



Matematiikan osaaminen murtumassa

– kansallinen ohjelma tarpeen

Sekä kansainväliset että kansalliset koulusaavutustutkimukset osoittavat, että suomalaisten koululaisten matemaattisen osaamisen taso on dramaattisesti laskenut. Ongelma näkyy sekä erityisen heikon osaamisen lisääntymisenä että korkeatasoiseen suoritukseen yltävien oppilaiden osuuden laskuna (6).

Monelle oppilaalle matematiikka on vain ulkoa annettu joukko jäykkiä sääntöjä ja suorituksettuja eikä sitä koeta oman ajattelun välineenä. Heille matematiikka on irti merkityksellisistä arjen käytännöistä ja kokemuksista. Vaikka matematiikan tärkeys tunnustetaan yleisesti, kulttuuriympäristö ei tarkoituksenmukaisella tavalla innosta matematiikan oppimiseen. Virheelliset uskomukset synnyntäisestä, pysyvästi heikosta "matikkapäästä" ovat yleisiä ja tiedotusvälineissä on esillä avoimesti matematiikkaa vähätteleviä tai siihen vihamielisesti suhtautuvia asenteita.

Kansallisessa politiikassa huolta matematiikan osaamisen heikkenemisestä ei ole otettu yhtä vakavasti kuin lukutaidon heikkenemistä, mihin on reagoitu koulutuksen kaikilla tasoilla varhaiskasvatuksesta opettajien täydennyskoulutukseen. Tähän pitäisi päästä matematiikankin osalta. Tarvitaan kansallinen ohjelma matematiikan opetuksen ja oppimisen tukemiseen.

Matematiikan oppimisen kipukohdat

- Jo ensimmäisen luokan alussa lasten välillä on merkittäviä eroja matemaattisissa taidoissa (22).
- Varhaiskasvatuksessa ei tueta matemaattisia taitoja riittävän systemaattisesti (23, 30).
- Koulussa oppimateriaalit, opetus ja matematiikassa käytettävät oppimispelit ovat liian suurelta osin yksipuolista ja rutiininomaista oppimista tukevia (7, 12).
- Matematiikan osaamiserot alkavat kasvaa jo heti koulun alusta alkaen (22) ja jo alakoulun aikana osa oppilasta putoaa matematiikan osaamisen polulta (24, 25) ja heidän motivaationsa opiskella matematiikkaa laskee voimakkaasti (29).
- Kasvavalla joukolla oppilaista matemaattiset taidot eivät juurikaan kehity yläkoulun aikana (26).
- Ammattikoulun aloittavien ja päättävien matemaattisessa osaamisessa on suuria puutteita (26, 27).
- Lukion matematiikan opetus on vaikeuksissa oppilaiden heikkojen pohjatietojen vuoksi (28).
- Korkeakoulujen valintatilastot osoittavat, että korkeakoulujen on vaikea löytää opiskelijoita matemaattis-luonnontieteellisille aloille, ja esimerkiksi opettajankoulutuslaitokset raportoivat heikommista matemaattisista valmiuksista opiskelijoilla.

Miksi matematiikan osaaminen on tärkeää yksilön ja yhteiskunnan kannalta?

Matematiikka on portinvartija-ala. Sen osaaminen avaa ovia monille opiskelu- ja ammattialoille. Vastaavasti matematiikan osaamattomuus sulkee yksilön monien mahdollisuuksien ulkopuolelle ja johtaa pahimmillaan jopa vakavaan syrjäytymiseen. Jokainen meistä käyttää matemaattista ajattelua paitsi työssään, myös arkielämässään (1). Matemaattinen ajattelu on läsnä lähes kaikessa mitä teemme.

Useat tutkimukset osoittavat matemaattisten taitojen olevan jo ennen kouluikää älykkyyttä ja luku- ja kirjoitusvalmiuksia vahvempi akateemisen osaamisen ennustaja (3). Näiden taitojen systemaattinen tuki on tarpeen jo varhaiskasvatuksesta alkaen.

Digitalisaation, pandemioiden ja vaikeiden ympäristöuhkien lisääntyessä matemaattisen osaamisen merkitys sekä yksilölle että yhteiskunnalle ei vähene, vaan kasvaa entisestään (4). Korkeatasoinen matematiikan osaaminen on tärkeää sekä kansalaisyhteiskunnan toimivuudelle että talouden kilpailukyvyille ja kestäväälle kehitykselle.

Tulevaisuuden taidosta puhuttaessa viitataan yleensä oppiaineista riippumattomiin yleisiin oppimis- ja itsesäätelytaitoihin. Yhtä olennaista kuitenkin on ennakoida, millaisia muuttuvia haasteita liittyy matematiikan sisältöspesifiin osaamiseen työelämässä ja yhteiskunnassa tulevina vuosikymmeninä (5).



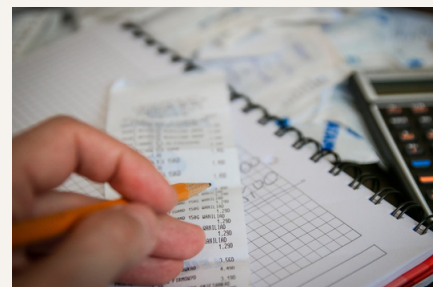
Poliitikolle sen hahmottaminen, miten väestön demografiakehitys vaalipiirissä vaikuttaa äänestyskäyttäytymiseen edellyttää varsin korkeatasoista matemaattista ymmärrystä.



Matematiikkaa tarvitaan arvioitaessa matkojen pituuksia, mitattaessa aineksia piirakkataikinaan, arvioitaessa uuden huonekalun sopivuutta, sovittaessa kellonaikaa tapaamiselle, tai tulkittaessa koronainfon taulukoita ja kuvaajia.



Yksi vakuuttavimmista esimerkeistä kansalaisten matemaattisen osaamisen merkityksestä löydettiin laajassa taloustieteellisessä tutkimuksessa (2). Siinä osoitettiin, että matematiikan osaamattomuus oli tärkein yksittäinen selittäjä sille, mitkä kotitaloudet ajautuivat maksukyvottomiksi kansainvälisen finanssikriisin käynnistäneessä Amerikan asuntolainoituksen romahduksessa.



Matematiikan kansallisen ohjelman perusta

Maailman hahmottaminen matemaattisista näkökulmista on osa matemaattisen ajattelun perustaa. Matemaattinen ajattelu tulee nähdä nykyistä paljon vahvemmin osana ihmisen toimintaa erilaisissa ympäristöissä, ei vain erillisenä koulussa opetettavana oppirakennelmana (8, 13).

Matemaattiset käsitteet ja taidot ovat keskeisiä kulttuurisesti välittyviä ajattelun välineitä, jotka auttavat jäsentämään ympäröivää todellisuutta – mutta näiden oppiminen nyky-yhteiskunnan edellyttämälle tasolle vaatii systemaattista tukea varhaiskasvatuksesta lähtien ylimmille koulutusasteille saakka (1, 4, 9).

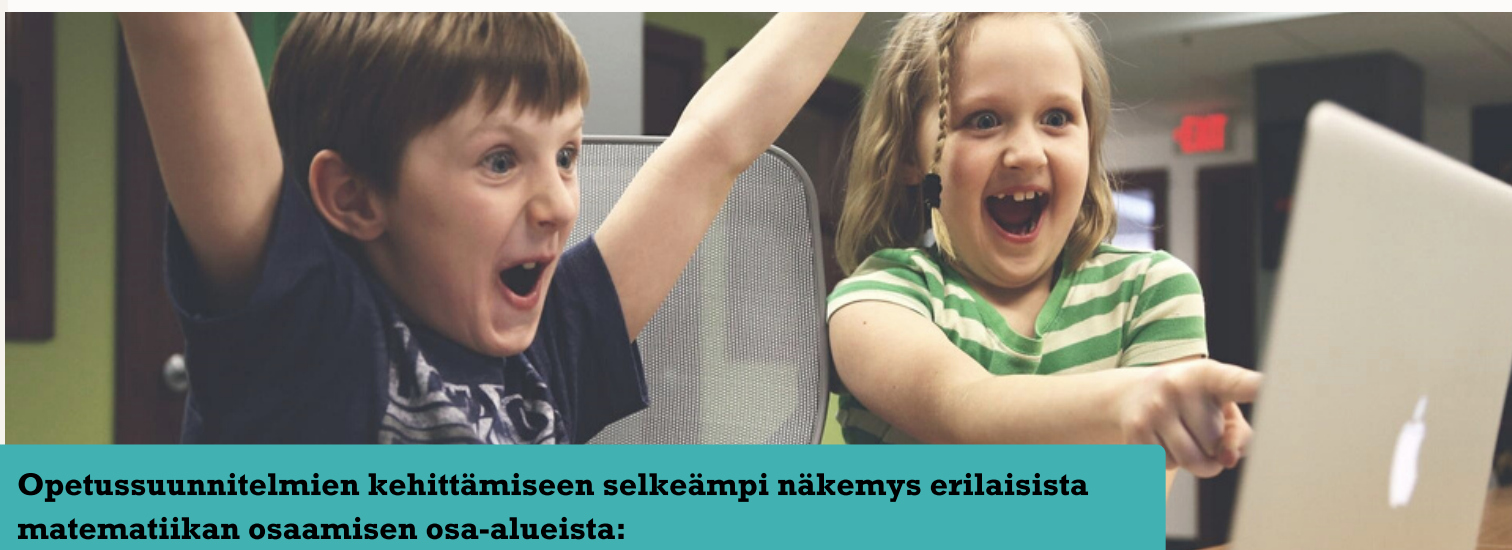
Matemaattinen ajattelu alkaa kehittyä jo varhain. Sitä voidaan parhaiten tukea hyödyntämällä arkista toimintaa, jonka sisältämään matematiikkaan kiinnitetään tietoisesti huomiota, ei niinkään aloittamalla muodollisen laskennon opettaminen aikaisempaa aiemmin (13, 17, 23).

Peruskoulun matematiikan opetuksen kohteena ovat sekä arjessa tarvittava matemaattinen ajattelu että matematiikan muodollinen järjestelmä nykyistä tasapuolisemmin (9, 20).

Matemaattisten taitojen harjoittelu kehittää analyyttisiä, kriittisiä ajattelutaitoja ja oman toiminnan säätelytaitoja laajemminkin kuin vain formaaliin matematiikkaan liittyen – näitä positiivisia siirtovaikutuksia tulee nostaa esille ja hyödyntää nykyistä paremmin (5, 15).

Joustava matemaattinen ajattelu ja oppilaiden rohkaiseminen vaihtoehtoisten ratkaisumallien keksimiseen ja testaamiseen liittyy kaikkeen matematiikan opiskeluun varhaiskasvatuksesta alkaen (10, 14, 16, 19).

Myös innovatiivisilla tavoilla käyttää teknologiaa ja pelillisyyttä voidaan tukea joustavan matemaattisen ajattelun kehitystä (11, 21).



Opetussuunnitelmien kehittämiseen selkeämpi näkemys erilaisista matematiikan osaamisen osa-alueista:

1. Millaista on se matematiikka, joka auttaa kaikkia kansalaisia ymmärtämään monimutkaistuvaa ja nopeasti muuttuvaa ympäristöä ja toiminaan siinä tarkoituksenmukaisesti?
2. Millaista on matemaattinen osaaminen, jolla luodaan vahva pohja ammatilliselle osaamiselle eri aloilla?
3. Millaista osaamista tarvitaan matematiikkapohjaisiin korkeakouluopintoihin?

Kansallinen matematiikan osaamisen toimenpideohjelma

- ✓ Nostetaan matematiikan osaaminen ja matemaattisen ajattelun edistäminen kansalliseksi tavoitteeksi ja lisätään kansalaisten tietoisuutta matemaattisesta ajattelusta ja sen osaamisen merkityksestä
- ✓ Taataan pysyvä resurssi matematiikan opetusta tukevan täydennyskoulutuksen pitkäjänteiseen toteuttamiseen ja kehittämiseen kaikilla kouluasteilla sekä varhaiskasvatuksessa
- ✓ Suunnataan resursseja laadukkaiden, erityisesti joustavaa matemaattista ajattelua sisältään pitävien oppimateriaalien arviointi- ja kehitystyöhön sekä käyttöönnoton tukemiseen
- ✓ Matematiikan, luonnontieteiden sekä taito- ja taideaineiden opetussuunnitelmat valmistellaan tutkimusperustaisesti ja niissä otetaan huomioon tarve tuottaa aikaisempaa parempaa osaamista joustavan ajattelun ja matemaattisten taitojen soveltamisen alueilla.
- ✓ Satsataan matematiikan erityis- ja tukiopetukseen
- ✓ Tuetaan matemaattis-luonnontieteellistä kerhotoimintaa

Lähteet

1. Ojose, B. (2011). Mathematics Literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use? *Journal of Mathematics Education*, 4, (1), 89-100.
2. Gerardia, K., Lorenz Goetteb, L., & Meierc, S. (2013). Numerical ability predicts mortgage default. *PNAS* 110 (28), 11267-11271.
3. Duncan, G. J., Claessens, A., Huston, A. C., Pagani, L. S., Engel, M., Sexton, H., ... Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428-1446.
4. Araya, R. (2021) What mathematical thinking skills will our citizens need in 20 more years to function effectively in a super smart society. Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.
5. Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C. et al. (2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15 (Suppl 1), 105-123
6. Metsämuuronen, J. & Nousiainen, S. (2021). Matematiikkaa Covid-19-pandemian varjossa. Matematiikan osaaminen 9. luokan lopussa keuhkaviruksen 2021. Kansallinen Koulutuksen Arviointikeskus, 27:2021
7. Laato, S., Lindberg, R., Laine, T. H., Bui, P., Brezovszky, B., Koivunen, L., De Troyer, O., & Lehtinen, E. (2020). Evaluation of the Pedagogical Quality of Mobile Math Games in App Marketplaces. In 2020 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) (pp. 1-8).
8. McMullen, J., Chan, J. Y., Mazzocco, M. M. M., & Hannula-Sormunen, M. M. (2019). Spontaneous mathematical focusing tendencies in mathematical development and education. In A. Norton & M. W. Aliabadi (Eds.), *Constructing Number: Merging Perspectives from Psychology and Mathematics Education* (pp. 69-86). Springer.
9. Lehtinen, E., Hannula-Sormunen, M. M., McMullen, J., & Gruber, H. (2017). Cultivating mathematical skills: From drill-and-practice to deliberate practice. *ZDM – Mathematics Education*, 49(4).
10. Verschaffel, L., Luwel, K., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2009). Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics education. *Eur Jour of Psych of Ed*, 24, 335-359.
11. Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education*.
12. Pongsakdi, N., Brezovszky, B., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., & Lehtinen, E. (2016). A comparative analysis of word problems in selected Thai and Finnish textbooks. *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Szeged, August 3 - 7, 2016.
13. Hannula-Sormunen, M., McMullen, J., & Lehtinen, E. (2019). Everyday context and mathematics learning: on the role of spontaneous mathematical focusing tendencies in the development of numeracy. In Annemarie Fritz-Stratmann, Vitor Gerald Haase and Pekka Räsänen (Eds.) *International Handbook of Mathematics Learning Difficulties*. Springer.
14. Palkki, R. (2022) Vertailutehtävät ja tarkoitukselliset virheet – erilaisia ratkaisutapoja tarkastelemalla kohti joustavaa matematiikan osaamista. *Acta Univ. Oul.* A 771.
15. Mulcahy C., Day Hess C. A., Clements D. H., et al. (2021) Supporting Young Children's Development of Executive Function Through Early Mathematics. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*. 8(2):192-199.
16. Star, J. R., Rittle-Johnson, B. & Durkin, K. (2016). Comparison and explanation of multiple strategies: One example of a small step forward for improving mathematics education. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(2), 151-159
17. Hannula, M. M., & Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction*, 15, 237-256.
18. Hästö, P., Palkki, R., Tuomela, D., & Star, J. R. (2019). Relationship between mathematical flexibility and success in national examinations. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 1-13.
19. Hatano, G., & Oura, Y. (2012). Commentary: Reconceptualizing School Learning Using Insight From Expertise Research. *Educational Researcher*, 32(8), 26-29.
20. Mishra, P., & Mehta, R. (2017). What We Educators Get Wrong About 21st-Century Learning: Results of a Survey. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(1), 6-19.

21. McMullen, J., Hannula-Sormunen, M. M., Kainulainen, M., Kiili, K., & Lehtinen, E. (2019). Moving mathematics out of the classroom: Using mobile technology to enhance spontaneous focusing on quantitative relations. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 562-573.
22. Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M.-L., & Nurmi, J.-E. (2004). Developmental dynamics of math performance from pre-school to Grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713.
23. Nanu, C., Laakkonen, E., & Hannula-Sormunen, M. (2020) The effect of first school years on mathematical skill profiles. *Frontline Learning Research*.
24. McMullen, J., Hannula-Sormunen, M., Kanerva, K., Lehtinen, E. & Kiuru, N. (2019). Adaptive number knowledge in secondary school students: Profiles and antecedents. *Journal of Numerical Cognition*, 5(3), 283-300.
25. McMullen, J., Hannula-Sormunen, M., Lehtinen, E., & Siegler, R. (2020). Distinguishing adaptive from routine expertise with rational number arithmetic. *Learning and Instruction*, 68, <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101347>
26. Niemi, L., Metsämuuronen, J., Hannula, M. S., & Laine, A. (2021). Matematiikan parhaiden osaajien siirtyminen toiselle asteelle: koulutusvalinnat ja matematiikan osaamisen kehittyminen. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 457-494. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.1.1511>
27. Metsämuuronen, J. & Salonen, V. (2017). Matemaattisen osaamisen piirteitä ammatillisen koulutuksen lopussa 2015 ja pitkän ajan muutoksia. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisu 2:2017. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
28. Metsämuuronen, J. & Tuohilampi, J. (2017). Matemaattinen osaaminen lukiokoulutuksen lopulla 2015. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. Julkaisu 3:2017. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
29. Metsämuuronen, J., Svedlin, R., & Ilic, J. (2012). Change in Pupils' and Students' Attitudes toward School as a Function of Age – A Finnish Perspective. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 2(2), 134-151.
30. Björklund, C., & Barendregt, W. (2016). Teachers' pedagogical mathematical awareness in Swedish early childhood education teachers. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60(3), 359-377.

Kirjoittajat

Erno Lehtinen, kasvatustieteen emeritusprofessori
 Minna Hannula-Sormunen, kasvatustieteen professori
 Jake McMullen, apulaisprofessori
 Saku Määttä, väitöskirjatutkija
 Matematiikan oppimisen ja opetuksen tutkimusryhmä,
 Opettajankoulutuslaitos
 Turun yliopisto



HELSINGIN YLIOPISTO



TURUN
YLIOPISTO



Tampereen
yliopisto



strateginen TUTKIMUS

Growing Mind -hankkeen tavoitteena on tuottaa toimintamalleja koulujen, opettajien ja oppilaiden yksilölliseen, sosiaaliseen ja koulutukselliseen uudistumiseen ja kehittämiseen. Hanke pyrkii yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen ja nostaa keskiön digitalisaatioketjystä nousevat sosiaaliset, yksilölliset ja institutionaaliset muutoshasteet. Hanketta toteutetaan tutkimuskäytäntökumppanuudessa koulun toimijoiden kanssa tukemalla opetussuunnitelman tavoitteiden toteuttamista ja ohjaamalla oppilaiden 2000-luvun taitojen sekä opettajien ammatillista kehittymistä.