureskeltua tietoa, minkä lisäksi tiedot voi halutessaan tuoda järjestelmästä ulos jatkoanalyysia tai muihin tietoihin yhdistämistä varten.

Yleinen tapa luokitella oppimisanalytiikkaa on jakaa se neljään osa-alueeseen: deskriptiivinen analyysi kuvaa mitä on tapahtunut, diagnostinen analyysi syitä tapahtumille, prediktiivinen analyysi pyrkii ennustamaan mitä tapahtuu seuraavaksi ja preskriptiivinen analyysi ratkaisemaan, mitä pitäisi tulosten pohjalta tehdä. Niin kuin yleensäkin oppimisanalytiikassa, suuri osa ViLLEn automaattisesta analytiikasta keskittyy deskriptiiviselle tasolle, mutta analytiikkänäköymät tarjoavat opettajalle suoraan eväitä myös muille tasoille. Vaikka oppimisanalytiikka on yleensä kaikkein hyödyllisintä silloin, kun voidaan yhdistellä tietoa useista lähteistä, ja näin muodostaa kokonaisvaltainen kuva tarkasteltavasta tilanteesta, voi opettaja analysoida oppimista hyvin monipuolisesti pelkästään ViLLEn valmiiden näköymien avulla.



Oppitunnin tilanne								
Näytä	Harjoitus	Tähti	Tarkkuus	Pisteet	Vaikeustaso	Suoritusten lukumäärä	Käytetty aika	Viimeisen palautus-
Etsi	Etsi	Etsi	Etsi	Etsi	Etsi	Etsi	Etsi	Etsi
Näytä	1. Jakolaskut	Helppo				2	00:05:27	08.09.2023 21:02
Näytä	2. Tikapuu: Jaollisuus	Tahdi				2	00:03:11	08.09.2023 20:56
Näytä	3. Etsi tekijät	Helppo				2	00:08:14	08.09.2023 20:59
Näytä	4. Pulma: Suorakulmion pinta-ala	Helppo				2	00:04:10	24.09.2023 13:48
Näytä	5. Alkuluvut	Helppo				1	00:03:27	05.09.2023 10:09
Näytä	6. Alkutekijöihin jakaminen 1	Helppo				1	00:01:53	05.09.2023 10:11
Näytä	7. Jakolaskujojo	Helppo				1	00:02:06	05.09.2023 10:13
Näytä	8. Sananselitys (jaollisuus, tekijät, alkuluv...	Helppo				2	00:03:38	24.09.2023 13:48
Näytä	9. Jaollisuussäännöt 1	Tahdi				1	00:05:24	05.09.2023 10:22
Näytä	10. Lukujen jaollisuus	Keskivaike				1	00:01:56	05.09.2023 10:25
Näytä	11. Kerotaskukone	Keskivaike				2	00:05:42	08.09.2023 20:23

Oppilaan suoritukset oppitunnilta.

## ## Suoritusten seuranta

ViLLE tarjoaa yksityiskohtaisen näkymän oppilaan oppimisen seurantaan ja edistymiseen. Opettajan on mahdollista havaita oppimisen trendejä sekä sitä, missä vaiheessa oppilaat menevät, ja kuka saattaisi tarvita tukea oppimiseen. Opettaja voi tarkastella yksittäisten tehtävien suorituksia, oppituntien suorituksia tai koko kurssin suorituksia sekä yksittäisen oppilaan että ryhmän tasolla. Jokaisesta palautuksesta tallennetaan automaattisesti tieto suoritusajankohdasta, suoritukseen käytetystä ajasta ja saaduista pisteistä. Lisäksi oppijan vastaus välivaiheineen tallentuu palautuksen yhteydessä, joten opettaja voi halutessaan tarkastella hyvinkin yksityiskohtaisesti edistymistä halutulla tarkkuudella. ViLLE myös tallentaa automaattisesti tehtävän kaikki ratkaisuyritykset.

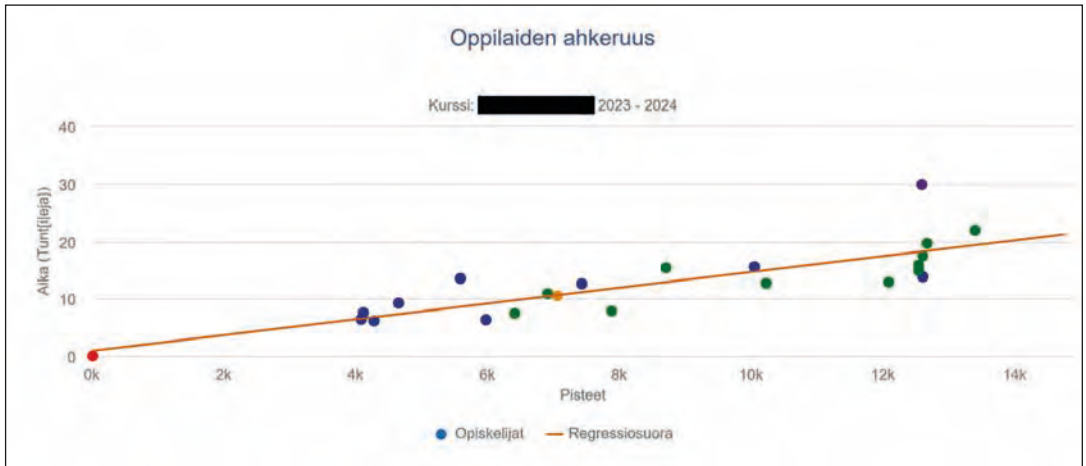
ViLLEN avulla opettaja voi siis seurata oppilaiden aktiivisuutta ja osallistumista. Suorituksista kerätty tieto auttaa opettajaa ymmärtämään, kuinka aktiivisesti ja sitoutuneesti oppilaat osallistuvat kurssin toimintaan. Suoritusajankohtia tarkastelemalla opettaja voi ohjata oppilaita tekemään töitä järkevämmin ajankohtina. Jos oppilas esimerkiksi käyttää tehtävien tekemiseen erityisen paljon aikaa, hän saattaa tarvita lisätukea; jos oppilas taas tekee tehtävät poikkeuksellisen nopeasti, olisi todennäköisesti motivaation ylläpitämisen kannalta hyödyllistä avata hänelle haastavampia tehtäviä. ViLLE myös

suosittelee opettajalle automaattisesti analytiikkaan pohjautuen tämänkaltaisia muokkauksia. Jokaisessa tapauksessa opettaja kuitenkin tekee viimeisen päätöksen oppilaan opintopolun mukauttamisesta.

Tehtävien ratkaisu ViLLEssä kerryttää oppilaille virtuaalisia pokaaleja. Tarkastelemalla oppilaiden eri oppitunneilla saavuttamia pokaaleja opettaja saa yhdellä vilkaisulla yleiskäsityksen siitä, kuinka paljon kukin oppilas on töitä tehnyt. Pokaaleja saa vain vastaamalla tehtäviin oikein, joten pelkkä tehtäviin vastaaminen ei kerrytä niitä. Pokaalit kertovat nimenomaan oikein tehtyjen tehtävien määrästä. Pokaalien käyttökelpoisuutta analytiikassa lisää se, että opettaja voi muokata niiden saavuttamiseen vaadittavia pisterajoja koko ryhmälle tai yksittäisille oppilaille. Näin sama pokaali kuvaa todennäköisemmin samantasoista saavutusta oppilaan tai ryhmän taitotasosta riippumatta.

Oppitunnin tilastoissa näkyy erikseen kunkin oppilaan saavuttamat pisteet sekä tarkkuus, jolla tehtäviin on vastattu. Jos oppilas ei ole tyytyväinen jostakin tehtävästä saamiinsa pisteisiin, hän voi aina tehdä tehtävän uudelleen. Parhaat saavutetut pisteet jäävät voimaan, minkä on tarkoitus rohkaista uusintayrityksiin. Tilastoissa pisteet kertovat siis siitä, kuinka paljon pisteitä oppitunnin tehtävistä oppilas on kerännyt. Tarkkuus taas kertoo keskimääräisistä pisteistä kyseisen oppitunnin tehtäväpalautuksista. Jos opettaja huomaa tilastoista, että





Oppilaiden ahkeruus.

oppilas on saanut paljon pisteitä, mutta hänen tarkkuutensa on heikko, on oppilas tehnyt paljon virheitä, mutta saanut lopulta tehtävät kuitenkin oikein. Tämä voi olla merkki sinnikkäästä yrittämisestä, mutta vaihtoehtoisesti myös siitä, että oppilas yrittää arvailla vastauksia tai ei muuten keskity tehtävien tekemiseen.

Esimerkki päivittäiseen käyttöön tarkoitettusta tilastosta on oppilaiden ahkeruuskuvaaja (katso kuva). Kuvaajassa on yhteen kaavioon yhdistetty tieto saavutetuista pisteistä ja tehtävien tekemiseen käytetty aika. Kuvaajasta voi yhdellä silmäyksellä helposti havaita ainakin ne oppilaat, jotka käyttävät huomattavan paljon aikaa pisteiden saavuttamiseen, ja joille todennäköisesti tehtävät ovat liian haastavia. Vastaavasti opettajan on helppo tunnistaa oppilaat, jotka saavat pisteet kerättyä hyvin nopeasti, ja joille kannattaisi antaa haastavampia tehtäviä motivaation ylläpitämiseksi. Jos tällaisia poikkeustapauksia on paljon, on opettajan luultavasti syytä miettiä vaikeustason säätämistä koko ryhmän osalta tai tarkastella muuten opetusta. Yleiskuvaajasta pääsee helposti analysoimaan oppilaiden tarkempaa oppimista jopa yksittäisen laskun tasolla valitsemalla oppilasta esittävän pisteen kuvaajasta.

ViLLE tarjoaa kuitenkin työkaluja myös oppimisprosessin pitkäkestoisempaan analysointiin. Opettaja voi seurata, miten oppilaiden osaaminen kehitty-

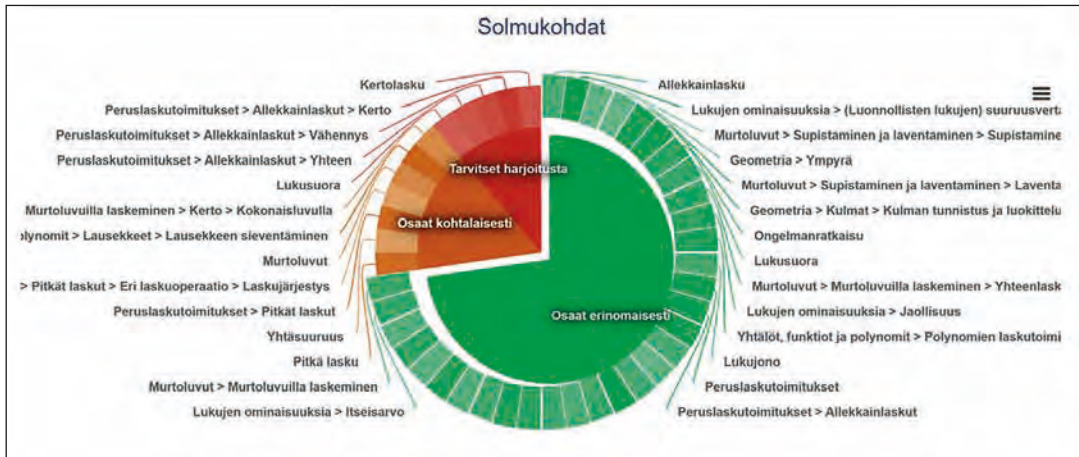
tyy ajan mittaan ja tunnistaa mahdollisia oppimistarpeita tai trendejä ryhmässä. Tämä auttaa opettajaa suunnittelemaan opetusta tehokkaammin ja tarjoamaan tarvittaessa lisätukea tai lisähaastetta niille oppilaille, jotka sitä tarvitsevat. Tähän liittyvästä "solmukohta-analytiikasta" kerrotaan lisää seuraavassa luvussa.

### ViLLEn solmukohta-analytiikka: kuinka opettaja seuraa oppimisen haasteita

ViLLEn analytiikan avulla on mahdollista seurata oppilaan suoriutumista matematiikan eri taidoissa ja oppiainesisällöissä. Matematiikan opintopolkujen tehtäviin on liitetty tieto siitä, mitä taitoja tai oppiainesisältöjä tehtävä mittaa. Näitä taitoja tai sisältöjä kutsutaan solmukohdiksi. Kun oppilas tekee opintopolun tehtäviä, kertyy ViLLEen tietoa hänen suoriutumisestaan eri solmukohtiin liittyvissä osa-alueissa. Tarpeeksi suuren tehtävämäärän kertyttyä ViLLE pystyy analytiikan avulla arvioimaan oppilaan osaamista. Solmukohta-analytiikan avulla saadaan siis ajantasaista ja jatkuvasti päivittyvää tietoa oppilaan osaamisesta eri matematiikan osa-alueissa.

Solmukohta-analytiikka käy juuri tätä kirjoitettaessa läpi uudistusta, joka laajentaa merkittävästi mitattavien solmukohtien määrää ja tekee analytiikasta sitä kautta tarkempaa.





Oppilaan solmukohdat.

Kuvan mukaisesti solmukohta-analytiikka tuottaa osaamisen arvion oppilaan ViLLEssä harjoittelemissa taidoista ja oppiainesisällöistä. Arvioitujen solmukohtien määrä lisääntyy sitä mukaa, kun oppilas tekee uusia ViLLE-tehtäviä. Lisäksi uusien tehtyjen tehtävien myötä saadaan osaamistietoa yhä tarkemmista solmukohtista. Esimerkiksi jos oppilas tekee yksikönmuunnostehtäviä, niin aluksi solmukohta-analytiikka saattaa kertoa oppilaan osaavan huonosti yksikönmuunnokset. Kun oppilas tekee lisää tehtäviä, analytiikka saattaa havaita, että oppilaalla on ongelmia nimenomaan aikaan liittyvissä yksikönmuunnostehtävissä. Seuraavaksi analytiikka saattaa havaita, että ongelmia on nimenomaan minuutteihin ja tunteihin liittyvissä yksikönmuunnoksissa. Solmukohta-analytiikka auttaa tunnistamaan ongelmapaikat suhteellisen tarkasti, jolloin ongelmiin on helpompi reagoida. Lisäksi oppilaan osaamisesta saadaan laajempi kokonaiskuva tutkittaessa solmukohta-analytiikkaa pidemmältä aikaväliltä, kuten koko lukuvuoden ajalta.

### Käyttöesimerkki: Matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa ViLLEllä






Olen **Joonas Meri**, yläkoulun matemaattisten aineiden lehtori Armfeltin koulusta Salosta. Olen toiminut opettajana 14 vuotta. Viimeiset kolme vuotta olen työskennellyt opettajan toimen ohella ViLLE-tiimissä osa-aikaisesti. Opetukseen liittyvä tavoitteeni on aina ollut antaa paljon vastuuta ja myös vapautta työskentelystä oppilaalle itselleen.

Salon kaupungin kouluissa ViLLEä on käytetty aktiivisesti jo hyvin pitkään. Itsellenikin on ollut ViLLE:n opettajantunnukset useita vuosia, mutta ViLLE-käyttöni on lisääntynyt pikkuhiljaa todettua ni sen toimivan erinomaisesti opetuksessani monellakin eri tavalla. Hyödynnän ViLLEä nykyään matematiikan lisäksi myös fysiikassa ja kemiassa. ViLLE-tehtävät eivät ole opetuksessani ”päälle liimattua ajan tappamista perjantai-iltapäivän tunnilla”, vaan pedagogisesti tärkeä ja tarkkaan mietitty osa oppilaiden opiskelua.

### Matematiikka

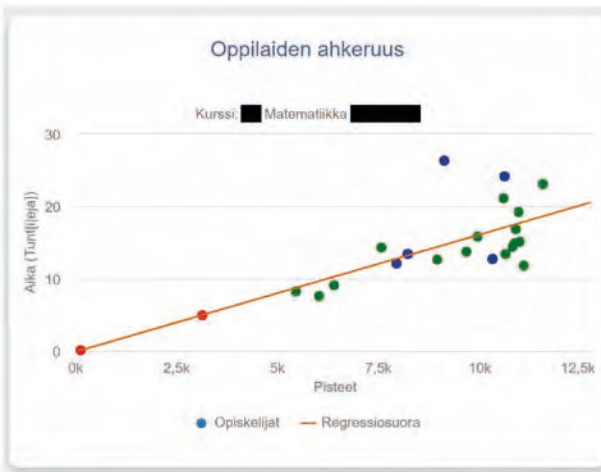
Käytän matematiikassa ViLLE:n valmiita matematiikan opintopolkukursseja. Olen järjestänyt kurssin kierrokset (eli oppitunnit) käyttämäni kirjasarjan mukaisesti, jolloin minun on helppo avata oppitunteja sitä mukaa, kun etenemme kirjassa. Käytän eriyttämiseen oppitunneilta löytyviä lämmittelytehtäviä ja bonustehtäviä, jotka saa näkyviin vain valitsemilleni oppilaille. Aavaan oppilaille oppitunnin ViLLE:n käytännössä kaikista oppikirjan aiheista.

Teemme ViLLEä oppilaiden kanssa jonkin verran oppitunneilla, mutta suuri osa työstä jää koti-tehtäväksi. Oppilaat saavat ViLLEstä arvosanan, joka vastaa lukuvuodessa yhden kokeen arvosanaa. Olen muokannut palkintorajoja itselleni sopivaksi, ja myös lisännyt minimitason, johon kaikkien oppilaiden on vähintään päästävä välttääkseen laiminlyöntimerkinnän. Alla olevasta kuvasta näkyy millä piste-määrillä oppilaat saavat minkäkin arvosanan.

Tarra	Prosenttia	Arvosana
 <b>Minimi</b>	35 %	6
 <b>Pronssi</b>	50 %	7
 <b>Hopea</b>	65 %	8
 <b>Kulta</b>	80 %	9
 <b>Timantti</b>	95 %	10

Tämä antaa myös minulle opettajana mahdollisuuden arvioida esimerkiksi oppilaan osaamisen ongelmiin liittyviä syitä.

Tehtyjen tehtävien vaikutus ViLLE-tehtävistä saatavaan arvosanaan.



Oppilaiden ahkeruus: Koko lukuvuoden tilasto.  
Kurszin nimi on piilotettu.

Samalla kun olen ottanut ViLLEN käyttöön arvosanaan vaikuttavana ja läksytyyppisesti, olen vähentänyt oppikirjasta annettavien läksyjen määrää. Olen kokenut oppikirjasta annettavat läksyt yhä haastavammaksi siksi, että moni oppilas ei selvästikään käytä kirjasta tehtäviin läksyihin riittävästi aikaa tai jopa vain kopioi kaveriltaan vastaukset. ViLLESSä oppilaiden suorituksia on todella helppo ja nopea seurata, ja oppilaiden on käytännössä mahdoton saada suorituksia, jos tehtäviä ei oikeasti tee ja käytä niihin aikaa. Tämä antaa myös minulle opettajana mahdollisuuden arvioida esimerkiksi oppilaan osaamisen ongelmiin liittyviä syitä. Jos ViLLEN tilastojen mukaan oppilas ei käytä kotona juuri lainkaan aikaa ViLLE-tehtäviin, niin varmasti

keskustelen oppilaan kanssa siitä, miten tärkeää olisi löytää matematiikalle aikaa myös kotona.

Joidenkin oppilaiden on selvästi helpompaa asennoitua positiivisesti ViLLE-tehtävien tekemiseen, kun he tietävät siitä olevan suoraa hyötyä arvosanan muodostumisessa. Keskustelen jokaisen oppilaan kanssa hänen arvosanatavoitteestaan, ja sovimme samalla, mihin asti hän pyrkii ViLLE-oppitunnit tekemään. Tämä antaa mielestäni ryhtiä oppilaiden tekemiseen, kun tekeminen liittyy suoraan ja helposti seurattavasti heidän itse asettamiinsa tavoitteisiinsa. Jotkut oppilaat ovat kertoneet, että he tekevät ViLLE-tehtäviä mieluiten kotona, koska heistä on mukavaa varata pidempi yhtäjaksoinen aika ViLLE-tehtäville ja syventyä niihin omissa rauhassa.



Jos ViLLE mahdollistaa ja pystyy kannustamaan tämänkaltaiseen matematiikan harjoitteluun, koen sen äärimmäisen positiiviseksi asiaksi.

Mielestäni ViLLE-tehtävillä on ollut positiivinen vaikutus oppilaiden osaamiseen. Erityisesti opittujen asioiden jäämisessä mieleen on mielestäni tapahtunut parannusta. Käytännössä tämä näkyy niin, että kertaukseen ei tarvitse käyttää niin paljoa aikaa, ja tulokset ovat parantuneet laajojen sisältökokonaisuuksien hallintaa vaativissa tilanteissa kuten esimerkiksi matematiikan valtakunnallisessa kokeessa.

### Fysiikka ja kemia

Oppilaani työskentelevät fysiikassa ja kemiassa portfoliotyypisesti, ja suoritusten arviointini perustuu pitkälti siihen. ViLLE toimii tässäkin opetustyylissä mielestäni todella hyvin, koska oppilaiden suoritukset ViLLE-tehtävissä on helppo ottaa huomioon arvioinnissa samalla perusidealla kuin matematiikassakin. Olen todennut sen lisäävän merkittävästi oppilaiden motivaatiota tehdä tehtäviä, että he tietävät tehtäviä tehdessään sillä olevan suora merkitys heidän arvosanaansa.

Fysiikkaan ja kemiaan ei ole toistaiseksi valmiita opintopolkukurseja. Siksi tein itse opetukseeni sopivat fysiikan ja kemian kurssit. Vaikka omien tehtävien tekeminen on tietysti aluksi aina suuritöistä ja aikaa vievää, koin tehtävien tekemisen ViLLE-alustalle suhteellisen nopeaksi, vaikkei alustan käyttö tuolloin ollut minulle vielä kovin tuttua. Lisäksi käytin hyväksi myös ViLLEstä valmiiksi löytyviä muiden opettajien tekemiä tehtäviä. Täysin omien kurssien tekeminen ei siis ollut mahdoton tehtävä, mutta innokas opettaja voi muokata valmiitakin kurseja esimerkiksi lisäämällä omia tehtäviään valmiiden tehtävien joukkoon.

Oppilaiden välillä on valtavasti eroa siinä, miten nopeasti he omaksuvat asioita fysiikasta ja kemiasta. ViLLE on mielestäni entistä paremmin mahdollistanut sen, että jokainen voi edetä omalla vauhdilla ja omalla tasolla. Tätä tukee se, että ViLLE osaa tarkistaa menevätkö tehtävät oikein. Opettajana minulla on enemmän aikaa olla oppilaiden apuna, ja oppilaat pysyvät paremmin sopivassa vaikeustasossa eli oman osaamistasonsa rajoilla.

### Käyttöesimerkki: käyttökokemuksia opetuksen eriyttämisestä

Tautilan yhtenäiskoulun on Liedon keskustassa sijaitseva koulu, jossa opiskelee vajaa viisisataa yläkoulun oppilasta. Yläkoulussa hyödynnetään digitaalisia oppimisympäristöjä opetuksessa, ja lukuvuodesta 2022–2023 alkaen kaikille uusille seitsemäsluokkalaisille on kunta hankkinut kannettavat tietokoneet opetuskäyttöön. Kunnassa on myös käytetty ViLLE-oppimisalustaa vuodesta 2018 alkaen oppilaiden yksilöllisen oppimisen tueksi ja opettajien työn tehostamiseksi. Lisäksi kunnassa ollut opettajien tvt-taitojen kehittymistä tukeva toimintatapa vuodesta 2018 alkaen, missä parhaat käytänteet on koostettu omalle <https://digilieto.fi/> -sivustolle. Tämä käyttöesimerkki keskittyy opettajien ja oppilaiden kokemuksiin ViLLE:n käytöstä matematiikan, fysiikan ja kemian opetuksessa.

### Käyttöönotto ja opettajien kokemukset:

Koulu aloitti ViLLE:n käyttöönoton koulutuksella vuoden 2018 aikana, jossa opettajat saivat perusteellisen perehdytyksen alustan toiminnallisuuksiin. Alkuun opettajat kokivat haasteita uuden teknologian omaksumisessa, mutta koulutuksen ja jatkuvan tuen ansiosta he alkoivat nähdä mahdollisuudet, joita ViLLE tarjosi opetukseen. Opettajat huomasivat pian, että ViLLE mahdollisti opetuksen yksilöllisten tarpeiden mukaan, kurssien räätälöinnin omiin tarpeisiin sekä päivittäisen käytön tehostamiseen.

Koulun erityisopettajat hyödyntävät ViLLEä päivittäin omassa työssään ja he kokevat sen auttavan oppilaiden työskentelyä ja se tuo monipuolista vaihtelua oppilaiden työskentelyyn.

*“ViLLE on oiva työkalu hyvin erilaisiin erityisopettajan tilanteisiin. Sen parissa rauhoittuu tehtäviä tekemään yhtäläillä tuntityöskentelyyn motiivittoman oppilas kuin kiitettäviä arvosanoja tavoitteleva tuleva lukiolainen. Erityisesti silloin kun oppilaan opetuksesta vastaava aineenopettaja ymmärtää ja hyödyntää ViLLE:n monipuoliset mahdollisuudet, säästetään osa-aikaisen erityisopettajan aikaa ja voimavaroja”, kertoo erityisopettaja Raili Tervonen.*



*“Monet oppilaat motivoituvat ViLLE:n tehtävistä ja ovat tyytyväisiä välittömään palautteeseen. Opiskelun eriyttämiseen ViLLE on oiva työkalu, yksilöllistetyn oppimäärän oppilaat saavat runsaasti kertausta omalla osaamistasollaan”, jatkaa erityisopettaja **Kalle Laine**.*

Matematiikan opetuksessa ViLLE:n analytiikan ja visuaalisuuden ansiosta opettajien aikaa vapautui enemmän yksilölliseen ohjaukseen ja oppituntien suunnitteluun. Matematiikassa hyödynnetään valmiita opintopolkuja aina osana kotiläksyjä kirjan tehtävien ohella. Oppituntin alussa opettaja näkee yhdellä silmäyksellä koko oppilasryhmän edistymisen. Lisäksi ylöspäin eriyttäminen valmiiden ViLLE-tehtävien avulla on helpottanut eritasoisten ryhmien kanssa opettajan työtä.

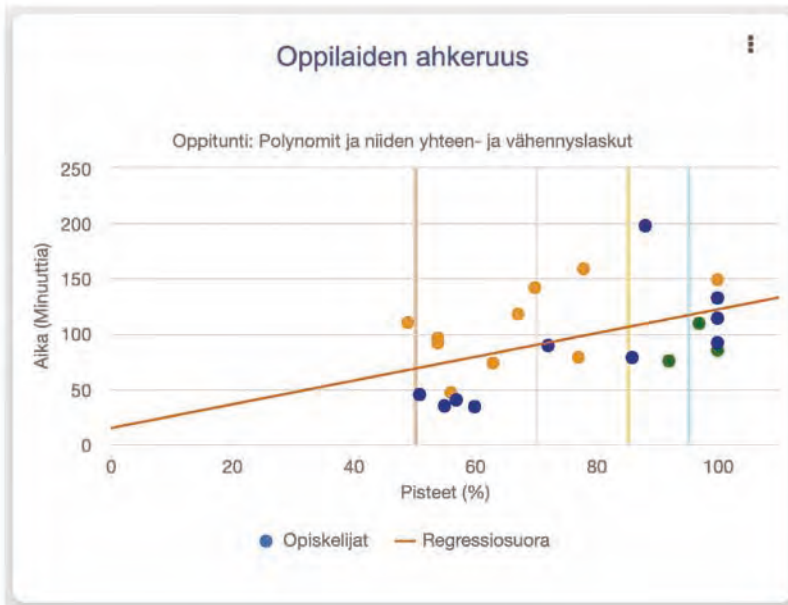
Fysiikan opetuksessa osa opettajista alkoi aktiivisesti tuottamaan ViLLE:en omia tehtäviä, oppitunteja ja koko lukuvuoden kestäviä opintokokonaisuuksia. Fysiikan ja kemian opettaja **Pauliina Pääkkönen** teki vuosien 2018–2020 aikana sekä fysiikkaan että kemiaan koko yläkoulun kattavan aineiston jokaiselle tunnille niin, että aina voidaan antaa oppikirjan lisäksi ViLLE-tehtäviä läksyksi. Näitä kursseja on

kopioitu tämän kirjan julkaisuun mennessä useita satoja kertoja.

### Oppilaiden kokemukset

Oppilaat nauttivat erityisesti siitä, että ViLLE tarjoaa välitöntä palautetta tehtävistä, mikä auttoi heitä ymmärtämään virheitään ja oppimaan niistä. Monet oppilaat kokivat, että digitaalinen oppimisympäristö teki oppimisesta interaktiivisempaa ja haus Kempaa, etenkin sellaisissa matematiikan ja fysiikan tehtävissä, mihin oli upotettu interaktiivisia animaatioita tai videoita.

Osalla oppilaista oli alussa haasteita tehtävien kanssa ja he kokivat tehtävät vaikeina. Suurin osa tehtävistä on kuitenkin sellaisia, mitä ei pidä tehdä ilman tukimateriaalia. Tätä asiaa piti opettajien eri oppiaineissa painottaa ja muistuttaa oppilaille, että tehtäviä ei pidä tehdä ilman laskinta, kirjaa, muistiinpanoja tai hyödyntäen tiedonhakua internetistä. Yläkoululaisille erityisesti pelillistetyt tehtävät olivat suosittuja, sillä ne tekivät oppimisesta kilpailuhenkistä ja palkitsevaa. Eräskin oppilas kertoi, kuinka hän oli aiemmin kamppailut matematiikan kanssa, mutta ViLLE:n kautta saatu yksilöllinen tuki ja jatkuva palaute auttoivat häntä kehittymään ja saavuttamaan parempia tuloksia.



Oppilaiden ahkeruus: Oppitunti: Polynomit ja niiden yhteen- ja vähennyslaskut.



## Yhteenveto

Kokemuksia ViLLE:n käytöstä yläkoulussa kuvaa parhaiten positiivinen muutos opetuksessa ja oppimisessa. Opettajat ovat kysyneet hyödyntämään teknologiaa opetuksen tehostamiseen, kun taas oppilaat ovat kokeneet oppimisen olevan mielekkäämpää ja henkilökohtaisesti räätälöityä.

Digitaaliset työkalut ovat lisänneet oppilaiden motivaatiota opiskella matematiikkaa. Pelillistäminen ja välitön palaute tehtävien suorittamisesta tekevät oppimisesta interaktiivisempaa ja palkitsevampaa. Kun oppilaat näkevät edistymisensä reaaliajassa, se lisää heidän iteluottamustaan ja innostusta jatkaa oppimista. Myös tehtävien visuaaliset elementit, kuten animaatiot, videot ja pelilliset tehtävät, auttavat ja nopeuttavat oppilaita ymmärtämään käsiteltävän aiheen syvällisemmin.

Vaikka koulullamme ilmeni haasteita, kuten teknologian omaksumisen alkuvaikeudet ja tarve jatkuvalla tuella, on kokonaisvaikutus ollut myönteinen. Ne opettajat, jotka ovat ottaneet ViLLE:n käyttöön opetuksessa, ovat kokeneet, että digitaaliset oppimisympäristöt voivat merkittävästi parantaa opetuksen laatua ja oppilaiden oppimiskokemusta yläkoulussa.

## ViLLE arviointityökaluna - kokeet ja tentit

Opettaja voi käyttää ViLLEä sekä summatiivisen että formatiivisen arvioinnin tukena. Opettaja voi esimerkiksi testata oppilaidensa osaamista ViLLEssä sähköisellä kokeella, joka on lähtökohtaisesti samankaltainen kuin muutkin ViLLE-oppitunnit. Kokeessa oppilaat eivät kuitenkaan näe, menevätkö heidän vastauksensa oikein vai väärin. ViLLE-kokeessa on myös aikaraja.

Kuten kokeessa yleensäkin, oppilas voi korjata vastauksiaan ennen kokeen palauttamista. ViLLEssä se tapahtuu siten, että oppilas tekee saman tehtävän uudestaan. Palatessaan tekemään samaa tehtävää, hän näkee edelliset antamansa vastaukset kysymyksiin. Kokeessa hänen lopulliseksi, arvioitavaksi, vastaukseksi jää viimeisin annettu vastaus.

Opettaja voi koota koekysymykset valmiista tehtävistä tai täydentää niitä tekemällä tehtäviä itse valmiilla tehtäväaspluunoilla. Tämä mahdollistaa joustavan ja räätälöidyn kokeen suunnittelun oppilaiden tarpeiden mukaan. Jos opettaja käyttää vain automaattisesti arvioituja tehtäviä, niin kokeen tulokset voi palauttaa oppilaille vaikka heti sen päätyttyä, eikä erillistä kokeiden tarkistamista tarvitse tehdä lainkaan. Jos taas opettaja haluaa arvioida joissain tehtävissä myös esimerkiksi sanallisia vastauksia tai ratkaisuprosessin kuvaamista, niin hän voi arvioida manuaalisesti nämä tehtävät ViLLEstä löytyvillä työkaluilla, joilla saa annettua arvosanan tehtävistä sekä kirjoitettua kommentteja vastaukseen liittyen. Kun opettaja palauttaa kokeen tulokset oppilaille ViLLEssä, niin oppilaat pääsevät tarkastelemaan vastauksiaan ja niistä saamiaan pisteitä, mutta eivät enää muokkaamaan vastauksiaan.

Opettaja voi myös tarkastella oppilaiden ahkeruutta ja edistymistä ViLLE-tehtävissä jatkuvasti. Hän voi esimerkiksi kertoa oppilaille, että ViLLEstä kerätyillä pronssi-, hopea-, kulta- ja timanttipokaaleilla on kokonaisuutena sama vaikutus lukuvuoden arvosanaan kuin lukuvuoden aikana tehdyllä kokeella. Näin oppilailla on kannustin harjoitella jatkuvasti pitkin vuotta.

## ViLLE:n oppimisen eriyttämisen ja tuen välineenä

Opettajalla on useita eri tapoja eriyttää ja tukea oppilaita ViLLE:n avulla. Osa tavoista voi käyttää tavallisen opetuksen ohella luokkatilanteessa ja osa on tarkoitettu erityisopetuksen tueksi.

### Henkilökohtaiset pokaalirajat

Kun oppilaat tekevät ViLLE-tehtäviä ja keräävät tehtävistä pisteitä, he saavat jokaiselta oppitunnilta erilaisia pokaaleja sen mukaan, kuinka paljon he ovat pisteitä keränneet. Tavallisesti pokaalirajat menevät seuraavasti: Pronssi 50 % oikein, Hopea 70 %, Kulta 85 % ja Timantti 95 %.

Pronssitasoa käytetään usein ”kotiläksyräjänä”, eli ainakin 50 % oppitunnin pisteistä on kerättävä seuraavaan ViLLE-oppituntiin mennessä. Pisteitä saa oikein tehdyistä tehtävistä. Jos tämä pisteraja tuottaa joillekin oppilaalle sellaista painetta

ja stressiä, joka lamaannuttaa häntä, voi opettaja laskea yksittäisiltä oppilailta pokaalin saatuvrajoja. Tavallisesti pelkkä pronssipokaalirajan keventäminen hieman helpottaa oppilaan paineita, kun hän tietää saavuttavansa pakollisen rajan kohtuullisella työmäärällä.

### **Lämmittely- ja bonustehtävät**

VILLE-oppitunnit sisältävät niin sanotut lämmittely- ja bonustehtävät opetuksen personointia varten. Oppitunnin alkuun on tarkoitettu oppimista tukevat lämmittelytehtävät ja oppitunnin loppuun löytyy tavanomaista haastavampia bonustehtäviä. Molempia tehtävyytpejä opettaja voi avata käyttöön oppilaille yksilöllisesti. Oppilaille tehtävät näyttävät tavanomaisina VILLE-tehtävinä kuten muutkin tehtävät. Ylimääräisten tehtävien avaaminen oppilaalle ei muuta sitä, miten oppilasta palkitaan eri pokaalitasojen saavuttamisesta. Oppilaille pokaalit tuovat mielekkäitä tavoitteita, joihin he usein harjoitteluaktiivisuutensa kiinnittävät. Lisätehtävät vaikuttavat siis ainoastaan sisältöjen yksilöitymiseen, ei näihin aktiivisuudesta saatuihin palkintoihin. Sekä lämmittely- että bonustehtävät voi asettaa oppilaalle jopa lukukaudeksi kerrallaan, joten opettajan ei tarvitse jokaisen oppitunnin kohdalla tehdä samaa sisällönmuokkausta uudelleen.

Lämmittelytehtävien tarkoitus on toimia johdantona aiheeseen erityisesti niille oppilaille, joiden osaamisessa on puutteita. Nämä tehtävät ovat normaali-tehtäviä helpompia, ja monesti niissä on hieman vähemmän suoritusvaiheita kuin varsinaisissa tehtävissä. Lämmittelytehtävät näkyvät kyseisillä oppilailla tehtäväläistauksessa ennen oppitunnin varsinaisia tehtäviä. Lämmittelytehtäviä on oppitunnilla keskimäärin viisi kappaletta ja ne on valikoitu oppitunneille niin, että niissä palataan oppitunnin ydinasiassa enemmän taaksepäin ja kerrataan kyseisellä oppitunnilla tarvittavia ennakkotaitoja. Jos joillakin oppilailla on vaikeuksia perusasioiden kanssa, opettajan on hyvä asettaa hänelle lämmittelytehtävät näkyviin. Lämmittelytehtävien avulla taidoiltaan heikompi oppilas pääsee tehtävien tekemiseen kiinni.

Oppilaille voi asettaa myös bonustehtäviä, jolloin heille ilmestyy näkyviin tavanomaista haastavampia tehtäviä. Näitä tehtäviä voi käyttää silloin, kun

jotkut oppilaat ovat matematiikassa niin taitavia, että tavalliset tehtävät eivät ole riittävän haastavia motivaation säilyttämiseksi. Jos oppilas asetetaan bonusryhmään, bonustehtävät näkyvät hänellä oppitunnin lopussa, tavallisten tehtävien jälkeen. Lopussa olevat Bonustehtävät ovat eriyttäviä tehtäviä samalla tavalla kuin lämmittelytehtävätkin. Myös bonustehtävät näkyvät vain niillä oppilailla, joille opettaja on ne erikseen avannut. Bonustehtävissä oppilas pääsee haastamaan itseään esimerkiksi matematiikan historiaan liittyvillä tehtävillä, aiheeseen syvemmälle sukeltavilla tehtävillä tai yläkoulun opetusta vaikeammilla lukiotasoisilla tehtävillä.

---

### **Yksilöllinen opetus ViLLEn materiaaleilla**

Osalle oppilaista matematiikan oppiminen on poikkeuksellisen haasteellista. Oppimisen haasteet voivat näyttäytyä vain matematiikassa tai useammilla, ellei kaikilla, oppimisen osa-alueilla. Näiden oppilaiden kohdalla päädytään koulussa pohtimaan erityisopetuksellisia päätöksiä ja jopa opetuksen yksilöllistämistä. Kouluissa on kuitenkin hyvin vähän systemaattisesti koottuja oppimateriaalikonajousia, joita voisi hyödyntää näiden oppilaiden kanssa.

Näitä erityisopetuksellisia tarpeita varten on kehitetty Oppimisen tuen salkut eli alkukirjantien mukaisesti OTuS-materiaalit. OTuS-materiaaleille on rakennettu oma yksinkertaistettu käyttöliittymä ViLLEen ja niiden käyttö ei edellytä ViLLE-koulutusta. OTuS-materiaalit saa käyttöönsä rekisteröitymällä TRILA-opettajaksi Oppimisanalytiikan tutkimusinstituutin verkkosivuilla olevalla lomakkeella.

Kuvaamme seuraavassa kahta erilaista OTuS-materiaalikonajousuutta. Perusopetuksen oppisisältöjen harjoittamiseen tarkoitettuja matematiikan OTuS-materiaaleja sekä ”Toinen mahdollisuus (TOMA)” -hankkeessa koottuja harjoitussalkkuja, jotka on tarkoitettu harjoitusmateriaaliksi yläkouluikäisistä aina nuoriin aikuisiin. Ne sopivat erityisesti tilanteisiin, missä ensimmäinen yritys oppia matematiikkaa on epäonnistunut, ja motivaatio koulumaiseen opiskeluun on pohjalukemissa.

### **OTuS eli Oppimisen Tuen Salkut erityisopettajille**

OTuS-materiaalit saa siis käyttöönsä, vaikka ei muutoin olisikaan ViLLEä käyttävä opettaja. Erityis-



opetuksellisia OTuS-materiaaleja voivat käyttää myös muut kuntoutuksellista oppimisen tukea antavat ammattilaiset kuten toimintaterapeutit tai psykologit. Tehtäväpaketit on kuitenkin suunniteltu nimenomaan erityisopettajan opetustuntien mukaan.

Yhteen salkkuun on kerätty tiettyyn matematiikan sisältöön liittyviä tehtäviä ja harjoitteita. Osassa sisältöjä on mukana opetuksellisia videoita, joilla tuetaan kyseisen sisällön käsitteellistä ymmärtämistä. Harjoitteet ovat lyhyitä ja vaihtelevia. Pelillistämistä on pyritty pitämään vahvasti mukana. Yhden salkun sisällöt on jaettu oppitunneiksi siten, että jos niitä käytetään kerran viikossa, yksi salkku kattaa 2–3 kuukauden harjoittelun. Näin laskien ViLLEstä löytyy jo nyt matematiikan salkkuja yli 10 kouluvuoden mittaiseen harjoitteluun. Lisää materiaalia tuotetaan koko ajan.

Yksi OTuS-oppitunti on suunniteltu kestäämään noin 20–25 minuuttia. Tavoitteena ei ole, että oppilas käyttäisi koko erityisopetustuntin sähköisten tehtävien tekemiseen, vaan aikaa on pyritty varaan vuorovaikutukselliseen opetukseen. Tällä tavoin OTuS-oppitunnit on helppo ottaa pienryhmäopetuksen välineeksi, missä oppilaat vaihtavat paikkaa vuorovaikutuksellisen ja sähköisen harjoittelun välillä. OTuS-oppitunnin lyhyys varmistaa sen, että myös hitaimmat oppilaat ehtisivät yhden oppitunnin aikana saavuttaa oppitunnilta riittävä määrä pisteitä saadakseen palkinnon suorituksestaan.

Opettaja voi selata ja lisätä oppilaille OTuSia omasta erillisestä OTuS-näkymästä, joka avautuu ViLLE-kirjautumisen jälkeen oikean yläkulman valikosta. Kaikista materiaaleista löytyy myös kooste TRILAn verkkosivuilta. Oppilaille OTuS-salkut erotuvat kurssilistassa tavallisista kursseista ainoastaan niiden nimen edessä olevalla salkun kuvalla. Mikäli matematiikan opettaja käyttää ViLLEä opetuksessaan, niin yhteistyössä erityisopettajan kanssa oppilaille voidaan räätälöidä täysin yksilöllisesti räätälöidyt harjoitussisällöt, joita oppilas voi tehdä muiden oppilaiden kanssa samanaikaisesti koulu- luokassakin.

## **TOMA ja numerotaitoisuuden harjoittelu**

Yläkouluikäiset ja vanhemmat opiskelijat, joiden matematiikan oppiminen on epäonnistunut ja perustaitoihinkin on jäänyt suuria puutteita, harvoin innostuvat oppimateriaaleista, jotka on suunniteltu ja rakennettu nuoremmille oppilaille. Oppimismotivaation löytymiseksi tarvitaan oppimateriaaleja, jotka kohdentuvat näiden nuorten ja nuorten aikuisten omaan maailmaan ja aikuisten arjen matemaattisiin tilanteisiin.

Arkiympäristömme on täynnä merkityksellisiä lukuja, mittoja, määriä, suhteellisuuksia, tilastoja ja todennäköisyyksiä. Harvassa ovat ne uutiset, joiden ymmärtäminen ei vaatisi määrien, määrien muutosten tai mitta-asteikoiden ymmärtämistä. Aikaa (kello, kalenteri) ja arvoakin (raha) kuvataan ihmisen luomilla mitta-asteikoilla.

Numerotaitoisuus (Eng. numeracy<sup>1</sup>) tarkoittaa kykyä ymmärtää ja taitoa käyttää lukuja, numeroita ja laskutoimituksia eli osata toimia matemaattisten käsitteiden kanssa. Muun muassa OECD käyttää numerotaitoisuus-termiä omassa kansainvälisessä oppimisarvioinneissaan (PISA, PIAAC) erotukseksi koulumatemaattisista oppimisarvioinneista. Numerotaitoisuus on taitoa soveltaa matematiikkaa arkielämän tilanteissa, ongelmanratkaisussa ja päätöksenteossa. Puutteet numerotaitoisuudessa rajoittavat ihmisen kykyä toimia itsenäisesti ja siten vaikuttaa hänen mahdollisuuksiinsa osallistua yhteiskunnalliseen toimintaan täysimääräisesti, mutta myös toisten ihmisten tukemiseen.

TOMA-hankeessa (toinen mahdollisuus numerotaitoisuuden oppimiselle) tuotetaan ViLLEN tuen salkkuihin oppimisen harjoitteiden kokonaisuus matematiikassa heikosti suoriutuneiden ja heikon oppimismotivaation omaaville 14–25-vuotiaille opiskelijoille. Keskeisenä tavoitteena on mahdollistaa kaikkien saavutettavaksi arjen, kouluttautumisen, työelämän ja sosiaalisen osallistumisen edellyttämät perusmatemaattiset taidot. Numerotaitoisuus antaa nuorelle välineet ymmärtää ja käsitellä maailmaa monipuolisemmin ja itsenäisemmin, mikä auttaa heitä selviytymään kohtaamissaan elämäntilanteissa ja haasteissa.

<sup>1</sup> "Numeracy is defined as the ability to access, use, interpret and communicate mathematical information and ideas, in order to engage in and manage the mathematical demands of a range of situations in adult life" (OECD, <https://www.oecd.org/skills/ESonline-assessment/skillsassessed/>)



A0.1 Ei tunnista numeroita tai lukuja

A0.2 Osaa luetella numeroita

A1.1 Käyttää numeroita 1-9

A1.2 Käyttää lukuja laskutoimituksissa

A2.1 Käyttää numerotaitoja arjessa

A2.2 Käyttää numerotaitoja sujuvasti

B1.1 On numerotaitojen perustasolla

B1.2 Kehittää taitojaan perustasolla

B2.1 Soveltaa numerotaitoja arjessa

B2.2 Soveltaa numerotaitoja sujuvasti

C1 Soveltaa taitojaan ammattitasolla

C2 Syventää taitojaan ammattitasolla

Numerotaitoisuuden taitotasojen kuvaukset, <http://numerotaitoisuus.fi/>.

### **Yksilöllistetty oppimiskokemus numerotaitoisuuden taitotasojen avulla**

TOMA-oppimispolut perustuvat numerotaitoisuuden taitotasoihin, joita parhaillaan kehitämme. Koska matematiikkaa voidaan osin ajatella omanlaisena vieraana kielenä, joka meidän kaikkien tulee oppi, niin numerotaitoisuuden taitotasoluokituksen analogiaksi on otettu eurooppalainen standardi kehittyvän kielitaidon tasojen kuvailusta, jota myös perusopetuksessa hyödynnetään. Numerotaitoisuus on vastaavalla tavalla jaoteltu kolmeen tasoon, A-B-C, sen mukaisesti, miten hyvin hänellä on erilaiset arjessa hyödynnettävät sisällöt hallussaan.

TOMA-salkut on jaettu näiden A-C -tasojen mukaisesti, jolloin opettaja voi valita opiskelijan lähtötason ja jakaa opiskelijalle tämän taitotason mukaisia salkkuja. Tehtäväkontekstit on mietitty nuorten ja aikuisten maailmasta. Jokainen opiskelija voi edetä omaan tahtiinsa, mikä on erityisen tärkeää matematiikan kaltaisessa aineessa, jossa uudet konseptit usein rakentuvat aiemmin opitun varaan. Opiskelija saa jokaisesta tehtävästä välittömän palautteen.

Opettaja näkee OTuS-näkymästä jo yhdellä silmäyksellä, miten paljon salkkujen tehtäviä on tehty, ja miten ne ovat sujuneet. Näkymän värikoodit kertovat opettajalle reagoinnin tarpeesta.

Vaikka ViLLE tarjoaa tehokkaan alustan yksilöllistetylle oppimiselle, opettajan rooli on edelleen korvaamaton. Opettajat voivat ViLLEN tarjoaman datan avulla hahmottaa paremmin oppilaidensa vahvuuksia tai oppimisen solmukohtia. Tämän tiedon avulla voi mukauttaa opetustaan ja tarjota lisätukea tarvittaessa. Opettaja pystyy määrittämään ViLLEN OTuS-salkkujen avulla jokaiselle oppijalle hänen osaamiseensa parhaiten soveltuvan numerotaitoisuuden opintopolun.

Taitotasoluokituksen avulla opettajan on myös helpompi perustella opiskelijalle matematiikan perustaitojen tärkeyttä ja merkityksellisyyttä hänelle itselleen. Verkosta löytyvät kuvaukset (<http://numerotaitoisuus.fi>) voivat olla oivallinen työväline myös matematiikan opettajille keskusteluun oppilaidensa kanssa matematiikan osaamisen laajasta merkityksestä elämän eri osa-alueilla.

### **ViLLE tietojohdamisen työvälineenä**

Tietojohdamisessa periaatteena on tiedon analysointi ja analysoinnin lopputuloksena hyödyntäminen johdamisen apuvälineenä ja siihen liittyvän päätöksenteon tukena. Tyypillinen esimerkki on vaikkapa resurssien ohjaaminen sellaisille osa-alueille, joilla analyytiikan mukaan niitä on liian vähän. Vaikka analyytiikka (ja koulun yhteydessä erityisesti oppimis-



analytiikka) toimii erinomaisesti ongelmien tunnistamisessa, on hyvä huomioida myös vastakkainen puoli: oppimisesta kertyvät tiedot mahdollistaa myös hyvin onnistuneiden oppijoiden, opettajien ja oppijaryhmien tunnistamisen ja tätä kautta esimerkiksi palkitsemisen tai hyvien käytänteiden monistamisen.

ViLLEssä oppimisanalytiikka on yleensä suunnattu suoraan opettajalle yhden ryhmän oppilaiden oppimisen seurantaan. Eri projekteissa on rakennettu jo kokeellisia malleja eri tietolähteistä koottujen tietojen esittämiseen rehtoreille ja opetustoimen johdolle. Näissä projekteissa on ollut mukana myös systemaattisia oppimisarvioita. Edutenin puolella kansainvälisesti on siirrytty myös koulutason ja jopa maakohtaiseen analytiikkaan laajempien kokonaisuuksien johtamista varten. Tällaisen analytiikan avulla rehtoreille tai suurempien koulutuskokonaisuuksien johtajille voidaan tarjota ajantasaista ja monipuolista tietoa suoriutumisesta ja siitä, miten oppilaat ja opettajat järjestelmää käyttävät.

Tällaisessa laajemmassa analytiikassa on tärkeää reagoitavien kehittämisen. Analytiikkaa tulisi käyttää kehittämisen työkaluna ja positiivisena kannustimena. Kuten oppimisanalytiikassa yleensäkin, on syytä huomata, että oppimiseen vaikuttaa lähes aina myös sellaisia tekijöitä, joita järjestelmien keräämä automaattinen analytiikka ei huomioi. Mahdolliset huonot oppimistulokset eivät läheskään aina johdu puutteellisesta motivaatiosta tai osaamisesta. Heikommat tulokset jollakin luokka-asteella tai alueellisesti voivat johtua monista, usein inhimillisistä, tekijöistä, kuten lisäkoulutuksen tarpeesta, puutteellisista resursseista tai vaikkapa flunssaepidemiasta.

Esimerkkinä tietojohdamisen positiivista puolta voidaan mainita esimerkiksi se, että monessa koulussa analytiikan avulla on tunnistettu innokkaita ja taitavia pioneeriopettajia, joiden osaamista on pystytty hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla haasteita toisissa luokissa tai kouluissa. Monissa kulttuureissa opettajan asema ja asenne työhönsä poikkeavat vahvasti suomalaisesta kouluista: opettajien mahdollisuudet vaikuttaa työhönsä ovat usein vähäisemmät, eikä

varsinaisesta autonomiasta voida puhua. Tällaisissa tapauksissa opettajilla voi usein olla korkeampi kynnys pyytää apua siinä pelossa, että se tulkitaan huonoksi suoriutumiseksi. Analytiikan avulla koulujen johtajat voivat suunnata paremmin tukea sitä tarvitseville.

## Yhteenvedo ja tulevaisuuden suuntalinjoja

Tässä lyhyessä johdannossa olemme esitelleet ViLLE-oppimisympäristöä ja sen käyttöä matematiikan opetuksessa yläkoulussa. Kokoamme alle yhteenvedoksi keskeiset käsitteet ja teemat, joita olemme tässä luvussa käsitelleet ja lopuksi kirjaamme muutaman sanan tulevaisuudesta, jonka suunta on toki tässä kiihtyvässä teknologian kehityksessä hyvin vaikea ennustaa.

**Opintopolut (opetussuunnitelman ja oppikirjasarjan mukaan, valmiita sisältöjä):** ViLLE tarjoaa opintopolkujen kautta valmiita oppitunteja, jotka noudattavat opetussuunnitelman mukaisia sisältöjä ja tavoitteita. Näitä oppitunteja voi käyttää sellaisenaan tai niitä voi muokata oman opetuksen tarpeisiin sopivaksi.

**Luotu yhteistyössä opettajien kanssa:** ViLLEN kehitys on tapahtunut tiiviissä yhteistyössä opettajien kanssa. Opettajien palautteen ja käyttökokemusten perusteella järjestelmää on jatkuvasti kehitetty vastaamaan koulujen ja opettajien tarpeita entistä paremmin

**Joustava sisältöjen mukauttaminen, omien tehtävien/sisältöjen tekeminen, opettajien yhteistyö:** ViLLE mahdollistaa opettajille joustavan sisältöjen muokkaamisen ja mukauttamisen valmiista tehtäväkirjastosta oppituntien tarpeisiin. Opettajat voivat myös luoda omia tehtäviä ja sisältöjä järjestelmään, jolloin oppimisympäristö voidaan räätälöidä tarkasti opetussuunnitelman, oppilaiden tarpeiden ja opettajan mieltymysten mukaan. Lisäksi ViLLE edistää opettajien yhteistyötä tarjoamalla mahdollisuuden jakaa sisältöjä ja kokemuksia keskenään.

**Aktiivinen oppiminen (harjoittelualusta):** ViLLE tarjoaa oppilaille mahdollisuuden aktiiviseen oppimiseen interaktiivisten tehtävien ja pelillisten elementtien avulla. Oppilaat voivat harjoitella mate-



## Pistepalkki

matiikan taitojaan hausalla ja motivoivalla tavalla, mikä lisää oppimisen tehokkuutta ja sitoutumista.

**Autonomia:** ViLLE antaa oppilaille osittaisen autonomian oman oppimisensa suhteen. He voivat valita itselleen sopivia tehtäviä ja edetä omassa tahdissaan, vaikka opettaja päättääkin edelleen laajemmista suuntaviivoista. Tämä lisää oppilaiden motivaatiota ja itseluottamusta matematiikan oppimisessa.

**Erilaisia tehtäviä ja tehtävätyyppejä:** ViLLEssä on laaja valikoima erilaisia tehtäviä kaikkiin peruskoulun oppisisältöihin. Tehtävät ovat vajaan kahdensadan eri tehtävätyypin tuomien mahdollisuuksien myötä vaihtelevia. Näin oppilaille tarjotaan monipuolisia tapoja harjoitella ja syventää matematiikan osaamistaan.

**Välitön palaute:** ViLLE antaa oppilaille välittömän palautteen suorituksistaan tehtävissä. ViLLE kertoo mikä tehtävässä on mahdollisesti mennyt väärin ja auttaa tekemään tehtävän oikein. Tehtäviä on aina mahdollista yrittää uudelleen, mihin kan-

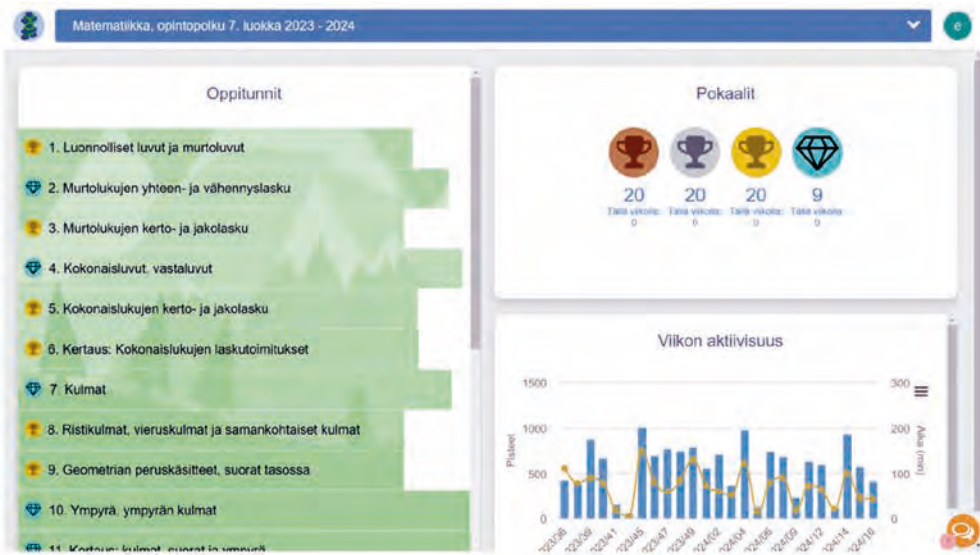
nustaa tehtävästä saatava oikeellisuuden mukaan määräytyvä pistemäärä. Tämä auttaa oppilaita oppimaan virheistään ja kehittymään matematiikan taidoissaan tehokkaammin.

**Pelillistämisen (erityisesti pokaalit):** ViLLEssä hyödynnetään pelillisiä elementtejä, kuten pisteitä, saavutuksia ja pokaaleja, jotka motivoivat oppilaita harjoittelemaan ja etenemään oppimispoluillaan.

**Eriyttäminen:** ViLLE mahdollistaa oppimisen eriyttämisen tarjoamalla eri taitotasolle sopivia tehtäviä ja antamalla yksilöllistä ohjausta oppilaille heidän tarpeidensa mukaan.

**Analytiikka:** ViLLEN analytiikka tarjoaa opettajille tietoa oppilaiden edistymisestä, oppimisstrategioista ja sitoutumisesta oppimiseen. Tämä tieto auttaa opettajia tekemään informoituja päätöksiä opetuksen suunnittelussa ja tukemisessa.

**Oppilaan näkymä:** Oppilaille ViLLE tarjoaa selkeän näkymän omiin suorituksiinsa ja edistymiseensä. He voivat seurata omia tuloksiaan ja asettaa itselleen tavoitteita matematiikan oppimisessa.



Oppilaan näkymä

## Keinoälyn kehitys haastaa yhteiskuntiamme entistä enemmän.

### Ennustamaton tulevaisuus

Digitalisaatio ei ole katoamassa yhteiskunnastamme, vaan päinvastoin, tulee entistä enemmän osaksi lähes kaikkia elämänalueita. Koulu ei ole tästä poikkeus. Koulu ei toimi – eikä muutu – omassa kuplassaan, vaan heijastelee ympäröivän yhteiskunnan muutoksia ja tilanteita. Nykyisessä keskustelussa digilaitteista ja niiden kasvaneesta käytöstä sotketaan harmillisella ja hyvin epätieteellisellä tavalla erilaiset viihdekäytöt ja tietotekniikan opetuksellinen käyttö. Näyttö tietotekniikan järkevän ja sisältöihin sopivan käytön vaikutuksista oppimistuloksiin on kiistaton.

Tietotekniikan ylenmääräisellä muulla käytöllä on taasen havaittu olevan myös koulunkäyntiä ja oppimista haittaavia vaikutuksia, jotka pääosin kumpuavat nykyteknologian luomasta uudesta sosiaalisesta kerroksesta lasten ja nuorten elämää. Näistä kahdesta ilmiöstä on pystyttävä käymään vakavaa keskustelua toisistaan erillisinä ilmiöinä, joita ne ovat. Yksinkertaisena analogiana voidaan ottaa vaikka autot, joiden käytöllä on yhteiskunnallemme selkeitä positiivisia vaikutuksia, mutta myös selkeitä negatiivisia vaikutuksia. Pyrkimys ei kuitenkaan ole päästä kulkuvälineistä eroon, vaan pyrkiä maksimoimaan positiiviset vaikutukset sekä samalla minimoimalla eri keinoin negatiivisia vaikutuksia.

Tietotekniikka on siinä määrin jo huokeaa, että maassamme on mahdollista tarjota kaikille oppijoille koulukäyttöön ainakin osa-aikaisesti tietokone tai tablet-laite. Monesti tällaisen laitteen hankinnan kokonaiskustannus alittaa jo oppikirjojen hankintakustannukset. Myös tämä kehitys tukee tietotekniikan lisääntyvää käyttöä kouluissa. Tietotekniikan ja sen tarjoaman sisällön saavutettavuus on tärkeä osa nyky-yhteiskunnan tasa-arvovaatimuksia. Yhtäläiset oikeudet päästä tiedonlähteille on demokratian tae, samalla kun kasvaa myös vaatimus taidoille tunnistaa tahallisesti tai tahattomasti tuotettua virheellistä tietoa. Matematiikan osaamisella

on tässäkin keskeinen rooli. Esimerkiksi useat tutkimukset (esim. Hutmacher, ym., 2022; Zamarian, ym., 2021) osoittivat, että Covid-pandemiaan liittyvän yhteiskunnallisen tiedotuksen ymmärtämisessä numerotaitoisuudella oli keskeinen rooli.

Keinoälyn kehitys haastaa yhteiskuntiamme entistä enemmän. Tiedon rooli ja muodot tulevat muuttumaan merkittävästi. Keinoäly tulee tarjoamaan myös opetusteknologioiden kehitykselle uusia mahdollisuuksia. Näitä mahdollisuuksia tarkastellaan myös Oppimisanalytiikan tutkimusinstituutissa ja uskoaksemme varsin pian ensimmäiset toimivat ratkaisut tulevat opettajien ja oppilaiden kokeiltavaksi myös osana ViLLE- ja Eduten-oppimisympäristöjä. Keinoäly tarjoaa ennen kaikkea mahdollisuuksia rakentaa yksilöllistyvämpiä oppimisympäristöjä ja oppilaille uusia tapoja olla vuorovaikutuksessa oppimisympäristön kanssa.

Keinoäly tulee tarjoamaan erilaisine kehittyvine analysointimenetelmineen myös apuvälineen opettajille kaivaa oppilaiden suorituksista esille ilmiöitä, joilla on merkitystä opetukseen ja oppilaan kanssa työskentelyyn.

Millaista tulee olemaan käyttöjärjestelmä- ja laitekehitys tai tietoverkkojen kehitys seuraavien viiden vuoden aikajänteellä, sitä on lähes mahdoton ennustaa. Kohtalaisen varmaa on, että keinoälysovellukset integroituvat osaksi käyttöjärjestelmien peruspiirteitä ja vuonna 2030 ollaan ihmeissään siitä, miten 2020-luvun alkupuolella tietotekniikka oli kömpelöä ja tiedonhaku hidasta ja vaivalloista, koska tietotekniikan käyttäjän itsensä täytyi tehdä tiedonhaku useista lähteistä. Tulevaisuudessa kone kokoaa meille tiedot ja osanne myös kertoa meille meidän omalla ymmärryksen tasollamme, mitä se tieto merkitsee. Tarvitsemme kuitenkin erinomaiset numerotaidot ja matemaattisen ymmärryksen, jotta tiedämme, puhuuko se kone meille totta. ●





## Viittaukset

- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, 46, 391–411. <https://doi.org/10.1111/bjet.12113>
- Hutmacher, F., Reichardt, R., & Appel, M. (2022). The role of motivated science reception and numeracy in the context of the COVID-19 pandemic. *Public Understanding of Science*, 31(1), 19-34.
- Kaila, E., Rajala, T., Laakso, M. J., & Salakoski, T. S. (2009). Effects, experiences and feedback from studies of a program visualization tool. *Informatics in Education*, 8(1), 17-34.
- Kurvinen, E. (2020). Effects of regular use of scalable, technology enhanced solution for primary mathematics education. TUCS Dissertations 260. Turku Centre for Computer Science.
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, 13(4), 2247.
- Marne, B., Wisdom, J., Huynh-Kim-Bang, B., & Labat, J.-M. (2012). The six facets of serious game design: A methodology enhanced by our design pattern library. In A. Ravenscroft, S. Lindstaedt, C. D. Kloos, & D. Hernández-Leo (Eds.), *21st century learning for 21st century skills* (pp. 208–221). Heidelberg, Germany: Springer.
- Naps, T. L., Rößling, G., Almstrum, V., Dann, W., Fleischer, R., Hundhausen, C., Korhonen, A., Malmi, L., McNally, M., Rodrigger, S., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2002). Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. In *Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education* (pp. 131-152).
- Rajala, T., Laakso, M. J., Kaila, E., & Salakoski, T. (2007). VILLE: a language-independent program visualization tool. In *Proceedings of the Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research*. Volume, 88 (pp. 151-159).
- Ronimus, M., Kujala, J., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2014). Children's engagement during digital game-based learning of reading: The effects of time, rewards, and challenge. *Computers & Education*, 71, 237-246.
- Zamarian, L., Fürstenberg, K. M. A., Gamboz, N., & Delazer, M. (2021). Understanding of numerical information during the COVID-19 pandemic. *Brain Sciences*, 11(9), 1230.



# eMathStudio

Petri Salmela, FT (matematiikka)

Barbro Back, KTT, professori (em.)

Ida Rönnlund, DI

Ralph-Johan Back, FT, professori (em.)



**Suomessa ovat maailman parhaat opettajat, minkä PISA testit ovat osoittaneet kerrasta toiseen. Haasteita on kuitenkin tullut lisää tai ainakin uusia. Hienoista suunnitelmista huolimatta erilaiset päätökset ovat johtaneet tulosten putoamiseen.**

## Inklusio ja eriyttäminen

Suomen perustuslain mukaisesti (731/1999), 16§, jokaiselle on turvattava yhtäläinen mahdollisuus saada kykijensä ja erityistarpeidensa mukaista opetusta. Peruskoulun opetussuunnitelmassa korostetaan jokaisen oppilaan oikeutta oppia omalla tasolla, henkilökohtaisella oppimispolulla seuraavasti:

“Eriyttäminen perustuu oppilaan tuntemukseen ja on kaiken opetuksen pedagoginen lähtökohta. Se koskee opiskelun laajuutta ja syvyyttä, työskentelyn rytmiä ja etenemistä sekä oppilaiden erilaisia tapoja oppia. Eriyttäminen perustuu oppilaan tarpeille ja mahdollisuuksille suunnitella itse opiskeluaan, valita erilaisia työtapoja ja edetä yksilöllisesti. Työtapojen valinnassa otetaan huomioon myös oppilaiden väliset yksilölliset ja kehitykselliset erot. Eriyttämällä tuetaan oppilaan itsetuntoa ja motivaatiota sekä turvataan oppimisen rauhaa. Eriyttämällä myös ehkäistään tuen tarpeen syntymistä.”

Parhaimmillaan inklusio tarkoittaa sitä, että ketään luokan oppilaista ei jätetä oman onnensa nojaan, vaan esimerkiksi eriyttämisen, erityisopettajien ja pienryhmien avulla kaikki opiskelijat pystytään pitämään mukana oppimisessa ja kullekin pystytään tarjoamaan oman tason ja etenemisnopeuden mukaista opetusta. Tämän toteuttaminen on yleensä kuitenkin hankalaa erityisesti resurssien puutteen vuoksi.



## Jos resursseja olisi tarpeeksi

Samalla tiedetään, mitä pitäisi tehdä ja mikä toimisi, jos resursseja olisi tarpeeksi. Tiedetään, että opiskelijat ja luokat ovat erilaisia. Muun muassa siten, että heillä jää eri asioita ymmärtämättä ja he ymmärtävät asioita eri tavoin. Eriyttämistä pitäisi pystyä tekemään molempiin suuntiin, eli sopeuttamaan opetusta sekä niille, joiden oppiminen vaatii hitaampaa etenemistä että niille, jotka kykenevät etenemään nopeammin ja joiden mielenkiinnon ylläpitäminen vaatii haastavampia ongelmia.

## Osaamisaukkojen tunnistaminen

Osaamisessa on paikoin erilaisia aukkoja. Ongelmat eivät ole välttämättä suuria, mutta koska matematiikassa uudet asiat rakentuvat vahvasti jo opittujen varaan, pitää nämä ongelmat käsitellä, jotta uuden oppiminen on mahdollista.

eMathStudion osaamiskartoituksella mitataan opiskelijan osaamista matematiikassa sisältöalueittain. Yläkoulun kartoitus sisältää Suomen opetussuunnitelman yläkoulun matematiikan sisällöt ja oppimistavoitteet; peruslaskutoimitukset, prosenttilaskut, polynomien käsittelyn, yhtälönratkaisun sekä potenssilaskut.



Kartoituksen jälkeen opiskelija saa henkilökohtaisen, interaktiivisen osaamiskartan. Kartta osoittaa visuaalisesti, mitkä asiat opiskelija hallitsee ja mitä sisältöjä tulisi kerrata ennen uuden opiskelua.

Osaamiskartoitukseen on liitetty kertausmateriaali, jonka avulla opiskelija voi harjoitella itselleen hankalia sisältöjä teorian ja tehtävien avulla.

Opettaja saa henkilökohtaisten osaamiskarttojen lisäksi ryhmäkohtaisen yhteenvedon, jonka avulla on helppo suunnitella ryhmälle sopivaa opetusta ja toteuttaa eriyttämistä.

### Osaamisaukkojen paikkaaminen ja uusien muodostumisen ehkäiseminen

Kun ongelmakohtat ovat tiedossa, on helpompi lähteä oppimaan. Voidaan asettaa tavoitteet, jossa huomioidaan opiskelijan oma lähtötaso, toiveet ja prioriteetit, mutta samalla opiskelija tietää miten pitkälle sellaisilla tavoitteilla päästään.

### Opettajat saavat opettaa haluamallaan tavalla ja tyyliillä.

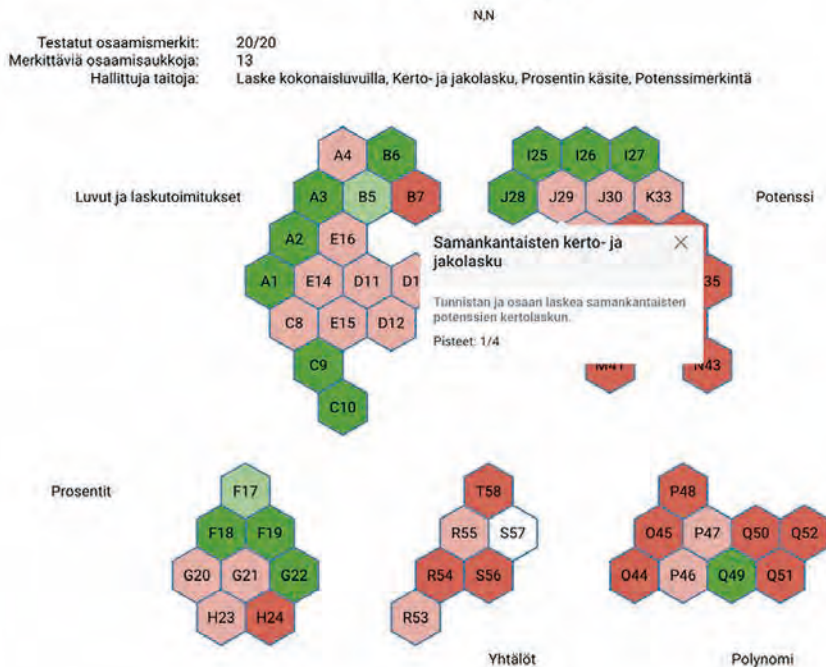
#### Kaikki materiaalit muokattavissa

eMathStudiossa on tarjolla kattavasti valmista materiaalia yläkoulun matematiikasta lukioon saakka. Kaikki opettajan käytössä oleva materiaali on kuitenkin kurssikohtaisesti hänen muokattavissaan. Opettaja voi siis halutessaan esimerkiksi vaihtaa opettavien asioiden järjestystä, lisätä mukaan omaa materiaalia, poistaa ylimääräisiä osia sekä koostaa materiaalia esimerkiksi yhdistelemällä kursien sisältöjä.

#### Upotettavat videot

Opettaja voi lisätä materiaaliin omia tai muiden tarjoamia opetusvideoita upottamalla niitä videopalveluista. Tämä lisää mahdollisuutta eriyttää samoja opetus sisältöjä eritahtiin eteneville opiskelijoille.

## Osaamiskartta





## Joustavat tehtäväpohjat

Opettaja voi lisätä materiaaliin omia tai muokata jo olemassa olevia tehtäviä. Tehtäviin on mahdollista myös lisätä ratkaisulle valmis pohja, jolloin tehtävänä voi olla esimerkiksi annetun valmiin laskun vaiheiden perusteleminen sanallisesti taikka matemaattisten laskujen kirjoittaminen annettujen sanallisten perustelujen mukaan.

## Henkilökohtainen oppimispolku

Oppimateriaaleja voi edetä myös itsenäisemmin henkilökohtaisen oppimispolun mukaan. Tällöin opiskelijalle voidaan asettaa henkilökohtaiset tavoitteet kunkin osion tehtävien suorittamiseen.

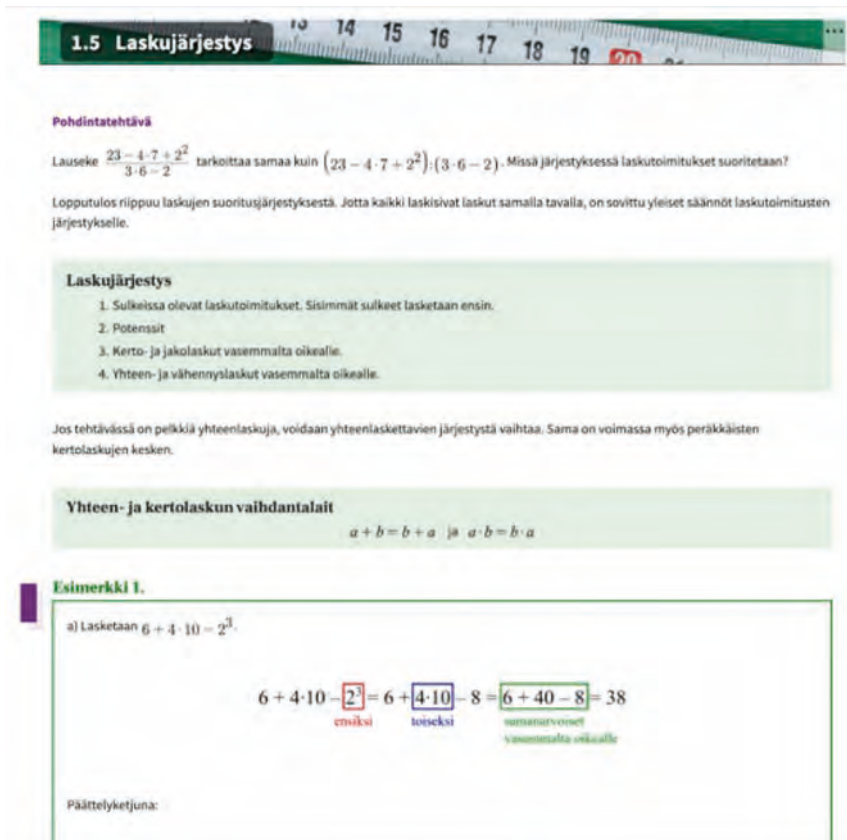
Opiskelija ja opettaja voivat seurata oppimisen etenemistä ja tavoitteiden täyttymistä sekä säätää tavoitteita etenemisen mukaan.

## Opiskelijat voivat kirjoittaa ratkaisunsa haluamallaan tavalla.

### Ratkaisun tarina

Matematiikkaeditorilla on mahdollista helposti kuvailla ratkaistavan ongelman tilanne. Siihen voi lisätä oletuksia, määritellä muuttujia ja funktioita sekä sisällyttää apulaskuja. Kyseessä ei siis ole pelkkä kaavaeditori vaan ratkaisun vaiheita ja edistymistä kuvaava työkalu. Sen lisäksi voi käyttää taulukoita, kuvia ja graafeja ongelman esittämiseen. Näin opiskelija oppii mallintamaan todellisia ongelmia, jotka voidaan ratkaista valinnaisilla työkaluilla. Opiskelija oppii myös dokumentoimaan tekemänsä ratkaisut, mikä on tärkeä osa matematiikan osaamista.

Mallintamisen ohella ratkaisu pitää pystyä myös perustelemaan ja viestimään selkeästi lukijalle. Sen



**1.5 Laskujärjestys**

**Pohdintatehtävä**

Lauseke  $\frac{23 - 4 \cdot 7 + 2^2}{3 \cdot 6 - 2}$  tarkoittaa samaa kuin  $(23 - 4 \cdot 7 + 2^2) : (3 \cdot 6 - 2)$ . Missä järjestyksessä laskutoimitukset suoritetaan?

Loppulos riippuu laskujen suoritusjärjestyksestä. Jotta kaikki laskisivat laskut samalla tavalla, on sovitettu yleiset säännöt laskutoimitusten järjestykselle.

**Laskujärjestys**

1. Sulkeissa olevat laskutoimitukset. Sisimmät sulkeet lasketaan ensin.
2. Potenssit
3. Kerto- ja jakolaskut vasemmalta oikealle.
4. Yhteen- ja vähennyslaskut vasemmalta oikealle.

Jos tehtävässä on pelkkiä yhteenlaskuja, voidaan yhteenlaskettavien järjestystä vaihtaa. Sama on voimassa myös peräkkäisten kertolaskujen kesken.

**Yhteen- ja kertolaskun vaihdantalait**

$$a + b = b + a \quad \text{ja} \quad a \cdot b = b \cdot a$$

**Esimerkki 1.**

a) Lasketaan  $6 + 4 \cdot 10 - 2^3$ .

$$6 + 4 \cdot 10 - 2^3 = 6 + 4 \cdot 10 - 8 = 6 + 40 - 8 = 38$$

ensiksi      toiseksi      summanarvoiset vasemmalta oikealle

Päätelyketjuna:



lisäksi, että ratkaisun selkeä esittäminen kehittää viestintätaitoja, se auttaa myös opiskelijaa itseään jäsentämään paremmin ratkaisun rakenteen ja oppimaan sen tekemisestä. Opiskelijaa kannustetaan selittämään ratkaisun jokainen vaiheen ja siten oppimaan, miten luonnollisen kielen sanat ja matematiikan merkinnät liittyvät toisiinsa.

eMathStudiossa ratkaisuihin on siis mahdollista rakentaa tarina, eli kertomus siitä, miten lähtötiedoista päädytään lopputulokseen.

### Opiskelija voi oppia itselleen parhaalla tavalla.

Tämä voi olla tukiopetusta, kysymys opettajalle, asian tutkiminen videoiden, teorian, esimerkkien tai

ryhmätyöskentelyn avulla, ongelman pilkkominen pienempiin osiin, kokeilut ja havainnot kokeiluista. Tekoälyn avulla opiskelija voi varmistaa laskunsa oikeellisuuden ja ymmärtää konseptit yhä syvemmin tai laajemmin.

### Matematiikan tarkistin

eMathStudiossa automaattinen tarkistin varmistaa, että opiskelija saa yksityiskohtaisen ja henkilökohtaisen palautteen omasta ratkaisustaan. Tämä estää että asiat ymmärretään väärin ja osaamisen puutteet huomataan ajoissa. eMathStudion matematiikan tarkistin perustuu automaattiseen teoreeman todistamiseen sekä CAS järjestelmien hyödyntämiseen. Tarkistin on ainoa laatuaan, kym-

The screenshot shows the eMathStudio interface for a math problem. At the top, there are buttons for 'Valmist' (Done) and 'Tähtästä' (Mark as favorite). Below that, there are buttons for 'Viimeisin tarkistus' (Last check) and 'Jatka muokkausta' (Continue editing). The problem is: '7. a) Yhtälö vai lauseke?' (Equation or expression?). The task is: 'Ratkaise yhtälö  $3x + 5 = -4x + 6$ ' (Solve the equation  $3x + 5 = -4x + 6$ ). A graph shows two lines:  $f_1(x) = 3x + 5$  and  $f_2(x) = -4x + 6$ . The solution steps are: 'Lasku' (Calculation) showing  $3x + 5 = -4x + 6$ ,  $3x + 4x = 6 - 5$ ,  $7x = 1$ , and  $x = \frac{1}{7}$ . The final answer is  $x = \frac{1}{7}$ . The interface indicates that the solution is correct with green checkmarks and the text 'Päätely todistettu oikeaksi.' (Reasoning proven correct.) and 'Vastaus on oikein.' (Answer is correct.).

menien vuosien akateemisen tutkimuksen tulos. Keskeinen kehitystyö on tehty Åbo Akademin ja Turun yliopiston yhteisessä Learning and Reasoning laboratoriossa.

Tarkistin käy läpi opiskelijan ratkaisun askel-askelelta, ja yrittää löytää matemaattisen todistuksen jokaisen askeleen oikeellisuudelle. Ne askeleet joille ei löydy todistusta ovat mahdollisia virheaskeleita, joita pitää tutkia tarkemmin. Tarkistin ei käytä mitään valmista ratkaisumallia, vaan jokainen matemaattisesti oikein rakennettu ratkaisu hyväksytään. Näin tarkistin mahdollistaa erilaiset ratkaisut samaan ongelmaan. Ratkaisut voi kirjoittaa omaan osaamistasoon sopien joko suuremmilla tai pienemmillä päättelyaskeleilla. Tarkistin on hyvin tehokas ja suoriutuu hyvin yläkoulun ja lukion matematiikassa. Automaattisten teoreeman todistajien ja CAS järjestelmien rinnakkaisella käytöllä voidaan opiskelijan ratkaisu yleensä tarkistaa nopeasti ja tehokkaasti.

### Gemma virtuaalinen tutori

Opiskelijan tekemät virheet osoittavat missä kohtaa päättelyä opiskelijan ymmärrys ei riitä. Tällöin voi-

daan käyttää LLM-kielimallia, jonka avulla opiskelijalle voidaan opettaa puuttuvat asiasisällöt, selittää käsitteitä ja ohjata opiskelijaa tulevissa opinnoissa. eMathStudiossa virtuaalisena apurina toimii Gemma. Tekoälyä hyödyntämällä opiskelijalla on käytössään kaikki maailman tieto, ja se voidaan räätälöidä opiskelijan yksilöllisiin tarpeisiin sopivaksi.

### Jatkuva oppiminen

Kaikki oppiminen on jatkuvaa prosessia ja opettajat tietävät, että opetukseen tarvitaan koko ajan personointia. Oppimista pitäisi pystyä tekemään jatkuvasti omalla tasollaan ja siksi tarvitaan älykkäitä järjestelmiä, jotka voivat tehdä tason tunnistamiseksi ja säätämiseksi raskaimman työn, josta opettaja ja opiskelijat sitten hyötyvät.

eMathStudioon voi tutustua tarkemmin sivulla <https://emathstudio.com/fi>

Mekin opimme jatkuvasti eMath-tiimissä, joten ota yhteyttä jos kehitysprojekti tai tutkimustyö kiinnostaa. •

The screenshot displays the eMathStudio interface. On the left, a list of math problems is shown, with the first one selected: "1.5.1 Tehtäviä" containing several arithmetic problems. The main window shows the solution for the first problem:  $18 + (15 - (4 - 2 \cdot 3))$ . The solution is broken down into steps:  $18 + (15 - (4 - 6))$ ,  $18 + (15 - (-2))$ ,  $18 + (15 + 2)$ , and finally  $18 + 17 = 35$ . A yellow tooltip explains that the order of operations (PEMDAS) must be followed. A green box at the bottom right shows the final result:  $18 + (15 - (-2)) = 18 + (15 + 2) = 35$ .



# TOMA-TUKIOPETUSHANKE YLÄKOULUUN JA TOISEN ASTEEN ALKUUN

Vuoden 2022 keväällä MAOL haki Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiöltä rahaa ”Uusi mahdollisuus”-nimiseen hankkeeseen. Hankkeessa oli tarkoitus tuottaa opettajien tarpeeseen matematiikan tukiopetusmateriaalia yläkouluun ja toisen asteen alkuun.

Samaan aikaa Turun yliopisto haki rahoitusta hankkeelleen ”TOMA – Toinen mahdollisuus numerotaitoisuuden oppimiselle”. Tässäkin hankkeessa kohderyhmänä olivat yläkouluikäiset ja sitä vanhemmat, mutta erityisesti ne, joilla oli suuria puutteita matematiikan osaamisessa.

Vaikka hankkeiden yksityiskohdat olivat toisistaan eroavat, näki Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiö mahdollisuuden yhteistyöhön ja ehdotti, että soveltuvin osin Turun yliopisto ja MAOL tekisivät yhteistyötä. Yhteistyön myötä kummankin asiantuntijuus saataisiin molempien tukiopetusmateriaalien kehitystyöhön mukaan ja tuloksena olisi kaksi vielä parempaa tukiopetusmateriaalia. Niinpä hankerahoitusta haettiin näille kahdelle tukiopetushankkeelle yhteisellä nimellä ”TOMA – toinen mahdollisuus numerotaitoisuuden oppimiselle”.

Tässä kirjoituksessa esittelen tarkemmin nimenomaan MAOLin hanketta ja tukiopetusmateriaalia.

## Miksi MAOL ryhtyi tekemään matematiikan tukiopetusmateriaalia?

MAOL aloitti tukiopetusmateriaalin kehittämisen opettajien pyynnöstä. Jo usean vuoden ajan opettajat olivat esittäneet MAOLille huolensa oppijoiden heikentyvistä matematiikan taidoista, sekä siitä, että sopivaa tuen materiaalia yläkouluun ei oikein tahtonut löytyä. Siksi yläkoulussa ja toisella asteella käytettiin alakoulun oppikirjoja perusasioiden kertaamiseen tukea tarvitsevien oppijoiden kanssa. Vaikka asia on alakoulun oppikirjoissa ihan oikein opetettu, ei pienemmille lapsille suunnattu kuvitus satuhahmoineen oikein toiminut nuorten kanssa. Voisiko MAOL tehdä asialle jotain?

Opettajien viesti oli selvä. Nuorille tarvitaan sopivaa tukiopetusmateriaalia koulumatematiikan peusasioiden opettamiseen ja kertaamiseen. Ehdottomasti sellaisessa muodossa, että sitä on helppoa ja nopeaa käyttää arjessa. MAOL haki hankerahoitusta nimenomaan tämän puutteen korjaamiseen.

Kun MAOLin TOMA-hankekoordinaattori aloitti työt syksyllä 2022, tiedettiin tukimateriaalista kolme asiaa: se tulee sähköiseen MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristöön, kohderyhmänä ovat yläkoululaiset ja toisen asteen aloittavat nuoret ja materiaali tehdään suomeksi ja ruotsiksi.





Tecnologiateollisuuden  
100-vuotissäätiö

Mikä olisi tuon materiaalin sisältö? Minkälaisella tavalla asioita harjoiteltaisiin? Sitä ryhdyttiin selvittämään tarkemmin.

### **Kuinka MAOLin tukiovetusmateriaalia kehitettiin?**

Koska pyyntö tuen materiaaliin tuli opettajilta, tehtiin hankkeen kaikissa vaiheissa tiivistä yhteistyötä opettajien kanssa. Niinpä hankkeen aluksi haastatettiin noin 40 MAOLin aktiivijäsentä.

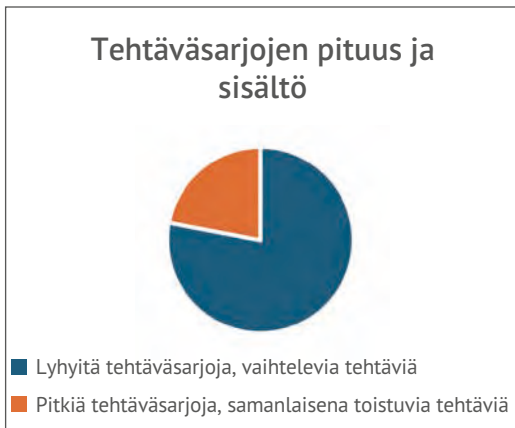
Aivan ensimmäisistä keskusteluista alkaen oli selvää, että tukimateriaalin pitää keskittyä olennaiseen. Haluttiin materiaali, joka opettaa keskeisimmät koulumatematiikan ydinsisällöt ja tekee sen niin, että oppija oikeasti ymmärtää oppimansa. Näissä ensimmäisissä keskusteluissa hahmottui jo tukiovetusmateriaalin ydinsisältö, joka myöhemmissä haastatteluissa ja kyselyissä tarkentui lähinnä yksityiskohtien osalta – matematiikan opettajilla oli erittäin yhtenäinen ja selkeä näkemys siitä, mitä tukea tarvitsevat oppijat tarvitsevat oppimisensa tueksi.

Tarkennuksia materiaalin toimintaan ja rakenteeseen saatiin MAOLin jäsenistölle tehdyssä kyselyssä. Opettajat mm. pitivät tärkeänä, että tehtäväsarjat ovat riittävän lyhyitä, jotta motivaatio tekemiseen säilyy. Tehtäväsarjojen pitämistä lyhyinä vahvisti



myös Helsingin yliopiston motivaatiotutkijoiden näkemys siitä, että motivaatiota voidaan vahvistaa mm. riittävän usein tulevalla kannustuksella, sekä sopivan haastavilla tehtävillä<sup>1</sup>.

MAOLin tekemien kyselyiden pohjalta tukiovetusmateriaali päätettiin tehdä sähköisen oppimispolun lisäksi myös tulostettavana monisteversiona, koska opettajat korostivat, että tukiovetustunnilla pitää voida työskennellä myös kynän ja paperin kanssa.



Kuva 1. Opettajat pitivät tärkeänä riittävän lyhyitä tehtäväsarjoja, jotta oppilas motivoituu tekemään tehtäviä.



Kuva 2. Tukimateriaalin pitää toimia erilaisissa tilanteissa, erilaisille oppilaille, siksi opettajat halusivat sekä sähköistä, että kirjallista tuen materiaalia.

Opettajien lisäksi haastateltiin erityisopettajia eri kouluasteilta. Haastattelussa vahvistui näkemys siitä, että materiaalin pitää olla mahdollisimman helppokäyttöinen, koska erityisopetuksen resurssit ja toimintatavat vaihtelevat suuresti eri kouluissa.

Tukimateriaalin tulisi olla helppokäyttöinen, mutta samaan aikaan niin monipuolinen, että sitä voidaan hyödyntää erityisopettajan ja/tai aineenopettajan yhteistyössä tehostetun tuen, mahdollisesti myös erityisen tuen, oppilaiden oppimisen apuna.

Materiaalin lopulliseen muotoon vaikuttivat myös lukuisat artikkelit ja tutkimukset, joista haettiin vinkkejä siihen, minkälaisia tehtäviä ja tehtäväsarjoja kannattaa teettää oppijoille, joilla on suuria matematiikan oppimisen vaikeuksia.

Tekijöiksi valikoitui matematiikkaa opettavia opettajia ja erityisopettajia kaikilta kouluasteilta. Jokaista opetettavaa aihetta suunnitteli ja valmisteli 3-4 hengen tiimi. Näin varmistettiin se, että materiaalia mietittiin monesta näkökulmasta monin tavoin ja saatiin aikaiseksi tukimateriaali, joka palvelee opettajia erilaisissa kouluissa, erilaisissa tilanteissa ja erilaisten oppijoiden kanssa.

## Miten MAOLin tukiovetusmateriaali auttaa opettajaa ja oppijaa arjessa?

Kaikissa kyselyissä ja haastattelussa opettajat nostivat esiin lähes poikkeuksetta samat kuusi toivetta hyvälle tukiovetusmateriaalille. MAOLin tukiovetusmateriaalin toiminta perustuu näihin kuuteen näkökulmaan.

### Helppokäyttöinen:

**Oppijalle:** MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristössä oleva Matikkatreenit on suoraan oppijan käytettävissä - opettajan ei tarvitse valita tehtäviä tai avata niitä. Opettaja näkee suoraan oman kurssinsa oppijoiden suoritukset. Matikkatreenien avulla voi myös itsenäisesti kerrata koulumatematiikan perusasiat, vaikka materiaali onkin varsinaisesti suunniteltu käytettäväksi opettajan ohjauksessa.

<sup>1</sup> Knittle, K., Heino, M., Marques, M.M. et al. The compendium of self-enactable techniques to change and self-manage motivation and behaviour v.1.0. Nat Hum Behav 4, 215–223 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0798-9>



## Helppokäyttöinen

### Innostava

### Selkeä ja havainnollinen

### Keskittyy olennaiseen

### Ymmärrystä lisäävä

### Toiminnallista yhdessä oppimista

Kuva 3. Opettajien toiveet hyvälle matematiikan tukiopetusmateriaalille.

**Opettajalle:** Kaikki kymmenen oppimisen treenipolkua ovat oppikirjaan sitomattomia, eli niitä voi käyttää missä järjestyksessä tahansa joko aiheen alustamiseen, vanhan kertaamiseen tai perusasioiden harjoitteluun.

**Yhteisopettajuuteen:** Oppijan suorituksia voi seurata useampi opettaja, mikä mahdollistaa toimivan yhteisopettajuuden. Myös osa-aikainen erityisopetus helpottuu, kun erityisopettaja ja aineenopettaja kumpikin voivat nähdä, mitä oppija on osannut.

**Taitojen testaamiseen:** Joka setin lopussa on *Osaatko jo* - testi, joka kokoaa tukiopetusjaksossa harjoitellut asiat samaan testiin. Opettaja voi käyttää *Osaatko jo* -testiä myös koko luokan alkukartoituksena ennen uuden jakson aloittamista. Näin opettaja saa helposti ja nopeasti arvion siitä, tarvitseeko aihetta kerrata ennen jakson varsinaista aloitusta.

---

#### Innostava:

**Sopivasti haastava:** Tehtäväsarjat ovat lyhyitä, jolloin motivaatio tekemiseen pysyy yllä. Oppija

joutuu sopivasti pinnistelemään tehtävien vaihtuessa ja samaan aikaan syntyy oivalluksia ja oppimista, kun harjoiteltavaa asiaa mietitään monella eri tavalla.

**Monipuoliset tehtävät:** Tehtävissä on paljon vaihtelua ja asioita harjoitellaan matematiikan kirjasta poikkeavillakin tavoilla. Oppijalla on välillä myös mahdollisuus valita, mitä tehtäviä hän haluaa tehdä.

**Nuoren maailma on lähellä:** Tehtävät on suunnattu nuorille oppijoille, ei lapsille. Tehtävien maailmassa hyödynnetään nuorten kiinnostuksen kohteita ja tehtävissä on paljon esimerkkejä siitä, missä harjoiteltava asia tulee vastaan arkielämässä – kuten vaikkapa mopon bensankulutus, kännyköiden latausajat tai urheilu. Näin oppija ymmärtää, missä harjoiteltavaa taitoa tarvitaan.

**Taidoissa eteneminen näkyy myös oppijalle:** Oppija näkee koko ajan Mitalikaapista, mitä tehtäviä on tehnyt ja kuinka paljon tehtäviä on vielä jäljellä. Oman edistymisen näkeminen vahvistaa työskentelyyn sitoutumista. Saavutetut mitalit ja pokaalit kannustavat myös yrittämään uudestaan, jotta mitalirivit saisi kirkastettua vaikkapa kultaisiksi.



---

## Selkeä ja havainnollinen:

**Kuvatuki:** MAOLin Matikkatreenien tehtävissä on paljon havainnollisia kuvia, jotka tukevat kehittyvää matemaattista ajattelua.

**Sanallistaminen:** Tehtävissä oppija esittää matematiikkaa myös arkikielellä. Tämä on yksi tapa, jolla oppija joutuu aktiivisesti miettimään, mitä hän tekee – ei voi vain mekaanisesti toistaa opetettua ”kikkaa”, vaan pitää myös osata selittää, mitä tehdään ja miksi.

**Selkeäkielinen:** Kirjoitettu teksti on selkeäkielistä, mikä tukee mm. S2-oppilaiden opiskelua.

**Opetusvideot:** Nuorille tuttu TikTokkaaja, matematiikan opettaja Visa Saarinen eli ”tietoVisa” on tehnyt keskeisimpiin opetettaviin asioihin opetusvideot. Opetusvideo tukee oppijaa esimerkiksi kotona tehtäviä tehdessä. Opetusvideo myös antaa yhden uuden tavan ymmärtää uutta asiaa. Videon voi hyvin katsoa vaikka oppituokion päätteeksi, ennen tehtäviin siirtymistä.

---

## Keskittyä olennaiseen:

**Alkukartoitus:** MAOL<sup>2</sup>-oppimisympäristössä on mahdollista teettää oppijoille matematiikan alkukartoitus 7. luokan tai toisen asteen alussa. Tämä alkukartoitus poimii nimenomaan ne oppijat, jotka saattavat tarvita lisäharjoitusta matematiikassa. Alkukartoituksen palautteessa opettajalle ja oppijalle annetaan vinkit siitä, mitä MAOLin Matikkatreenien treenipolkuja kannattaisi kerrata.

**Matematiikan ydinsisällöt:** Peruskoulu-matematiikan oleelliset asiat on koottu kymmenen otsikon alle. Jokaisesta aiheesta harjoitellaan kunkin oppisisällön keskeisimmät ydinasiat. Jos nämä taidot oppii, on vahva pohja rakentaa ymmärrystä myös haastavammassa taidoissa.

**Tukee arviointia:** MAOLin Matikkatreenejä voi käyttää arvioinnin tukena, koska treenipoluilla harjoitellaan päättöarvioinnin kriteerien arvosanan viisi mukaisia matematiikan keskeisiä tavoitteita.

---

## Ymmärrystä lisäävä:

**Monipuolista harjoittelua:** Kaikissa oppisisällöissä tehtävät on rakennettu niin, että oppija oikeasti ymmärtää sen, mitä tehdään. Opeteltavaa asiaa tutkitaan monelta eri kantilta, jotta mahdollisia virhekäsityksiä ei pääsisi syntymään.

**Matematiikka on osa arkea:** Matikkatreenit näyttää oppijalle sen, missä harjoiteltavaa taitoa tarvitaan arjessa. Näin vahvistuu ymmärrys siitä, että matematiikka on osa elämää, eikä sitä opiskella vain koulun takia.

**Kaikki 1-9. lk matematiikan ydinsisällöt:** Jos oppijalla on suuria vaikeuksia matematiikassa, ongelmien juurisyy voi olla aivan matematiikan alkeistaidoissa, eli lukukäsitteessä ja kymmenjärjestelmän perusteissa. MAOLin Matikkatreenistä löytyy myös näiden pohjataitojen harjoitteluun omat treenipolut.

---

## Toiminnallista yhdessä oppimista:

**Toiminnallisen työskentelyn vinkit:** Tietokoneella työskentely voi joskus olla yksin puurtamista, mutta MAOLin Matikkatreenien opetusvinkeissä on ideoita toiminnalliseen yhdessäoppimiseen. Opetusvinkeissä esitellään leikkejä ja kilpailuja oppilaiden aktivoimiseksi, tapoja matematiikasta keskusteluun ja toiminnallisia välineitä, joita voi käyttää apuna aiheen harjoittelussa. Mitä monipuolisemmin asioita opiskellaan, sitä monipuolisempi muistikuva opitusta jää.

MAOLin Matikkatreenien tekeminen on ollut antoisa prosessi. Materiaalin tekemiseen on osallistunut kymmeniä opettajia Helsingistä Ouluun ja Turusta Joensuuhun. Kolmen vuoden projektin lopputuotteena on opettajien tarpeeseen tehty, monipuolinen ja arjessa toimiva matematiikan tukimateriaali nuorille oppijoille yläkouluun ja toisen asteen alkuun. •

---

## Iloa matikan treenaamiseen!







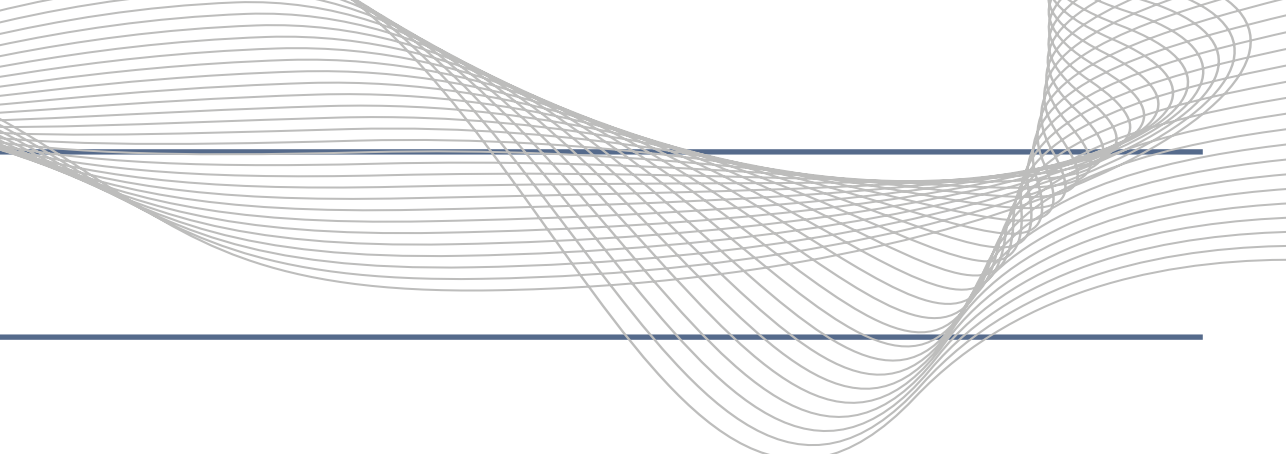
# SÄHKÖISET OPPIMATERIAALIT UUDISTAVAT OPETUSTA JA OPPIMISTA

Sähköisiä oppimateriaaleja on kehitetty Suomessa jo toistakymmentä vuotta. Sähköisten oppimateriaalien käyttö lähti merkittävään kasvuun lukion siirryttyä sähköisiin ylioppilaskirjoituksiin. Suomessa koettiin, että digitaalisten sisältöjen ja välineiden merkityksellisen käytön opettaminen on vahvasti koulun tehtävä, ja niiden hallinta on tulevaisuuden kannalta olennainen taito. Sähköisten oppimateriaalien käyttöasteeseen on vaikuttanut huomattavasti saatavilla olevien laitteiden määrä. Tästä syystä lukiossa digimateriaaleja käytetäänkin peruskoulua enemmän, ainakin toistaiseksi. Esimerkiksi tietokonepohjaiset laskinohjelmistot, kuten CAS, ja matematiikassa Studeonkin sähköisissä oppimateriaaleissa hyödyntämä YTL:n kehittämä editori ovat saavuttaneet vakiintuneen aseman vastaustyökaluna ja tuoneet lisäarvoa matemaattisten vastausten tuottamiseen digitaalisesti.

**Teknologiaa on eri toimialoilla hyödynnetty tukemaan ja helpottamaan ihmisten työtä sekä tekemään mahdolliseksi asioita, joita muuten olisi haastava toteuttaa.**



Kuva: Pixabay



**A**loimme aikanaan kehittää Studeossa (silloisessa Tabletkoulussa) puhtaasti sähköisiä oppimateriaaleja, koska katsoimme, että digitaalisuuden avulla voimme tukea aiempaa monipuolisemmin sekä opettajan työtä että opiskelijan oppimista. Tässä tärkeänä lähtökohtana olivat oppimistutkimuksissa toimiviksi havaitut pedagogiset ja didaktiset menetelmät. Lähdimme kehittämään alustaa ja sisältöjä näiden menetelmien pohjalta. Uskomme, että opiskelijan aktivoiminen ja ohjaaminen toimimaan tutkimuksissa havaittujen tapojen mukaisesti voi parantaa merkittävästi oppimistuloksia.

Oppimistutkimus korostaa, että oppimista tapahtuu parhaiten kontekstuaalisissa tilanteissa, aktiivisessa ja yhteisöllisessä toiminnassa. Oppiminen on parhaimmillaan tavoitteellista, uuden tiedon rakentamista opiskelijan hallitseman tiedon päälle. On tärkeää, että oppimistilanteessa syntyy tunne siitä, että opiskelija on itse oman oppimisensa ohjaimissa ja että opittava asia kytetään liittämään aiemman osaamisen lisäksi tosielämän tilanteisiin. Oppimisella tulee olla jokin tavoite, merkitys, ja opiskelijaa tulisi kannustaa “omistamaan” omaa oppimistaan.

Tähän digitaaliset työvälineet ja opetus-suunnitelman perusteiden mukaiset sisällöt tarjoavat uusia mahdollisuuksia. Yhdistämällä jatkuvasti kehittyvän digitaalisen alustan opettajan työtä ja opiskelijan oppimista tukevia ominaisuuksia nykyaikaisiin, monimediaisiin ja pedagogisesti rakennettuihin sisältöihin päästään aiempaa optimaalisemmin tukemaan oppimista hyviksi todetuilla tavoilla – opettajan vahvaa roolia unohtamatta. Opiskelijaa ohjataan työskentelemään yhä enemmän tavoilla,

jotka paitsi edistävät hänen oppimistaan ovat myös todellisuutta ja arkipäivää hänen toimiessaan tulevaisuuden opiskelu- ja työelämässä.

---

### **Digitaalisuuden tulisi helpottaa opettajan työtä**

Teknologiaa on eri toimialoilla hyödynnetty tukemaan ja helpottamaan ihmisten työtä sekä tekemään mahdolliseksi asioita, joita muuten olisi haastava toteuttaa. Opetuksen tueksi kehitetyn alustasta ja sisällöistä koostuvan kokonaisuuden tulisikin voida vapauttaa opettajan aikaa opetustoimintaan. Olemme Studeossa pyrkineet tähän tuottamalla mahdollisimman paljon valmista sisältöä ja tehtäviä, kehittämällä opettajan työnkulkua nopeuttavia toiminnallisuuksia sekä tarjoamalla tarkkaa ja laadukasta informaatiota opiskelijoiden oppimisesta.

Olemme pyrkineet automatisoimaan kaikki työvaiheet, jotka on mahdollista ja tarpeellista automatisoida. Näin opettajalle jää aiempaa enemmän aikaa yksilöiden ja ryhmän ohjaukseen esille tulevan informaation perusteella. Monipuolisten sisältöjen, laajan tehtävätarjonnan ja valmiiden esittäminen soveltuvien materiaalien myötä opetuksen valmisteluun kuluva aika vähenee ja aikaa jää enemmän opiskelijoiden oppimisen tukemiseen.

Sähköisissä oppimateriaaleissa sekä tehtäviä että sisältöä voidaan tuottaa laajemmin, koska niitä voidaan jaotella rakenteellisesti monipuolisemmin esimerkiksi tuottamalla eri versioita eritasoisille opiskelijoille saman tuotteen sisällä. Osasta Studeon materiaaleista onkin laadittu helpotettu versio, jossa näkyvän tekstiä on selkeytetty ja sisältöä karsittu



tukemaan oppimisen haasteissa. Opettaja voi järjestellä sisältöjä haluamallaan tavalla ja tarvittaessa piilottaa opiskelijoilta kokonaisia lukujakin. Hän voi myös rakentaa kokonaisuuksia yhdistelemällä sisältöjä useista eri oppimateriaaleista. Sisällöt päivittyvät lukuvuoden aikana sekä palautteen että ajankohtaisten tapahtumien myötä.

Opettaja voi antaa tehtäviä ryhmille tai kohdistaa niitä eriyttäen ryhmille tai yksilöille. Annetut tehtävät voi kopioida seuraaville ryhmille ja tehtäviä voi antaa usealle ryhmälle kerrallaan. Osa tehtävistä on konetarkisteisia, ja niitä voi antaa myös vertaisarvioitavaksi, mikä voi säästää opettajan aikaa. Opettaja voi halutessaan tehdä omia tehtäviä ja jakaa niitä kollegoiden kesken. Tehtävien tarkastamisessa voi hyödyntää alustan automatiikkaa, ja myös arvosanan voi laskea omien kriteerien mukaan automaattisesti.

---

## **Oppiminen tulee näkyväksi ja luo mahdollisuuksia eriyttämiseen**

Yksi oleellisimmista sähköisten oppimateriaalien eduista on opiskelijan toiminnan ja osaamisen tuominen näkyväksi. Perinteisesti opettaja ei ole aina kerännyt kaikkia vihkoja tai tehtäväkirjoja katseltavaksi, mutta digitaalisesti tuotetut tehtävät ovat aina tarvittaessa opettajan nähtävillä. Arvioinnin painopistettä voidaan siirtää summatiivisesta ja esimerkiksi koetilanteissa tapahtuvasta arvioinnista jatkuvaan formatiiviseen arviointiin. Kun opettaja antaa opiskelijoille tehtäviä, hän saa oppimisanalytiikan avulla välittömästi tietoa opiskelijoiden edistymisestä myös visuaalisesti. Jos joku opiskelija on jäänyt selvästi jälkeen, näkee opettaja tämän Studeon alustan arviointisivulla. Hän pystyy antamaan tarvittaessa suoraa ja välitöntä palautetta tehtävistä. Opettaja voi kannustaa opiskelijaa arvioimaan omaa edistymistään itsearviointilomakkeen avulla. Näin hän saa opiskelijalta suoraan tietoa siitä, tarvitseeko opiskelija jossain asiassa apua tai kenties lisää haasteita.

Jatkuva, opiskelijaa aktivoiva arviointi mahdollistaa eriyttämisen ja yksilöllisen oppimisen tukemisen. Kun opettajalla on aiempaa selkeämpi ja reaaliaikaisempi käsitys siitä, mitä kukin opiskelija

osaa, voi hän eriyttää tehtäviä yksilöille tai ryhmille ja ohjata opiskelijaa myös erilaisten sisältöjen pariin. Opiskelijalle voidaan valita yksilöllisesti sellaisia tehtäviä, jotka tukevat toimintaa lähikehityksen vyöhykkeellä ohjaten häntä oman tasonsa huomioiden yhä haastavampiin tai mahdollisesti tukea tarjoaviin tehtäviin.

Samoin jos opiskelijan on helppo ratkaista hänelle annetut tehtävät, voi opettaja antaa haastavampia tehtäviä tai liittää samaan oppimateriaaliin osioita jostakin edistyneemmille tarkoitettu Studeon materiaalista. Konetarkisteisia tehtäviä tehdessään opiskelija saa välittömän palautteen osaamisestaan ja voi tarvittaessa yrittää tehtävän ratkaisua uudestaan mahdollisesti esille tuodun vinkin avulla.

---

## **Tehtävät aktivoivat ja tuovat esiin osaamista monipuolisesti**

Kuten tiedämme, matemaattisissa aineissa toisto ja monipuolinen tehtävien tekeminen tuottavat yleensä tuloksia. Siksi Studeossakin on tuotettu tehtäviä laajasti ja paljon enemmän tehtäviä kuin yksittäisen opiskelijan on tarkoitus tehdä. Studeon matemaattisluonnontieteellisissä materiaaleissa on muun muassa paljon käsitteen muodostumista ja ymmärtämistä tukevia tehtäviä, ennen kuin lähdetään tekemään laskemista ja soveltamista testaavia tehtäviä.

Studeon tehtäviin on tuotettu malliratkaisuja, jotka tukevat eri tavoin oppivia opiskelijoita. Opettaja voi asettaa ratkaisut näkyviin ensimmäisen vastauksen jälkeen tai halutessaan piilottaa ne opiskelijalta. Matematiikan tehtävissä "Näytä vastaus" -toiminto voi paljastaa oikean lopputuloksen jo etukäteen, jolloin opiskelija voi pohtia ratkaisuaan ja sen oikeellisuutta ennen oman vastauksensa lähettämistä. Opettaja voi määritellä tehtäviin tietyn määrän vastauskertoja tai jopa rajattomat vastauskerrat, jolloin opiskelija voi pyrkiä löytämään ratkaisun tehtävään. Tämä harjoittelu on prosessi, jossa opiskelija voi oppia ymmärtämään asian paremmin ja perustelemaan sen ainakin itselleen pelkän oikein-väärin-ajattelun sijaan.

Myös erilaiset ratkaisutavat ovat mahdollisia, ja niitä voidaan esittää digitaalisissa materiaaleissa joustavammin. Perinteisten ja luonnollisesti tärkei-





Kuva: Pixabay

den ratkaisumenetelmien lisäksi opiskelijat oppivat uusia, entistä monipuolisempia ratkaisutapoja ja oppivat löytämään uusia tehokkaita ongelmanratkaisutapoja. Tehtäviä on jaoteltu ilman ohjelmistoja tehtäviin A-tehtäviin ja ohjelmistojen avulla ratkaistaviin B-tehtäviin, jotka tehostavat ongelmanratkaisutaitoja. Esimerkiksi peruskoulun matematiikassa on mukana myös päässäälaskutehtäviä, joissa kysymys kuunnellaan suoraan alustalta.

---

### Taitolähtöinen pedagogiikka ja aktivoiva arviointi

Oppimista ei nykytutkimuksessa nähdä ainoastaan sisältöjen opiskeluna vaan myös laajemmin erilaisen metataitojen kehittämistä tukevana prosessina. Nämä taidot kehittyvät usein sisältöjen opiskelun ohessa. Studeon alustalla tehtäviä on luokiteltu sen mukaan, minkälaisista osaamista ne kehittävät: Opettaja voi esimerkiksi tarkastella, miten opiskelijalla on sujunut *muuttujan arvon* ratkaisemista koskevat tehtävät, *symboleita* ja *kielentämistä* mittaavat tehtävät, *sieventämistä* sisältävät tehtävät tai *algebran* tai *mallintamisen* ymmärtämistä mittaavat tehtävät. Ryhmän vertaisarviointitoiminnon avulla opiskelijat voivat arvioida toistensa toimintaa ryhmätöissä. Tämä tukee osaltaan laaja-alaisten taitojen kehittymistä, kun vaikkapa hyvälle kysymyksille, tiedonhauille, toisten auttamiselle tai luovalle ajattelulle annetaan painoarvoa.

Tehtävien vertaisarvioinnin avulla opiskelija saa toisen näkökulman tehtävään ja aktivoituu reflektimaan ja pohtimaan tehtävän vastausta myös tästä näkökulmasta. Hän voi lisäksi arvioida omaa edistymistään itsearviointiomakkeen avulla.

Pelillinen arviointi voi motivoida opiskelijoita saavuttamaan entistä parempia tuloksia tehtävissä ja kehittämään spesifejä taitoja. Opiskelija voi asettaa itselleen tavoitteet ja pyrkiä saavuttamaan tietyn pistemäärän tai osaamistasoa kuvaavan värin. Vaarana on turha tehtävien klikkailu syvemmän oppimisen sijaan. Opettaja voi kontrolloida tehtävien tekemistä vaikkapa piilottamalla tehtävät, joita ei vielä ole tarkoitus tehdä. Mielekkäät tavoitteet, sisällöt ja tehtävät motivoivat kuitenkin yleensä opiskelijaa parantamaan osaamistaan.



---

## Monipuoliset sisällöt ja tehtävät tukevat eri tavoin oppivia

Monelle digitaalisista oppimateriaaleista tulevat ensimmäisenä mieleen monimediaiset sisällöt. Videoiden, animaatioiden ja interaktiivisten kuvien avulla opittavaa sisältöä onkin helpompi havainnollistaa. Kouluissa ei välttämättä ole tarjolla kaikkea kokeellisiin töihin tarvittavia välineitä, tiloja tai ohjelmistoja. Videolla laskutoimituksen malliratkaisu, haastava ongelmanratkaisumenetelmä ja kemian tai fysiikan koe on helppo tuoda opiskelijan nähtäville syventämään ymmärrystä. Kustantajan tuottamien haastatteluvideoiden avulla ilmiöitä voidaan linkittää ympäröivään yhteiskuntaan, jatko-opintoihin tai työelämään.

Studeon materiaalit tarjoavat useimpiin aineisiin lukemisen apuvälineitä. Käytössä ovat muun muassa digitaalinen lukutikku sekä pelkkä tekstiili, jossa kirjasinta ja kirjasinkokoa voi muuttaa. Useimmat sisällöt voi myös kuunnella ja seurata samalla puhuttua tekstiä. Tekstit on myös käännettävissä monille kielille, jos opiskelijan kotikieli on muu kuin suomi tai ruotsi. Tekstiä ja kuvia voi merkitä ja niihin voi lisätä kommentteja ja jopa matemaattista tekstiä.

Kuten tiedämme, oppiminen on parhaimmillaan tilannesidonnaista ja aktiivista toimintaa. Toiminnalliset tehtävät auttavat ymmärtämään ilmiötä, käsitettä tai ongelmaa kontekstuaalisella tavalla. Erilaiset simulaatiot tuovat merkittävää lisäarvoa digitaalisissa oppimateriaaleissa, ja opiskelija voi tutustua niihin myös itsenäisesti. Studeon oppimateriaaleissa hyödynnetään kattavasti erilaisia välineitä tuottamaan simulaatioita ja kuvauksia malliratkaisuista.

Videoita hyödynnetään muun muassa erilaisten matemaattis-luonnontieteellisissä aineissa sovellettavien ohjelmistojen käytön opiskelussa ja kokeellisten töiden kuvauksissa. Videoita ja animaatioita voidaan hyödyntää esimerkiksi mikrotason ilmiöiden käytännön ominaisuuksien esittämisessä. Niiden avulla voidaan mallintaa ja harjoitella havaintojen tekemistä ja palauttaa mieleen tehtyjä kokeellisia tutkimuksia. Matemaattisissa aineissa GeoGebra tuo merkittävää lisäarvoa, kun opittavaa asiaa pystyy konkretisoimaan sekä oppimaan kokeilemalla ja tekemällä havainnot tutkittavasta asiasta ja siihen

vaikuttavista tekijöistä. Interaktiiviset kuvat, kuten sisältöihin upotetut ThingLink-kuvat, mahdollistavat ilmiöiden konkretisoinnin ja kontekstualisoinnin sekä auttavat opiskeltavan asian jäsentelyssä ja syventämisessä.

Digitaalinen oppimateriaali mahdollistaa oppimisympäristön laajenemisen kirjan ja luokkahuoneen ulkopuolelle. Oppimateriaaleissa käytetyt ulkoiset lähteet ovat pedagogisesti tarkkaan mietittyjä. Ne mahdollistavat merkittävällä tavalla yksilöllisen oppimisen ja monipuolisten näkemysten saamisen opittavaan aiheeseen. Monesti jokin ilmiö voi avautua opiskelijalle havainnollisen, ulkoisen lähteen avulla paremmin kuin oppikirjan sivulta. Studeon tehtävät valmentavat opiskelijoita etsimään tietoa ulkoisista lähteistä ja suhtautumaan informaatioon terveellä kritiikillä. Vaikka netin käyttö voikin välillä johtaa harhapoluille, on eksymisen välttäminen taito, joka pitää oppia.

Opettajalla on mahdollisuus tuottaa omia sisältöjä opiskelijoiden tueksi ja jakaa niitä myös kollegan kanssa. Sisällöt näkyvät tarvittaessa useille ryhmille, jolloin turhaa kopiointia voidaan välttää. Lisäksi opiskelijat voivat itsekin lisätä jokaiselle sivulle omalle ryhmälleen näkyvää sisältöä. Tämä lisää opiskelijan omistajuutta oppimiseen.

---

## Myös perinteisillä menetelmillä on paikkansa

Opiskelijan osaamista voidaan tehtävien lisäksi testata koetyökulun ja kustantajan tuottamien valmiiden koetehtävien avulla. Lukion osalta kokeita tuotetaan myös Abitti-järjestelmässä pidettäviksi. Tarvittaessa kokeen voi tulostaa paperille, jos haluaa järjestää täysin valvotun, ilman digilaitteita toteutetun koetilanteen. Kokeen ja koko opintokokonaisuuden arvosana on mahdollista laskea Studeon arvosanalaskurilla.

Hyvä sähköinen oppimateriaali on – kuten todettu – rakennettu pedagogisista lähtökohdista. Siten se yhdistää vanhoja, hyviksi havaittuja käytänteitä uusiin, oppimista uusilla tavoilla tukeviin käytänteisiin. Monesti voi olla pedagogisesti mielekkäämpää hyödyntää esimerkiksi laskutehtävissä tai geometriassa paperia ja kynää. Opiskelija voi luonnostella paperille ratkaisuja, jotka sitten tuottaa

Studeon alustan matematiikkaeditorilla opettajan kommentoitavaksi vastaukseksi. Luonnollisesti vastauksista voi myös ottaa kuvan, joka jaetaan vastauksena Studeon tehtävässä. Studeon materiaaleissa on runsaasti vihkotehtäviä, joissa tehtävä tehdään paperille, ja paljon alustan ulkopuolella tehtäviä toiminnallisia tehtäviä. Opiskelijan ei missään nimessä ole tarkoitus istua jatkuvasti ruudun ääressä vaan tehtävissä ohjataan myös kasvokkaiseen vuorovaikutukseen. Mukana on lisäksi keskustelutehtäviä, joissa hyödynnetään Studeon keskustelutoimintoa.

---

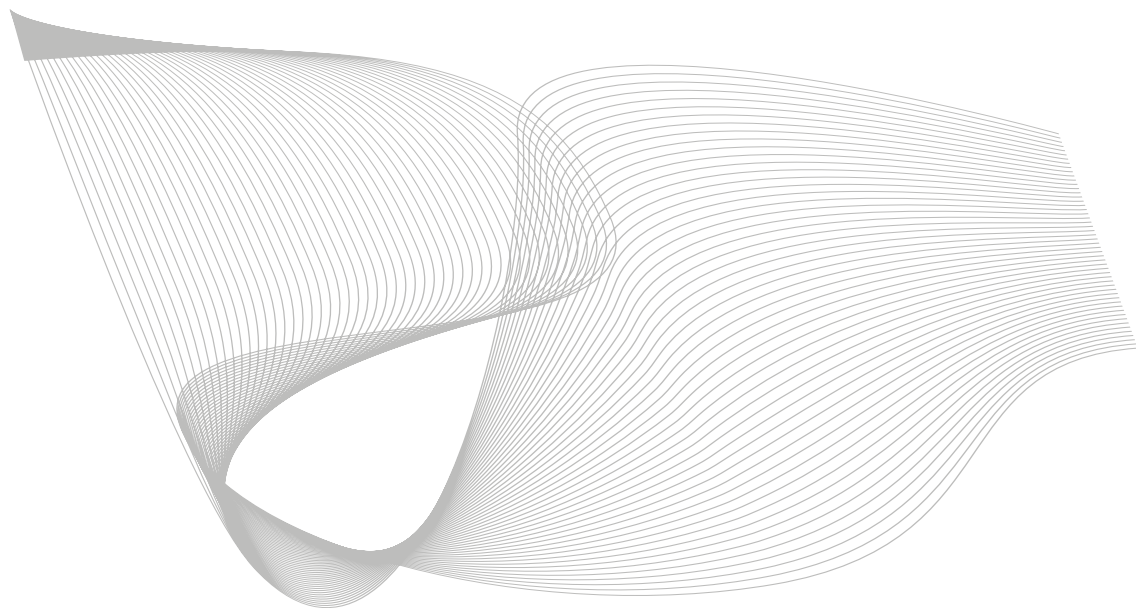
### **Digitaalisuus tukee tulevaisuuden oppimista ja opetustyötä**

Sähköisten oppimateriaalien yleistyminen on nostanut esiin paljon uudenlaisia tarpeita, ja toisaalta niiden aktiivinen käyttö on synnyttänyt uusia toimintatapoja opetuksessa ja opiskelussa. Näitä tarpeita ja käytännön kautta syntyviä ideoita huomioidaan päivittäin Studeon tuotekehityksessä ja sisällöntuotannossa. Kehittämisessä pyritään huomioimaan oppimis- ja opetuskulttuurin vakiintuneiden käytänteiden palvelemisen ohessa uudenlaisten teknisten ja pedagogisten innovaatioiden tuomat mahdollisuudet auttaa opettajia ja opiskelijoita saavuttamaan oppimiselle asetettuja tavoitteita. Näiden

tavoitteiden tulee yhä selkeämmin huomioida myös yhteiskunnan ja teknologian kehitys.

Teknologian kehittämisessä ja resurssien parantamisessa kasvavan käytön myötä löydämme jatkuvasti uusia ja aiempaa parempia tapoja tukea opiskelijan oppimista ja opettajan didaktista työtä. Tekoäly oppii pikkuhiljaa antamaan palautetta ja ohjaamaan opiskelijaa esimerkiksi matemaattisten yhtälöiden ratkaisemisessa. Se toimii parhaiten nimenomaan tutorin tavoin tarjoamalla palautetta ja tukea nimenomaan lähikehityksen vyöhykkeellä. Jos tekoäly ymmärretään vain lunttauskeinona, toistetaan jälleen oppimisen tiedonsiirtometafora luomismetaforan sijaan.

Arviointia tuleekin tekoälyn yleistyessä ajatella uudella tavalla. Jos arviointi perustuu pelkästään tiedon siirron mittaamiseen eikä opiskelijalle uuden tiedon rakentamiseen (ns. *tiedonluomismetфора*), näkee opiskelija lunttauksen tai vastuun siirtämisen tekoälylle järkevänä vaihtoehtona. Koulu onkin suurten haasteiden edessä, kun sen tavoitteena tulisi olla sivistyneiden tulevaisuuden osaajien kasvattaminen. Koulun ja oppimateriaalikustantajien sekä muiden teknologiaa kehittävien tahojen tulisi löytää yhteistyössä oppimista ja opettajan työtä palvelevat tietoturvalliset tavat tukea merkityksellisen teknologian käyttöä. ●









OSA IV  
**EHDOTUKSIA  
JA SUOSITUKSIA**



# EHDOTUKSIA JA SUOSITUKSIA

## KOULUUN LIITTYVÄT SUOSITUKSET

### YHTEENVETO KAIKILLE ASTEILLE

- Pienemmät ryhmäkoot
- Lisää aikuisia
- Lisää tukea matematiikan oppimiseen
- Aikaa enemmän opiskeluun koulussa ja kotitehtäviä kotiin
- Puhelimet pois oppitunneilta
- Joustavia ryhmiä (tasoerojen mukaan)
- Täydennyskoulutus varhaiskasvatuksesta lukioon matemaattisten aineiden opettajille (kertausharjoitussysteemillä). Opettamista ei opi kirjoista vaan tekemällä.
- Enemmän matematiikan tunteja.

### ALAKOULU:

- Matikka- ja tiedekerhot osaksi iltapäivätoimintaa
- Luokanopettajaopiskelijat vetämään matikka- ja tiedekerhoja, jotta saavat aineenhallintaa
- Konkretiavälineet alakouluihin (kuten Oulun 1.seminaarissa)
- 5-6 luokalle matematiikan aineenopettajia opettamaan matematiikkaa

### YLÄKOULU:

- Valtakunnalliset pakolliset matematiikan päättökokeet jokaiseen kouluun ysiluokalle
- Häiriköt pois luokista
- Lisää aikuisia selvittämään oppilaiden riitoja ja poissaoloja
- Vaatimustasoa korkeammaksi
- Matikkakahvilat yläkouluihin

### LUKIO:

- Valtakunnallinen pääsykoe lukioon
- Laskupajat
- Yritys- ja korkeakoulu yhteistyö konkreettisesti
- Matikka- ja tiedekerhot lukioon

**Innostava opettaja on merkittävä tekijä turvallisen ilmapiirin luomisessa.**



---

## Matematiikka- ja tiedekerhot alakouluikäisille

Matematiikan opetuksessa olisi tärkeää huomioida konkreettisuus. Kynällä ja paperilla hankittavan laskurutiinin rinnalla on hyvä suosia monipuolisesti opetusmenetelmiä, jotka lisäävät lapsen matemaattista ymmärrystä käsiteltävästä asiasta: tehtävien piirtämistä, puhumista, käytäntöön soveltamista, tarvittaessa välineillä tekemistä ja niin edelleen.

Alakouluikäisille lapsille tulisikin tarjota valtakunnallisesti matematiikka- ja tiedekerhoja, jolloin matemaattinen ajattelu kulkisi luontevammin osana arkea. Harrastamisen Suomi -malli on yksi luonteva väylä tähän. Sen tavoitteena on mahdollistaa jokaiselle lapselle ja nuorelle mieluisa maksuton harrastus koulupäivän yhteyteen.

Tällä hetkellä valmistellaan valtakunnallista matematiikkakerhomateriaalia alakouluikäisille. Materiaalista on tarkoitus tulla luokanopettajille paitsi valtakunnallinen, myös helppokäyttöinen ja vaivaton apu matematiikkakerhotoimintaan.

---

## Lisää aikuisia peruskouluun

Peruskouluun on välttämätöntä saada lisää aikuisia, pienemmät ryhmät ja lisää tukea niille oppilaille, jotka sitä tarvitsevat matematiikassa. Osaamattomuuden kierre etenee kumulatiivisessa aineessa nopeasti, ja se näkyy jo pitkäaikaisissa PISA-tuloksissa.

Suomesta puuttuu yhtenäinen seuranta-järjestelmä, jossa lasten taitojen karttumista matematiikassa kerättäisiin varhaiskasvatuksesta lähtien. Tarjolla on tutkijoiden ja tutkimustulosten pohjalta kehitettyjä valmiita alustoja oppilaiden matematiikan taitoalueiden keräämiseen, mutta näiltä osin puuttuu valtiovalan apu: päätös ja resurssit.

---

## Oppiminen lähtee työrauhasta. Puhelimet syytä jättää pois peruskoulun oppitunneilta

Oppiminen lähtee työrauhasta ja opiskelu työn-teosta. Innostava opettaja on merkittävä tekijä turvallisen ilmapiiriin luomisessa. Mediassa puhutaan tällä hetkellä koulussa vallitsevasta kännykkä-kulttuurista, joka haastaa opiskelun, opettajan arjen ja oppilaan oman olon oppitunneilla. Nyt viimeis-

tään puhelimet olisi syytä jättää kokonaan pois peruskoulun oppitunneilta, koska työympäristö on jo muutenkin rauhaton. Oppilaalla tulisi olla edes yksi paikka, jossa hän saisi keskittyä, ja vain yhteen asiaan – opiskeluun.

---

## Mihin matematiikkaa käytetään?

Laskurutiinin hankkimisen ohella oppilaita innostaa, kun he näkevät, mihin oppitunneilla opittuja matematiikan taitoja käytetään käytännön työssä tai jatko-opinnoissa. Oppimista vahvistaa, jos oppilaat pääsevät itse käyttämään opittuja taitoja tai jopa opettamaan niitä toisille.

Yritys- ja oppilaitosyhteistyöllä voi olla merkittävä anti heterogeenisten ryhmien oppilaiden motivaation lisääntymiselle. Vierailu matemaattisen mallinnuksen tai taloushallinnon yrityksessä voi olla nuorelle silmiä avaava kokemus. Lasku- ja tiedepajan järjestäminen kevään viimeisellä viikolla alakouluoppilaille voi vahvistaa yläkoululaisen minäpystyvyyttä matemaattisten aineiden oppimisen ja opettamisen äärellä. Matikkakahvilatoiminta yläkoulussa auttaisi niitä nuoria, joilla ei ole kotona matematiikkaa osaavaa aikuista.

---

## Koulun yhteistoiminnalliset tilaisuudet syövät oppitunteja

Oppitunnit ovat lyhyitä, ja yhä enemmän on koulun yhteistoiminnallisia tilaisuuksia, jotka syövät oppitunteja. Yhteisöllisyyttä tukevat tilaisuudet ovat nekin tärkeitä, ja niillä on koulussa oma tehtävänsä, mutta ne asettavat haasteet sille, että yläkoulussa ei ehditä opiskella opetussuunnitelman sisältämiä asioita. Tämä kostautuu oppilaille jatko-opinnoissa myöhemmin. Koulun johto ja henkilökunta on haastavan tehtävän edessä päättäessään, mihin kaikkien koulun yhteiseen toimintaan käytetään aikaa oppitunneista.

---

## Yhteinen pakollinen valtakunnallinen päättökoe

Yhteinen pakollinen valtakunnallinen päättökoe matemaattisissa aineissa kannustaisi nuoria tekemään töitä yläkoulun arjessa. Tämä voisi vahvistaa myös objektiivisempaa päättöarviointia, jolloin



jatkokoulutukseen haettaisiin tasavertaisemmasta asemasta. Yhteiskunnallisesti saataisiin myös tarkempaa tietoa siitä, mikä on peruskoulun päättävien todellinen osaamisen taso.

---

## Koulukohtainen laskupaja- ja matikkamaratontoiminta

Heikkojen ja tukea tarvitsevien opiskelijoiden matematiikan opiskelua voi tukea koulukohtaisella laskupaja- ja matikkamaratontoiminnalla. Laskupaja on yhteisöllinen vapaaehtoisuuteen pohjautuva oppimistapahtuma. Opiskelijat voivat tulla koulupäivän jälkeen yksin tai kaverien kanssa koulun tilaan laskemaan kotitehtäviä, kyselemään ongelmakohdista tai harjoittelemaan kokeeseen. Opettaja on heitä siellä neuvomassa. Nuoret neuvovat myös toisiaan. Parhaimmillaan tämä oppimista tukeva muoto lähteekin ruokkimaan itse itseään. Opiskelijat oppivat syvemmin asioita, kun selittävät ja opettavat niitä toisille.

---

## Peruskouluun lisää rahoitusta

Peruskoulu tarvitsee lisää rahoitusta kriisistä selviämiseen tai muuten oppimisen kriisi syvenee vain entisestään. Luontevaa on lisätä rahoitusta suoraan kouluille, sillä kuntien hierarkkisessa käsittelyssä rahat eivät aina päädy välttämättä luokkahuoneisiin asti. Toinen pelastava mahdollisuus on LUMA-keskus Suomi, jolla on valmiit rakenteet ja tutkimuspuolen osaaminen matemaattisiin aineisiin sekä vahva yhteys kentälle. Tarvitaan pysyvä rahoitus LUMA-keskus Suomelle laajentamaan toiminta koulutasolle asti valtakunnallisesti. Pyörää ei tarvitse rahoituksesakaan keksiä kokonaan uudelleen vaan hyödyntää jo olemassa olevia hyviä rakenteita.

---

## Yläkouluun liittyviä vaatimuksia

Kouluihin tulisi saada lisää aikuisia, jotka selvittelevät poissaoloja, riitoja ym., niin että opettajan aika jää opettamiseen.

Matematiikasta on tehtävä mukavaa: oppilaille tulisi saada onnistumisen kokemuksia eli jokaiselle oman tason tehtäviä. Tähän ei riitä yhden opettajan aika, jos ryhmä on täynnä eri tason oppijoita.

Peruskoulun opettajat joutuvat mukauttamaan opetustaan ”heikoimman lenkin” mukaan. Olo on varmasti hyvin riittämätön polarisoituneissa ja suurissa opetusryhmissä.

Peruskoulun läpipääsyn kriteerit ovat olemattomat ja samoin sen vaatimustaso arvosanoihin. Peruskoulun vaatimustasoa olisi syytä paljon nostaa.

Ysiluokkaan mennessä hyvät tyypit ovat oppineet, että vähällä selviää. Ei ole työnteon kulttuuria ja opiskelutaitoja. Kympin tai ysin saa aivan liian helpolla.

---

## Huokauksia luokasta (lukio)

(Otsikko lainattu **Minna Rytisalon** ja **Tommi Kinusen** kirjoittamasta kirjasta Huokauksia luokasta.)

Suurissa ryhmissä ei ehdi auttamaan heikompia tai eriyttämään parempia. Opetus menee luennoiniksi. Olisi ideaalia, jos rahaa olisi niin paljon, että suuret ryhmät voisi jakaa kahtia.

Ei opettaminen rakettitiedettä ole. Läksyjä tulisi antaa ja harjoitteluun tulisi käyttää aikaa.

”Lukion opetussuunnitelmaan” on ympätty liikaa asiaa lukion tuntimäärään.

Mielestäni opiskelun taidot, pitkäjänteisyys ja rutiinin kerääminen sekä luovuutta / soveltamista vaativien tehtävien tekeminen lukion oppitunneilla on heikkoa.

Läksyjä tehdään vähemmän kuin ennen. Oma-aloitteisuus ja opettajalta avun kysyminen on vähentynyt. Nykyisin on hankalampi keskustella opiskelijoiden kanssa, koska he eivät ”uskalla” puhua. On hankala saada vastauksia, jos ope kysyy jotain. En tiedä liekö syy isoissa ryhmissä ja vaihtuvuudessa vai somen luomassa kulttuurissa, jossa live-kohtaamiseen on kynnys korkealla.

Ongelma tosiaan on, että lukioon tulevilla ei tällä hetkellä ole edellytyksiä selviytyä lukio-opinnoista. Vaikuttaa, että tämän ajatellaan olevan ratkaistavissa lisäämällä epämääräistä ”tukea” tai opettamalla erikseen ”opiskelutaitoja”, mutta en ole lainkaan vakuuttunut, että kumpikaan oikeasti tuottaisi tulosta.

Paine hakea toisen asteen koulutukseen on joka tapauksessa olemassa, ja lukioiden opiskelijavalintaa pitäisi siksi kehittää. Lukiokelpoisuus tulisi osoittaa jotenkin muuten kuin peruskoulun todistuksella, koska se ei selvästikään sitä osoita. Valtakunnallinen



pääsykoe minimivaatimustasolla saattaisi toimia. Samalla kaupungeissa toivoisin luovuttavan huvittavasta lukioden välisestä kilpailusta ja siirryttävän opiskelijaksiottoalueisiin.

Jonkinlainen kolmas vaihtoehto ammattikoulun ja lukion välillä voisi olla mahdollinen. Opintopolkujen eriytyminen voisi toki alkaa myös ennen 9. luokkaa. Oman haasteensa koulutuksen järjestämiselle Suomessa tuo haja-asutus, mutta koulutusjärjestelmän ei tarvitse olla koko Suomessa täysin identtinen, ja katson tätä nyt kaupunkilaisen näkökulmasta.

**Opettajaopiskelijat joutuvat usein työskentelemään muissa kuin oman alan kesätöissä.**

## MATEMAATTISEN KULTTUURIN KEHITTÄMINEN

### Matematiikkataitojen edistäminen tulee aloittaa jo neuvolassa

Matematiikkataitojen edistämistyö pitäisi aloittaa jo neuvolakäyntien yhteydessä. Neuvolassa tulisi systemaattisesti tuoda esille tapoja ja menetelmiä, joilla vanhemmat ja lapsen lähiaikuiset voivat luontevasti tukea lapsen matemaattisten kykyjen kehittymistä arjessa.

Menetelmät ovat helppoja ja soveltuvat lasten arkeen leikki- ja toimintaympäristöön: tunnustetaan pikkuautojen lukumääriä, vertaillaan, kummalla on enemmän omenanpaloja ja niin edelleen. Myös päiväkodin ja esikoulujen henkilökuntaa olisi välttämätöntä kouluttaa Pikkumatikkaan. Se takaisi heille ammattitaidon vahvistaa lasten matematiikkataitoja läpi varhaiskasvatuksen. Samaan aikaan tulisi aloittaa matematiikkaa opettavien aikuisten täydennyskoulutus varhaiskasvatuksesta toiselle asteelle asti.

### Matematiikan taitojen vahvistaminen osaksi lasten arkea

Matematiikan taitojen vahvistamista voidaan tuoda osaksi lasten arkipäivää jo varhain, samoin kuin musiikin ja urheilun harrastamistakin. Useat pienet alakoululaiset ovat yksin kotona kesäkuun alussa, kun vanhemmat ovat töissä ennen kesälomiensa alkua. Koulujen tilat ovat tyhjillään.

Opettajaopiskelijat joutuvat usein työskentelemään muissa kuin oman alan kesätöissä. Tässä olisi yksi tehokas tapa järjestää yhteistoiminnallista, matemaattisia taitoja vahvistavaa päivä- ja leiritoimintaa. Tätä tulisi organisoida valtakunnallisesti, jotta se olisi tasavertaista ja mahdollista myös pienillä paikkakunnilla.

### Työaikaan sisältyvä yhtenäinen täydennyskoulutusjärjestelmä opettajille

Suomesta puuttuu työaikaan sisältyvä opettajien yhtenäinen täydennyskoulutusjärjestelmä. Opettajan työn kuormittavuus on lisääntynyt viime vuosina niin paljon, että harva opettaja jaksaa vapaa-ajalla osallistua täydennyskoulutuksiin, vaikka ne olisivat laadukkaita.

Hallitukselta tarvitaan pikaisesti taloudellista panostusta jo olemassa olevaan valmiiseen verkostoon, niin että saataisiin aikaan valtakunnallinen matemaattisten aineiden täydennyskoulutusjärjestelmä, johon opettajat osallistuisivat armeijan kertausharjoitusten tyyppisesti. Kunnille pitäisi antaa joko mahdollisuus sijaiseen täydennyskoulutuspäivänä tai kouluille lupa päästää oppilaat niinä päivinä kotiin aiemmin, kun opettajilla on ”kertausharjoitukset”. Tällä toiminnalla vahvistuisi opettajien ammatillinen osaaminen.

---

## **Yksittäiset matematiikasta kiinnostuneet oppilaat, joiden vanhemmat ottavat yhteyttä opettajiin. Miten heidän palvelunsa järjestetään?**

Kun vanhempi, opettaja tai muu lähellä oleva henkilö huomaa, että koululainen on matemaattisesti lahjakas tai muuten kiinnostunut matematiikasta, suositellaan seuraavia toimintatapoja:

Tulee muistaa, että oppilaan into on tärkeämpää kuin lahjakkuus.

Matematiikka tarjoaa paljon haasteita ja on tärkeää oppia kohtaamaan myös vaikeita tehtäviä. Onkin hyvä kiinnittää huomiota, että tehtävät tarjoavat riittävästi, mutta ei liikaa, haasteita ja että ne ovat monipuolisia.

HARPPI-hankkeen sivuilta löytyy ohjeita lisähaasteiden tarjoamiseen (ml linkkejä lisämateriaaliin) sekä harrastustoimintaan (<https://www.mayk.fi/matematiikkalukio/kehitys/matematiikkaharrastajan-polku/>). Sivut ovat varsin kattavat ja selkeät, joten niihin perehtymisestä kannattaa aloittaa.

Oppilasta voi kannustaa vapaa-ajan harrastustoiminnan pariin oppimaan lisää ja löytämään samasta aiheesta kiinnostuneita nuoria. Paikallisissa kouluissa tai korkeakouluissa voi olla tarjolla kerhotoimintaa tai kesäleirejä eri-ikäisille koululaisille matemaattisista teemoista. Esimerkiksi Helsingin yliopiston Summamutikka-tiedeluokka tarjoaa ilmaisia kerhoja peruskouluikäisille (<https://www.helsinki.fi/fi/tiedekasvatus/opettajille-ja-opetuksen-tueksi/matematiikan-ja-tilastotieteen-tiedeluokkasummamutikka>). Keväällä 2024 myös opettajille on tarjolla kerho, jossa kehitetään ongelmanratkaisutaitoja!

Yläkoulu- ja lukioikäisille on tarjolla (kansainvälisiin) kilpailuihin valmistavaa valmennustoimintaa Suomen matemaattisen yhdistyksen Valmennusjaoston organisoimana (<https://matematiikkakilpailut.fi>). Tarjolla on kirjevalmennusta, opetusta muutamana viikonloppuna vuodessa sekä runsaasti ilmaista materiaalia. Mukaan voi liittyä, vaikka ei haluaisikaan osallistua kilpailuihin.

Päivölän opisto tarjoaa samaan ikäryhmään kuuluville matematiikka- ja tietotekniikkaleirejä sekä matematiikan kesälukukauden (ks. [\[www.paivola.fi/opintolinjat/matematiikkalinja/lyhytkurssit/matematiikka-ja-tietotekniikkaleirit\]\(http://www.paivola.fi/opintolinjat/matematiikkalinja/lyhytkurssit/matematiikka-ja-tietotekniikkaleirit\) ja <https://www.paivola.fi/opintolinjat/matematiikkalinja/lyhytkurssit/kesalukukausi>\). Kummatkin tarjoavat koulua enemmän haastetta ja mahdollisuuden löytää matematiikasta kiinnostuneita kavereita. Majoittuminen tapahtuu opistolla, joten osallistuminen on mahdollista ympäri Suomea.](https://</a></p></div><div data-bbox=)

On myös hyvä pitää mielessä, että innostuneet aikuiset (tai mikseivät koululaisetkin) voivat hyvin järjestää itsekin omia matematiikkakerhojaan, joissa voi pohtia kiinnostavia tehtäviä ja tavata muita aiheesta kiinnostuneita.

Joillain alueilla saattaa löytyä rahallista tukea matematiikan harrastamiseen. Esimerkiksi keväällä 2024 **Ulla Tuomisen** säätiö ja Huittisten Säästöpankki-säätiö käynnistivät Tahto-poolin (<https://ulla-tuominen.fi/tahto-apurahahaku-matemaattisluonnontieteellisia-aineita-harrastaville-lapsille-ja-nuorille-hakuaika-loppuu-29-3-2024/>), josta Satakunnan nuoret voivat hakea tukea muun muassa luonnontieteellisten aineiden harrastamiseen. Taloustilanteen salliessa Suomen matemaattisen yhdistyksen valmennusjaosto on pyrkinyt myöntämään tukea valmennustoimintaan osallistumiseen hakemusta vastaan.

Käytännön toimenpiteenä voisi olla, että MAOL laatii matematiikan opettajille ohjeet/suosituksot sille, miten menetellä yksittäisen matematiikasta kiinnostuneen oppilaan ohjaamiseksi matematiikan pariin.

---

## **Miten saada viisivuotiaat innostumaan laskemisesta (vrt. piano- ja viulutunnit, eri urheilumuodot). Minkälaista toimintaa tulisi kehittää?**

MAOLin työryhmä voisi tarkemmin pohtia ja suunnitella tarvittavaa toimintaa.

---

## **Valtakunnalliset matematiikkakilpailut**

MAOL voisi suunnitella ja järjestää yläkoulun ylimmille luokille suunnatun matematiikkakilpailun. MAOL suunnittelee konseptin ja tätä sitten jaetaan eri kunnissa järjestettäväksi. Voittajille järjestetään ekskursion esim. Päivölän opistolle.

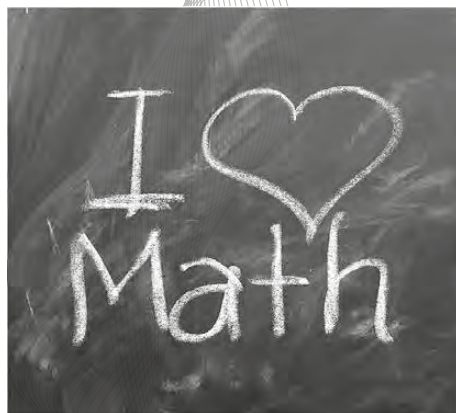
Kunnassa (isoissa kunnissa useita) voisi tunnistaa aktiivisen matematiikan opettajan, joka ottaisi tehtäväkseen kilpailun järjestämisen. Tähän kuuluisi myös rahoituksen hankkiminen paikallisilta yrityksiltä. Rahoituksen tulisi sisältää myös opettajalle maksettavan palkkion. Tarkoitus ei ole järjestää kilpailuja talkootyönä.

MAOL ohjeistaa rahoituksen hankkimisessa.

MAL ja MAOL voisivat perustaa työryhmän pohtimaan ja ideoimaan teollisuudelta ja liike-elämältä hankittavaa rahoitusta, ja yleensäkin sitä, miten voitaisiin luoda uusi yhteistyön kulttuuri yrityselämän tahojen kanssa.

Teollisuus on pitkään puhunut matemaattisen osaamisen kehittämisestä, ja se voisi omalta osaltaan vastata tähän huutoon. Kunnan tasolla tarvittava rahoitus ei nouse kovin suureksi.

Toimintaa voisi pilotoida esim. Oulussa ja Tampereella.



## OPPIKIRJAT JA MUUT APUVÄLINEET

### LUKIO

- Lukiossa sähköisten laskinohjelmien käyttö syö ajan matematiikan opetuksesta. Lisäksi niillä ei ole jatkokäyttöä, kun niitä ei käytetä missään jatko-opinnoissa.
- Ylioppilaskirjoituksiin kerratessa nuoret ovat läppäreillä pitkiä päiviä, koska kirjat ovat digitaalisia.
- Lukio-oppimateriaaleissa on liian vähän matemaattisesti laadukkaita tehtäviä edistyneille opiskelijoille. Ylioppilastehtäviä nuoret löytävät itse netistä ratkaisuihin ja useilla kertauskursseilla on niitä. Tarvittaisiin ajattelutoimintoja kehittäviä tehtäviä, joissa aiheita ja ongelmia harjoitellaan lähestymään eri näkökulmista.
- Lukiomateriaaleihin kaivataan lisää tuottamistehtäviä. Niitä kysytään myös ylioppilaskirjoituksissa.

### PERUSKOULU

- Tällä hetkellä tasoerot ovat valtavat kaikilla asteilla. Jos tasoryhmät eivät tule sallituiksi, on pakko tuottaa valtavan eriyttäviä oppimateriaaleja, jotta jokaisella oppilaalla olisi tunneilla jotakin tekemistä. Tämän hetken oppimateriaalit eivät riitä siihen.
- Sähköiset oppimateriaalit ovat halpoja, mutta kestääkö lasten ja nuorten päät jatkuvaa digimateriaalin äärellä olemista.
- Lasten motoriikka ei kehity, koska alakoulussa opiskellaan vähemmän kynällä ja paperilla sekä kaunokirjoitus on jäänyt pois. Nuorten käsiala on romahtanut muutamassa vuodessa. Somen tulo vauhdittaa myös sitä. Ei osata laittaa isoja kirjaimia, pisteitä ja pilkkuja yms.
- Paperikirjoja pitäisi olla saatavilla heille, jotka haluavat niitä, edes kirjastolla lainattavissa. •









**YHTEENVETO**



# SEMINAARISARJA NÄYTTÄÄ TIETÄ MATEMATIIKAN OSAAMISEN NOUSUUN

Matematiikan ja luonnontieteiden kouluissa saavutettavan oppimistason heikentyminen oli jo selvästi nähtävissä, kun valtakunnallinen kouluopetuksen seminaarisarja aloitettiin lokakuussa 2022. Yliopistoissa ja yrityksissä kasvanut huoli tutkimuksen ja talouden toimintakyvyn säilymisestä kestävä kehityksen ja vahvistuvan digitalisaation olosuhteissa oli seminaarisarjan ajava voima. Marraskuussa 2023 julkaistu PISA-tuloksien romahtaminen nosti kouluopetuksen ongelmat yleiseen keskusteluun. Seminaarissa esille tulleiden näkemysten perusteella romahdus oli hyvin odotettu.

Seminaarisarjassa käytiin läpi kaikki koulu- vaiheet, joissa keskeiset tarkastelukohteet olivat kerroksittaisen oppimisen toteutuminen, opettajan työkuorma ja opetusympäristön toimivuus sekä oppilaiden oppimisvalmiuksien tukeminen ja opettajien täydennyskoulutuksen tarve, kouluopetuksen strategia, teollisuusyhteistyö ja tulosten jalkauttamisen mahdollisuudet. Alustava jaottelu tästä oli jo MAL-lehdessä 3/2023. Tässä artikkelia on laajennettu toteutuksen vaatimusten tarkastelulla. Lopuksi hahmotellaan tarvittavia toimenpiteitä.

## Seminaarisarjan tulokset tarjoavat pohjan koulutuksen kehittämislle

Kouluasteittain edennyt seminaarisarja osoitti juurihoidon merkityksen kerroksittain rakentuvan oppimisen varmistamisessa. Tuloksiin pääsy vaatii opetustapahtumien ohjaamista keskittyntä oppi-

mista tukevista opetusympäristöissä. Kirjan toimittajat **Esko Juuso** (MAL), **Piia Haapsaari** (MAOL) ja **Martti Annanmäki** (MAL) ovat olleet keskeisiä vetäjiä koko seminaarisarjan ajan.

## Kerroksittain rakentuva oppiminen

Käytännössä vaaditaan kerroksittain rakentuva osaamisen kehittyminen, jonka luominen aloitetaan jo varhaiskasvatuksessa. Motivaation vahvistaminen on keskeistä vaiheittaisesti kouluasteisiin sovitussa oppimisessa kohti itsenäistä työskentelyä. Vaiheittaisen etenemisen pitäisi kaikessa opetuksessa mukautua kuhunkin ikävaiheeseen. Tämä korostuu matemaattisissa aineissa, joissa oppiminen vaatii oppilailta välttämättä harjoitusta rauhallisessa ympäristössä. Kukin vaihe vaatii aina edellisten vaiheiden hallintaa ja jatkuvuuden varmistamiseksi tarvitaan joustavuutta opetuksen toteutuksessa – ei vaatimusten helpottamista. Oppimisvaikeuksissa olevien oppilaiden tukeminen on välttämätöntä, mutta sen ei saa antaa hallita opetusta. Hyvin edistyville oppilaille olisi päinvastoin tarjottava lisämateriaalia motivaation säilyttämiseksi. Kaikkien tulisi saada onnistumisen kokemuksia.

Oppilaiden erilaisten valmiuksien ja taitotasojen vuoksi tarvitaan kannusteita myös kokeiden muodossa. Kerroksittaisen kehittymisen toteamiseen tarvitaan joka tapauksessa seuranta- ja mittauksia. Koetehtävien laatimisen sovittaminen tarkastukseen käytettävissä olevaan aikaan on vaativa tehtävä kaikissa kouluvaiheissa. Arvostelun yhteismitallisuuden varmistamiseksi on jo ylioppilaskokeet. Keskustelussa on ideoitu myös valtakunnallisten kokeita lisäämistä. Esillä on ollut pakollinen peruskoulun valtakunnallinen päättökoe. Myös valtakunnallisia

**Tasapaino kynä ja paperi -opetuksen ja erilaisten digitaalisten työkalujen välillä on vaativa tehtävä.**

lukion pääsykokeita on esitetty. Kokeiden tarkistamiseen tarvittavan työn helpottamiseksi kehitetään digiratkaisuja, mutta niiden käyttöä pitää opettaa ja opettaminen vie aikaa varsinaisten opetus-tavoitteiden toteuttamiselta. Jokaisessa koulu-opetuksen vaiheessa on vaarana hukata oppilaita osaaajapolulta, mutta on myös mahdollisuuksia saada mukaan aikaisemmin sivuun ajautuneita oppilaita.

### **Opettajille mahdollisuus opetuksen ohjaamiseen**

Koulutetuille opettajille tulee antaa mahdollisuus oppimisen varmistamiseen – keskeisten asioiden osalta kynä ja paperia pitää olla mukana matematiikan harjoittelussa. Lukutaitoa tarvitaan ongelman ymmärtämiseen ja ratkaistavien laskutehtävien muodostamiseen. Matematiikan käyttäminen luonnon-tieteiden yhteisenä kielenä edellyttää tätä. Digitaalinen opetusmateriaali täydentää perusasioita ja havainnollistaa erilaisten menetelmien toimivuutta. Opettajan tulee ohjata käyttöä kriittisyyteen ja järkevyyden arvioinnin suuntaan. Pitäisi oppia arvioimaan onko ratkaisu suunnilleen oikea, sillä digitaalisesti saadaan täsmällinen tulos, mutta se voi olla myös pahasti pielessä. Digitaalinen itsepalvelu ja tukihenkilöstö ei voi korvata ohjattua opetusta, jossa myös erilaiset oppimistyyliä otetaan huomioon.

Kouluopetuksen vaiheiden mukaisesti opettajat ovat luokan- tai aineenopettajia. Tasapaino kynä ja paperi -opetuksen ja erilaisten digitaalisten työkalujen välillä on vaativa tehtävä. Matematiikan opintojen aineenhallinta on yhä keskeisempää ja tuo vaatimuksia täydennyskoulutukseen. Kokeiden digitoteutukset tuovat omat haasteensa. Opetuksen selkeä ohjaaminen tuo lisävaatimuksia, mutta toisaalta ei tarvitse koko ajan reagoida monimuotoisiin

häiriötekijöihin hajanaisesti etenevässä luokka-opetuksessa. Vähentääkö vai lisääkö tämä nykyistä opettajatyön kuormittumista? Käytettävissä olevat henkilöresurssit ovat tässä keskeisiä. Muita aikuisia tarvitaan tukemaan opetustyötä hallitun työnjaon puitteissa. Tavoitteena on lisätä pitkäjänteisyyttä oppilaiden työskentelyssä.

### **Opetusympäristön on tuettava oppimista**

Oppimistasojen erkaantuminen heterogeenisessä oppilaiden joukossa vaikeuttaa eteenpäin menemistä kumulatiivisessa opetuksessa. Inklusion käyttämisellä kustannusten säästökeino on hyvin haitallinen vaikutus oppimisympäristöön. Käytös-häiriöiset oppilaat tuhoavat muidenkin opiskelu-mahdollisuudet. Näiden häiriöiden aiheuttajien poistamiseen luokasta tulee löytää ratkaisut. Kes-kittyminen ja rauhallinen työskentely tulee mahdol-listaa. Kouluopetuksen tehtävänä on tuoda oppilaiden käyttöön aikaisemmin hyödylliseksi todettua tietoa ja tukea eri asioiden järkevyytarkasteluja. Mobiililaitteet ja tietokoneet tuovat mahdollisuuksia opetuksen tehostamiseen ja oppimisen täydentämi-seen, mutta niitä pitää käyttää hallitusti opetuksen osana. Erilaiset oppimisalustat täydentävät opetusta. Uusien asioiden itsenäinen löytäminen virkistää oppimista, mutta sillä on rajansa: opetusaika on liian lyhyt kaiken tarvittavan tiedon itsenäiseen löytämiseen.

Työympäristö tulee rauhoittaa opiskeluun ja opettamiseen. Tarvitaan pienempiä luokkia ja taito-tason mukaista ryhmäjakoja, joka voi ajan muka-na muuttua. Ensiapuna häiriköt pois luokasta ja matkapuhelimien käytön rajaaminen opetuksen vaatimiin asioihin.



---

## Oppimisvalmiuksien tukeminen

Pitkä monivaiheinen koulutus vaatii monenlaista matemaattisten taitojen tukemista. Lasten matemaattisten taitojen kehittyminen alkaa jo heti syntymän jälkeen, joten tämä pitää aloittaa jo kotona, neuvolassa ja varhaiskasvatuksessa. Erot ovat suuria jo koulua aloittavilla ja erot näyttävät valitettavasti kasvavan: eteneminen on osalle liian nopeaa ja osalle liian hidasta. Hidastamiseen ja opetusaineksen karsimiseen ei ole varaa, kun halutaan lisää osaajia ja huolehtia myös hyvin edistyvistä. Ratkaisuna on oppimisvalmiuksien tukeminen, mutta sille ei voida irrottaa kovin paljon aikaa luokkaopetuksessa. Alakoululaisille voi järjestää matikka- ja tiedekerhoja osaksi iltapäivätoimintaa. Kerhotoimintaa jatketaan yläasteella ja lukiossa tuoden mukaan kilpailuja, joista voi edetä kansainvälisiin tiedeolympialaisiin. Näin matemaattinen ajattelu tuodaan asioiden käsittelemisen kautta osaksi käytännön arkea. Monet yllätykset jokapäiväisessä elämässä saavat selityksen. Käyttökelpoisuuden ymmärtämisen kautta mielenkiinto kasvaa. Myös erilaisia oppimisalustoja voidaan käyttää uusien asioiden hakemiseen. Tämä toiminta tuo mukaan tulosten järkevyyden arvioinnin, jota tarvitaan myöhemminkin kaikessa matematiikan soveltamisessa.

Päivä- ja leiritoiminnassa voidaan tuottaa monia synergiavaikutuksia. Opettajaopiskelijat pääsevät alansa kesätöihin. Tiede- ja matematiikkapajoja voidaan suunnitella aineenopettajaopiskelijoiden kanssa. Lukiolaiset voivat toimia ohjaajina ja soveltaa käytäntöön teoreettisia lukio-opintoja. Yritys- ja korkeakouluysteistyö tuo tähän lisätietoa opittavien taitojen tarpeesta työelämässä ja jatko-opinnoissa. Monipuolinen yhteistyö levittää ehkä parhaiten tietoa matematiikan käyttökelpoisuudesta. Erilaisia toimintamuotoja on valtavasti kaikille kouluopetuksen vaiheille käytettäväksi valtakunnallisesti. Harrastamisen Suomi -malli voisi olla yksi luonteva malli tähän. Talkootyönä tehdään hyvin merkittäviä asioita muutosten liikkeelle saamiseksi. Tähän löytyy lisämateriaalia Piia Haapsaaren artikkelista ”Näkökuomia kentältä – miten paikataan valuvikoja?”.

---

## Tiedonhankinta ja aikuiskoulutus

Koulu ei voi milloinkaan opettaa kaikkea tarvittavaa, joten oppimisvalmiuksia tarvitaan jatkossa korkeakouluissa, ammatillisessa koulutuksessa ja työelämässä. Nykyisenkaltaisissa muutostilanteissa tulisi aktivoida aikuiskoulutusta. Työn tekemiseen ei riitä tutkinnon yhteydessä saatu koulutus ja muutostilanteissa voi joutua hakeutumaan uudelle alalle. Korkeamman tutkinnon hankkiminen voi myös nousta esille. Uuden tutkinnon opiskelu on oma lukunsa, mutta täydennyskoulutuksella pitäisi auttaa osaamisen ylläpidossa ja laajentamisessa.

Opettajatkin tarvitsevat ammatillisen osaamisen vahvistamista. Uusia digitaalisia työkaluja tulee vauhdilla, koulukirjat uusiutuvat ja erilaista oheismateriaalia on yhä enemmän tarjolla erilaisista lähteistä. Koulutusta kyllä löytyy, mm. joustavaan matematiikkaan -täydennyskoulutusta on tarjolla varhaiskasvatuksesta lukioon. Aktiivinen LUMA-keskus Suomi tarjoaa yksittäisiä maksuttomia täydennyskoulutuksia opetushenkilökunnalle heidän vapaa-ajallaan. Opettajien työn liiallinen kuormittuminen estää kuitenkin näiden mahdollisuuksien riittävän laajan käytön.

---

## Kouluopetuksen strategia

Osaamisen pohja rakennetaan jo varhaisessa vaiheessa kuten todettiin sarjan aloittaneessa seminaarissa Oulussa. LUMA-keskus Suomi on tuottanut strategioiden jalkauttamisessa tarvittavan yhteistyön pohjaksi ratkaisuja ydinasioiden oppimisen varmistamiseen, kiinnostuksen herättämiseen ja nuorten pystyvyyden tukemiseen. Kehittämislle on jo laaja yli hallituskausien ulottuva ymmärrys. Marinin hallituksen opetusministeri **Li Andersson** kiinnitti huomiota rahoitustarpeeseen ja heikosti menestyvien oppilaiden auttamiseen puheessaan yläkoulua käsittelevässä seminaarissa Tampereella. Työelämän koulutustarpeet ja PISA-menestys olivat keskeisiä Rauman seminaarissa. LUMA-keskus tuli vahvasti mukaan Suomi Areenan keskustelussa, jossa nousi esille yhteiskunnallinen vaikuttaminen. Pääministeri Orpon hallitus sitoutui kansallisen LUMA-



strategian toimeenpanoon hallitusohjelmassaan. Tiede- ja kulttuuriministeri **Sari Multala** esitti videotervehdyksen päätösseminaarissa ja TEKin hallituksen puheenjohtajan, Orpon hallituksen tuleva tiede- ja kulttuuriministeri **Mari-Leena Talvitie** esitteli puheessaan kouluopetuksen seminaarisarjan päätöstapahtumassa toimeenpanon vaikutuksia.

Kansallinen LUMA-neuvottelukunta on tärkeässä asemassa strategian toteutumisen arvioinnissa. Neuvottelukunnan varapuheenjohtaja **Leena Pöntynen** (Teknologiateollisuus ry.) toivoo artikkelissaan, että LUMA-osaaminen otettaisiin pitkäjänteiseksi, ylihallituskautiseksi tavoitteeksi parlamentaarisesti. LUMA-keskus Suomi muodostaa laajan verkoston toteuttamaan mottoa **Tiede kuuluu kaikille!** Seminaarisarjassa LUMA-keskus Suomi tuli vahvasti mukaan Suomi Areenan keskustelussa, jossa keskustuksen johtaja, professori **Maija Aksela** vakuutti, että LUMA-keskus Suomi ottaa vastuun valtakunnallisen tehtävän hoitamisesta. Johtokunnan puheenjohtaja **Jan Lundell** esitteli verkoston toimintaa päätösseminaarissa.

---

### Seminaarisarjan tukijat ja yhteistyökumppanit

MAL on seminaarisarjan suurin rahoittaja. Myös MAOL on tukenut rahoitusta. Aktuaariyhdistys oli sarjan ensimmäinen tukija ja Suomalainen Tiedekatemian Matematiikan rahasto tuli mukaan myös varhaisessa vaiheessa. LUMA-keskus Suomen tuki oli tärkeä Suomi Areenan keskustelun toteutukselle. Yrityksistä seminaarisarjaa ovat tukeneet Orion Oyj, Stora Enso Oyj ja Vertex Systems Oy. Muista tukijoista Energiateollisuus ry, Kemianteollisuus ry ja Metsäteollisuus ry ovat osallistuneet myös paneelikeskusteluihin: johtaja Leena Pöntynen ja johtava asiantuntija **Touko Apajalahti** (Energiateollisuus ry), johtava asiantuntija **Anni Siltanen** ja asiantuntija **Hanna Hyryläinen** (Kemianteollisuus ry) sekä johtaja **Maarit Lindström** (Metsäteollisuus ry). TEKin hallituksen puheenjohtaja Mari-Leena Talvitie puhui päätöstapahtumassa ja asiantuntija **Jussi-Pekka Teini** alusti Rauman seminaarissa tulevaisuuden työelämän koulutustarpeista ja osallistui paneelikeskusteluun.



Rauman seminaarin avasi Rauman kaupunginvaltuuston puheenjohtaja **Otso Huuska**, joka on myös MAOL:n hallituksen jäsen. Avauspuheen piti Euroopan Koulutussäätiön johtaja, VTT **Pilvi Torsti** ja haastateltavana oli myös Opetus- ja kulttuuriministeriön kansliapäällikkö **Anita Lehi-koinen**. PISA-tutkimuksen kansallinen tutkimusjohtaja, dosentti **Arto K. Ahonen**, ja OAJ:n koulutuspolitiikan päällikkö **Jaakko Salo** osallistuivat PISAn huipulle -keskusteluun.

Seminaarisarja aloitettiin Kastellin monitoimikeskuksessa Oulussa ja päätösseminaarin tilat tarjosi Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta, jonka dekaani, professori **Antti Niemi** puhui matematiikan merkityksestä. Luonnontieteellisen tiedekunnan puolesta osallistujat toivotti tervetulleeksi dekaani, professori **Maarit Järvenpää**. Kirjan alustavaa versiota ja suosituksia kommentoivat Jan Lundell, **Tuula Havonen**, opettaja ja kustannustoimittaja **Lea Linna** (Matematiikan ja luonnontieteen oppimateriaalit Studeo) ja puheenjohtaja **Katarina Kattelus** (OAJ-YSI).

Kaikkien seminaarien keskeisinä osina ovat olleet paneelikeskustelut, joiden juontajina ovat olleet matemaattisten aineiden opettajat Piia Haapsaari (MAOL:n hallituksen jäsen) ja Tuula Havonen (MAOLin 2. varapuheenjohtaja). Juontajina oli Rauman seminaarissa **Jan Erola** (Krvat Oy) ja Suomi Arenalla toimittaja **Timo Sipola** (YLE).

Panelisteina on ollut myös opetuksen kehittäjiä, tutkijoita ja opettajia: opetuskulttuurin kehittäjä **Pekka Peura**, apulaisprofessori **Tuire Koponen** ja **Päivi Perkkilä** Jyväskylän yliopistosta, professori **Minna Hannula-Sormunen** Turun yliopistosta, tutkijana Oulun ja Turun yliopistoissa toimiva **Dimitri Tuomela** (Joustavaan matematiikkaan) sekä Helsingin matematiikkalukion linjanjohtaja **Ville Tilvis** ja palkittu matemaattisten aineiden opettaja **Lauri Hellsten**. Monipuolisuutta edusti diplomi-insinööri **Elina Viro**, joka toimii yläkoulun opettajana opettaen matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa sekä matematiikkaa Tampereen yliopistossa. Yrityksistä panelistina on ollut Kiilto Oy:n tuotekehitystuen päällikkö **Lilli Puntti**. Tuula Havosen juontamaan päätöstapahtuman paneeliin osallistuvat Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan

koulutusdekaani **Sari Harmoinen**, opetusneuvos **Leo Pahkin** (Opetushallitus), Leena Pöntynen ja sähköinen ope **Jussi Tyni**.

Oulun seminaarissa oli useita opetusmateriaalien esittelypisteitä, joiden ympärillä käytiin vilkasta keskustelua. Tampereen seminaarissa tämä osa laajentui koko päivän tapahtumaksi, jossa aamupäivä oli suunniteltu oppilaille ja iltapäivä aikuisille. Ohjelmaan kuului ohjelmistojen ja niiden käytön esittelyä. Kerrottiin myös mukana olevista organisaatioista.

Sähköisten oppimateriaalien osaa on kirjassa laajennettu ja myös päätöstapahtumaan sisältyi Studeon esittely. Kirjassa esitellään myös LUKEMA-kehitysverkostoa.

---

## Kouluopetuksen vahvistamista tarvitaan

Vakava tilanne ja TKI-panostuksien kasvattamisen vaativat seminaarin tulosten jalkauttamista eri koulutusvaiheiden ongelmien ratkaisemiseen. Varhaiskasvatuksessa, peruskoulun kaikissa vaiheissa ja lukiossa täytyy työskennellä rinnakkaisesti omien tavoitteiden, toimintamahdollisuuksien ja lähtötasojen pohjalta. Vaihtelua pitäisi saada pienentymää siten, että oppimistaso kohoaa yleisesti. Peruskoulun kokonaisuudistukselle ei ole vielä tarvetta.

Luokkakokojen rajaamisella, oppimisympäristöjen kehittämisellä, tasoryhmien muodostamisella ja opetuksen tukihenkilöiden lisäämisellä on kustannuksia lisääviä vaikutuksia. Talkootyöllä saavutettuja merkittäviä tuloksia oppimisvalmiuksien kehittämisessä ja kilpailutoiminnassa tulisi viedä valtakunnallisiksi. Täydennys- ja aikuiskoulutukseen tarvitaan lisäpanostuksia. **Koulutus on tärkein investointi!**

---

## Seminaarisarjan kokemukset ja tulokset käytäntöön

Kaikkia kouluvaiheita vuorollaan tarkastellut seminaarisarja nosti esille sekä yhteisiä että vaihekohtaisia ongelmia ja toiveita. Kerroksittain rakentuvassa oppimisessä kaikki vaiheet ovat tärkeitä. Jokaisen niistä tulisi viedä oppimista eteenpäin vähentäen oppilaiden välisiä eroja. Kuopat ja hajon-

nan kasvu tuo lisää haasteita seuraaville vaiheille. Tässä on matematiikan koulutuksen suurin haaste. Koulutusjärjestelmä, **härkä**, on rakenteellisesti kunnossa, mutta **tarvitsee monipuolista valmennusta**. Tilanteen korjaaminen ei tapahdu hetkessä varsinkin, kun toimintaympäristö on voimakkaassa muutosvaiheessa.

Systeemidynamiikan avulla voidaan analysoida etenemistä ja siinä tarvittavaa pitkäjänteistä työtä. Tämä on osa matemaattis-luonnontieteellistä ajattelua, jota pitäisi tuoda vahvemmin mukaan tähänkin päätöksentekoon. Tilanteen vakavuus vaatii, että työtä tehdään rinnakkaisesti eri ikävaiheilla.

Korkeakoulujen ja työelämän muutoksiin varautumiseen kouluopetuksessa tarvitaan lisää yhteistyötä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa.

Matematiikka ja luonnontieteet ovat yleisivistystä ja digitaalisuus mahdollisuus tuottaa toimiva kokonaisuus. Aloitetaan rinnakkaisesti kaikissa kouluopetuksen vaiheissa korjaustyö käyttäen seuraavin askeleita:

- Poistetaan pitkäjänteistä oppimista haittaavat häiriötekijät opetusympäristöistä, joissa liiallinen heterogeisuus tuhoaa opiskeluun keskittymisen mahdollisuudet.
- Koostetaan erilaisiin olosuhteisiin joustava opettamisen toteuttamistapa, jossa käytetään kynää ja paperia sekä erilaisia digitaalisia työkaluja pitkäjänteisesti työskennellen.
- Huolehditaan, että opettaminen voidaan tehdä ilman opettajien liiallista kuormitusta hallitun työnjaon sekä tavoitteiden ja vaiheiden selkeyttämisen avulla.
- Tuetaan oppilaita laajalla rintamalla: yritykset mukaan, yhteisöllisyys, merkitys, muuttuminen huomioon.
- Tuetaan opettajia ammattitaidon vahvistamisessa, jotta opetustyö saadaan mielekkääksi.

Pienetkin edistysaskeleet näissä asioissa ovat suuria matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kehittämisessä. ●



**Katkaistaan heikentymisen kierre ja käynnistetään nousukierre.**

**Matematiikan**



**osaaminen nousuun.**







MALin ja MAOLin lisäksi seminaariprojektia ovat tukeneet



Energiateollisuus

KEMIANTEOLLISUUS



LUMA-KESKUS SUOMI



Metsäteollisuus



Hyvinvointia rakentamassa



StoraEnso



SUOMALAINEN TIEDEAKATEMIA  
FINNISH ACADEMY OF SCIENCE AND LETTERS



Teknologiateollisuus



Aktuaari yhdistys