



Uudet opetussuunnitelman perusteet tekevät jokaisesta opettajasta kielenopettajan. Mitä kielellä ja kielitietoisuudella tarkoitetaan matematiikan opetuksessa?

Perusopetuksen (Opetushallitus 2014) ja lukiokoulutuksen (Opetushallitus 2015) uudet opetussuunnitelmat ovat olleet käytössä syksystä 2016. Perusteet, joiden pohjalta koulut laativat opetussuunnitelmansa, tähtäävät monella tapaa oppimisen ja sen vuoksi myös opettajuuden muutoksiin. Perusteet muun muassa toivat kaikkiin oppiaineisiin ja koulun toimintakulttuuriin kielikasvatuksen ja kielitietoisuuden näkökulman. Olisi tärkeää, että kaikki opettajat tuntevat nämä käsitteet ja ottavat käyttöön niihin liittyviä toimintatapoja. Uudistus edellyttää myös toimintaa yli oppiainerajojen.

Kielitietoisuus on kirjattu perusteissa mm. laaja-alaisen osaamisen, erityisesti monilukutaidon tavoitteisiin (lukiokoulutuksessa ks. aihekokonaisuuksia). Toimintakulttuurissa se on esillä kulttuurisen moninaisuuden ja kielitietoisuuden kuvauksissa. Perusopetuksen perusteissa kaikki kieliaineiden oppimäärät alkavat kielikasvatusta käsittelevällä johdannolla¹.

Tässä artikkelissa kieli käsitetään laajassa merkityksessä: Kieli ei ole vain sanoja, tekstejä tai ajatusten verbaali muoto. Kieltä on mikä tahansa väline tai keino hahmottaa ja välittää omaa ajattelua. Kieli viittaa siis myös esimerkiksi kehonkielellä tai musiikin nuoteilla ilmaistuihin tunteisiin ja ajatuksiin. Samoin kieltä on kosketus tai kädenpuristus, jolla viestit tuttavalle luottamuksesta, läheisyydestä tai mieltymyksestä. Kemian opetuksessa opettaja voi hyödyntää kemiallisten aineiden rakenteita esittäviä opetusvälineitä antamaan oppilaille aito *tuntuma* mikroskooppisen pienistä ilmiöistä. Toisaalta kotitalouden opettaja hyödyntää pullataikinan tuntua selittääkseen oppilaille, mitä on taikinan vaivaaminen ja miltä sitko *tuntuu*. Kieli koskettaa ja sillä voi koskettaa sanomatta sanaakaan.

Kielitietoisuutta kuvataan tässä artikkelissa matematiikan oppiaineessa. Matematiikka edustaa tiedonala, joka on perinteisesti mielletty ei-kielelliseksi. Lisäksi kielitaidon on ajateltu matematiikassa koskevan lähinnä terminologian oppimista. Kaikki tiedon rakentaminen tapahtuu kuitenkin kielen kautta, ja siksi kielitietoisuus on osa kaikkien oppiaineiden opettamista ja oppimista. Päämääränä on kuvata konkreettisten esimerkkien avulla kielen merkitystä matematiikan

¹ Laajemmin kielitietoisuutta osana kielikasvatusta on käsitelty mm. Mustaparta 2015.

oppiaineessa. Samalla kuvataan, miten kielitietoisuus tukee matematiikan oppiaineen sisällön oppimista.

Artikkelissa avataan myös eurooppalaista näkökulmaa kielitietoisuuteen. Ops-perusteissa määriteltyä kielitietoisuutta tarkastellaan suhteessa kielitaitokuvaimiin², joita on laadittu Euroopan nykykielten keskuksen ECML:n³ kahdessa hankkeessa. Niissä luotiin kielitaitokuvaimet matematiikkaan sekä historiaan ja yhteiskuntaoppiin. Hankkeissa selvitettiin, millaista opetuskielen taitoa oppilaalta vaaditaan, jotta hän pystyy menestyksekkäästi osallistumaan em. aineiden opetukseen. Opetuskielessä edellytetyn taidon tasot rinnastettiin eurooppalaisen viitekehyksen (EVK/CEFR) kielitaitoasteikkoon. Kielitaitokuvaimien määrittämiseen osallistui hankeryhmän lisäksi opettajia, opettajankouluttajia ja tutkijoita eri maista. Kuvaimien määrittämiseen hyödynnettiin eri maiden (Kanada, Suomi, Norja) opetussuunnitelmia ja niistä löytyviä kielellisiä tavoitteita kyseisille oppiaineille⁴.

Kuvaimet laadittiin neljälle osa-alueelle: lukeminen, kuullun ymmärtäminen, kirjoittaminen ja suullinen kielitaito⁵. Hankkeen tulosten mukaisesti 12–13-vuotiaiden oppilaiden kielitason tulisi olla vähintään B1-tasolla⁶, ja vastaavasti 15–16-vuotiaiden B2-tasolla⁷, jotta oppilaat menestyisivät matematiikan, historian ja yhteiskuntaopin tunneilla. Kielitaitokuvaimet määriteltiin juuri näille ikäryhmille, koska silloin oppilaat ovat siirtymässä seuraavalle koulutusasteelle (yläkoulu ja lukiokoulutus/ammattikoulutus)⁸.

ECML-hankkeessa tuotetut kielitaitokuvaimet ovat mielenkiintoinen vertailukohde opetussuunnitelman perusteista löytyville oppiaineiden vuosiluokkakohtaisille tavoitteille. Kielitaitokuvaimia sovelletaan tässä perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista poimittuihin teksteihin. Kuvainten avulla voi tutkia, millaisia kielellisiä valmiuksia opetussuunnitelman perusteiden määrittämä opetus näyttäisi antavan seuraavalle kouluasteelle siirtymiseen. Samalla aineenopettaja voi saada evästystä siitä, millaisiin kielellisiin seikkoihin hänen pitäisi opetuksessaan keskittyä.

² Language skills for successful subject learning: CEFR linked descriptors for mathematics and history/civics.

³ ECML=European Centre for Modern Languages www.ecml.at

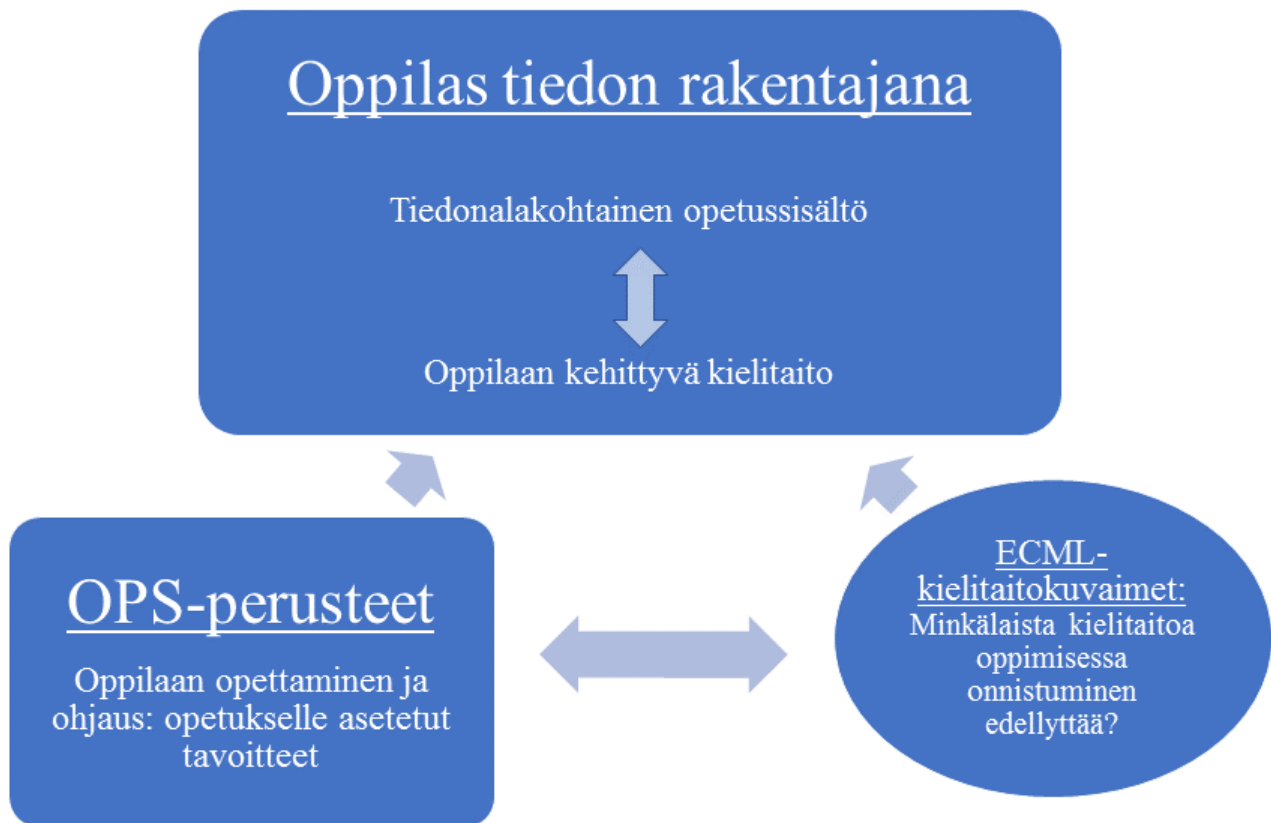
⁴ Kielitaitokuvaimien määrittäminen sisälsi monta eri vaihetta, joista löytyy tarkempi kuvaus hankkeesta tehdystä julkaisusta (Moe et al. 2015).

⁵ Kielitaitokuvaimista (Moe et al. 2015: 64–72) löytyy yksityiskohtaisemmat kuvaukset vaaditusta kielitaidosta eri osa-alueilla, kuten termien määrittämiselle, termien selittämiseksi ja kuvailulle sekä tiedonhankinnalle.

⁶ B1- ja B2-tasot viittaavat eurooppalaisen viitekehyksen määrittämiin kielitasoihin, eivät koulun oppimääriin.

⁷ Hankkeessa pääasiallinen kohderyhmä olivat oppilaat, joiden äidinkieli oli muu kuin koulun opetuskieli.

⁸ Tarkemmat kuvaukset löytyvät hankkeen sivuilta (ECML 2016).



Kuva 1. Oppilas tiedon rakentajana. Oppilaalla on aktiivinen rooli omassa oppimisessaan. Tiedon rakentaminen koostuu kahdesta vastavuoroisesta elementistä, tiedonalakohtaisesta opetussisällöstä sekä oppilaan kehittyvästä kielitaidosta.

Artikkelissa tarkastellaan aluksi matematiikan opetussisältöjä suhteessa kielitaitokuvaimiin ja sen jälkeen siirrytään yleisempään pohdintaan. Ennen oppiainekohtaista tarkastelua käydään läpi keskeiset käsitteet *kielitietoisuus*, *kielikasvatus* ja *monilukutaito*⁹.

Kirjoittaja haluaa kiittää artikkelin laatimisessa tukena olleita opetusneuvoksia Paula Mattila, Katri Kuukka, Kristian Smedlund, Leena Nissilä, Leo Pahkin, Minna Harmanen, Satu Elo ja Teijo Koljonen sekä Kansallisen koulutuksen arvontikeskuksen (Karvi) yleissivistävän koulutuksen ja varhaiskasvatuksen -yksikön projektipäällikkö Marita Härmälää.

⁹ Opettajien käsityksiä kielikasvatuksesta ja kielitietoisuudesta on tutkittu mm. S2-opettajien osalta. Tuore tutkimus osoittaa, että opettajat tunnistavat nämä käsitteet, mutta niiden merkitys ei kaikessa laajuudessaan ole selvä. Sen sijaan käsitteistä mahdollisesti tunnistettiin vain osa-alueita. Lisäksi opettajilla oli hankaluuksia erotella käsitteitä toisistaan. Tutkimuksessa kielitietoisuus tunnistettiin käsitteenä paremmin kuin kielikasvatus. Opetustilanteissa kielitietoisuus näkyi pääasiassa oppiaineiden kielten ja tekstilajien sekä kielen merkityksen esiin tuomisena. Kielikasvatus näkyi autenttisuuteen pyrkimisenä (Nissilä 2016). Vielä kehitettävää löytyy mm. oppilaiden itseohjautuvuuden lisäämisessä, oppimisstrategioiden kehittämisessä sekä oppilaiden kaikkien kielellisten resurssien huomioidussa (ibid).

Kielitietoisuus opetuksessa ja opetussuunnitelmien perusteissa

Kieli on kaiken ajattelun, oppimisen ja vuorovaikutuksen välttämätön rakennusaine ja väline. Tiedon rakentamisessa tiedon oppiminen ja kielellinen kehitys kulkevat rinnakkain ja ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Näiden dynaamista suhdetta kuvaa myös niiden riippuvuus toisistaan: Kielen avulla voidaan avata uusia näkökulmia tuttuihin ilmiöihin tai johdatella kokonaan uusille tiedon alueille. Toisaalta kielellä voidaan rajata tai estää eri ilmiöiden ymmärtämistä tai huomion kohdistamista niihin. Kieli on kaikkia oppiaineita yhdistävä tekijä ja lähtökohta kaikelle oppimiselle ja opetukselle. Suomessa ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota koulun opetuskielen käyttöön lukuun ottamatta suomi/ruotsi toisena kielenä -opetusta. Koulun kieli on kuitenkin tietyllä tapaa vieras kieli kaikille oppijoille äidinkielestä riippumatta.

Edellä todettiin, että perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa kielitietoisuus on yksi koulun toimintakulttuurin kehittämistä ohjaavista periaatteista (POPS 2014: 28). Kielitietoisuus on kielen keskeisen merkityksen ymmärtämistä ja huomioonottamista oppimisessa ja koulun toimintakulttuurissa. Kielitietoisuutta on myös kielten moninaisuuden arvostus koulun arjessa ja toimintakulttuurissa. Kielitietoisessa koulussa opettajat ja oppilaat ovat tietoisia koulun erilaisista kielistä: opetuskielestä, oppilaiden ja opettajien omista kielistä ja murteistakin, koulussa opetettavista kielistä jne. Koulussa tiedostetaan myös eri kielimuotojen olemassaolo ja niitä hyödynnetään.

Eri kielimuotoja ovat esimerkiksi kullekin oppiaineelle ominainen kieli ja tekstikäytännöt. Oppiaineiden omat tekstilajit voivat viitata esimerkiksi oppiainekohtaisia käsitteitä sisältävään tekstiin, kuvaan, graafeihin tai tilastoihin. Kielitietoisiin työtapoihin kuuluu monilukutaidon opettaminen ja hyödyntäminen niin, että tutustutaan erilaisiin oppiaineelle ominaisiin tekstilajeihin.

Monilukutaito sivuaa kielitietoisuuden opettamista ja tukee osaltaan kielikasvatusta¹⁰. Se on yksi perusteissa määritelty laaja-alaisen osaamisen tavoitekokonaisuus, joka perustuu laajaan tekstikäsitteeseen: teksti voi viitata niin kirjoitettuun tekstiin, videoihin, kuviin kuin mihin tahansa muuhun (audio)visuaaliseen tai jopa kinesteettiseen tapaan esittää tietoa¹¹. Monilukutaidolla tarkoitetaan kykyä tarkastella, tulkita, tuottaa, arvioida ja arvottaa tietoa ja eri tekstejä. Sen avulla oppilas oppii hahmottamaan ja tulkitsemaan maailmaansa ja sen monimuotoisuutta. Monilukutaito on avaintaito aktiiviseen maailmankansalaisuuteen (POPS 2014, 22–23). Monilukutaito on myös

¹⁰ Monilukutaito pohjautuu kulttuuriin ja kulttuurilukutaitoon, joka on taitoa tulkita ja ymmärtää ympäristöä. Kaikki tekstit ovat kulttuurisen viestinnän muotoja ja tulkitaan ja tuotetaan kulttuurin kautta, sillä myös kulttuuri on eräänlainen kieli: Se välittää ja kielentää erilaisia ajatuksia, arvoja ja näkökulmia. Hartikainen & Harmanen 2015, 12–15.

¹¹ Vrt. laaja kielikäsitteys sivulla 1.

vahvasti sidoksissa *genrepedagogiikkaan*, jonka avulla oppilasta ohjataan huomaamaan eri tekstilajien erityispiirteet ja ymmärtämään niiden eri käyttötarkoitukset ja sovellukset. Monilukutaito viittaa siis myös uusiin tapoihin käsitellä tekstejä ja toimia niiden parissa.¹² Tässä artikkelissa genrepedagogiikkaa havainnollistetaan oppiainekohtaisilla esimerkeillä¹³.

Kielitietoisuuden ja monilukutaidon avulla oppilaat ottavat haltuun mm. eri tekstilajeja niin, että he pystyvät aidosti ymmärtämään ja itse myös mielekkäästi tuottamaan niitä. Opettajien tehtävä on ohjata oppilaita tutkimaan oppiaineiden tekstilajeja ja ilmiöitä ja samalla esimerkiksi pohtimaan niiden sopivuutta eri käyttötarkoituksiin. Oppitunneilla on hyvä vertailla eri oppiaineiden kielellisiä käytänteitä ja tapoja tarkastella ja esittää asioita, jotta oppilaat saavat mahdollisimman monipuoliset työkalut saman ilmiön tai ilmiökokonaisuuden tulkitsemiseen. Opetuksessa pitäisi pyrkiä hyödyntämään tekstejä, jotka ovat oppilaille heidän elämänsä kannalta merkityksellisiä. Tällöin puhutaan usein autenttisista teksteistä.

Monilukutaito ja kielitietoisuus kehittyvät eri oppiaineiden opetuksen kautta. Jokainen opettaja on oman oppiaineensa kielen opettaja sekä kielellinen malli. Aivan oppimisen polun alussa opetuksessa käytetty kieli on kohtuullisen arkikielistä, vaikka sana- ja ilmaisuvarasto voikin olla monipuolista. Vähitellen opetuksen ja oppimisen kieli kehittyy hyödyntämään yhä abstraktimpia käsitteitä ja ilmaisuja. Jo perusopetuksen vuosiluokilla 5 ja 6 opetuksessa on perinteisesti käytetty hyvinkin abstraktia kieltä, joka voi olla oppilaille haastavaa kielitaustasta riippumatta. Myös oppikirjoissa käytetty teksti sisältää usein haastavaa tiedonalakohtaista sanastoa sekä runsaasti mm. kielikuvia ja sananparsia. Lopullinen oppimistulos voi näkyä esimerkiksi ulkoa opetteluna tyyliin ”hauki on kala”. Oppilaiden tulisi saada tiedon- tai tieteenalan kieltä opitellessaan mahdollisuuksia sanoittaa opittavia asioita myös arkikielellä. Tämä tukisi sisällön syvempää ymmärrystä, ns. syväoppimista¹⁴. Opettajien tulisi jaksaa sitkeästi tarkkailla ja arvioida kielenkäyttöään ja tietoisuuttaan oman oppiaineen kielellisistä käytänteistä. Jos oma opetuspuhe on vaikeaselkoista ja kiire estää sanomasta asioita toisin sanoen eikä oppilaiden omia tulkintoja ehditä kuunnella, oppimistulokset ovat sen mukaisia.

Tässä artikkelissa kielitietoisuutta käsitellään pääasiassa suomalaisten koulujen ja opetussuunnitelmien perusteiden näkökulmasta. ECML-hankkeen kielitaitokuvaimilla tarkasteluun tuodaan myös eurooppalaista näkökulmaa. Euroopan nykykielten keskuksen (ECML) tehtävä on toteuttaa Euroopan neuvoston kielipolitiikkaa, joka kielikasvatusta kehittämällä pyrkii edistämään

¹² Monilukutaitoa uusituissa opetussuunnitelman perusteissa on käsitelty laajemmin mm. Halinen, I., Harmanen, M. & Mattila, P. 2015 sekä Vaarala, H., Reiman, N., Jalkanen, J. & Nissilä, L. 2016.

¹³ Laajemmin genrepedagogiikka on käsitelty mm. teoksissa Luukka, M-R. 2004 sekä Shore, S. & Rapatti, K. 2014.

¹⁴ Käsitettä on käsitelty mm. artikkelissa *Deeper learning and the key role of languages and linguistic development in all learning*, Kielikasvatusfoorumi 2018 oheiskirjallisuus.

kulttuurienvälistä dialogia, demokraattista kansalaisuutta sekä sosiaalista eheyttä. Kielikasvatukseen kytkeytyy vähemmistöjen oikeus omaan kieleensä sekä oikeus oppia hallitsemaan koulun opetuskieltä. Kielten osalta koulujen tulee tarjota kielellistä tukea niille oppilaille, joilla on erilaisista syistä johtuvia vaikeuksia koulun opetuskielessä. Oppilaiden oikeus laadukkaaseen koulutukseen ei toteudu ilman riittävää opetuskielen hallintaa, ja opetuksesta vastaavien tahojen tulisikin huolehtia, että kaikilla oppilailla on yhtäläiset mahdollisuudet oppia ja menestyä elämässään (Mattila 2015: 25–28).

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa kielitietoisuuteen liittyvä kielellisen ja kulttuurisen moninaisuuden arvostus sisältyy niin perusopetusta ohjaaviin arvoihin, oppimiskäsitykseen kuin toimintakulttuuriinkin. Kielitietoisten työtapojen kehittäminen ei ole vain kieltenopettajien asia, vaan vaatii yhteistyötä koulun johdon, kieltenopettajien ja muiden opettajien välillä. Koulun pitää tiedostaa, että oppilailla on erilaisia kielellisiä repertuaareja ja kielirekistereitä, ja ne pitää huomioida oppilaan kehityksessä ja opetuksessa. Oppilaita tulisi rohkaista vähäisenkin kielitaidon käyttöön, jolloin koko heidän kielivarantonsa kehittyy tasapuolisesti. Koulujen tulee varmistaa, että opettajilla on tietoa kielen kehittymisestä sekä opettajan oman tiedonalan kielestä. Opettajilla tulee myös olla tietotaitoa tukea oppilasta tiedonalojen kielten hallinnassa ja kehittämisessä. Kielitietoisuus on koko koulun asia ja koko koulun henkilökunnalla on yhteisvastuu kielitietoisien toimintakulttuurin kehittämisessä (Mattila 2015, 27–30).

Kielitietoisien aineenopetuksen lisäksi tarvitaan myös ainetietoista kielenopetusta. Teoksessa *Tilanne päällä!* (Vaarala et al. 2016, 87) havainnollistetaan kielenopetuksen ja aineenopetuksen välistä jatkumoa. Perinteisen jaottelun mukaan kielten tunneilla opitaan kieltä (eikä muiden oppiaineiden sisältöjä) ja aineenopetuksessa keskitytään oppiaineen sisältöön (eikä oppiaineen kieleen). Opetuksessa tulisi kuitenkin pyrkiä tuomaan molempia esiin niin, että perinteisen jaon sijaan opetus koostuisi ainetietoista kielenopetuksesta sekä kielitietoisesta aineenopetuksesta. Kielenoppiminen ja kielenkäytön oppiminen vaativat erilaisten sisältöjen työstämistä, ja jokaisen oppisisällön oppiminen merkitsee myös oppiaineen kielen oppimista. Kielen ja oppisisällön osuus opetuksessa vaihtelee opetustilanteen mukaan – toisinaan keskiössä voi olla kieli, toisinaan sisältö. Kielitietoista aineenopetusta ja ainetietoista kielenopetusta voidaan tukea esimerkiksi hyödyntämällä samanaikaisopetusta tai monialaisia oppimiskokonaisuuksia (Vaarala et al. 2016, 86–87)¹⁵.

Euroopan neuvosto on laatinut kielikasvatukseen käsikirjan *The language dimension in all subjects* (Euroopan neuvosto 2015), joka tukee opetuksesta vastaavien tahojen kielikasvatuksen kehittämistä.

¹⁵ Vrt. syväoppiminen, Kielikasvatusfoorumi 2018 oheiskirjallisuus.

Käsikirja sisältää kattavan selvityksen aiheen keskeisistä käsitteistä ja kielen merkityksestä tiedon rakentamisessa. Lisäksi se sisältää käytännön esimerkkejä kielen kehitystä tukevista menetelmistä, oppiainekohtaisista, kuten matematiikan, kielen taitovaatimuksista sekä opetussuunnitelmien kehittämistyöstä.

Kielitietoisuus matematiikassa

Matematiikan opetussisällöistä esitetään seuraavaksi lainauksia, jotka havainnollistavat matematiikan kielellisyyttä. Seuraava katkelma on Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteista vuosiluokkien 1–2 matematiikan oppiaineen tehtäväkuvauksesta (POPS 2014, 128):

Matematiikan opetuksen tehtävänä on kehittää oppilaiden loogista, täsmällistä ja luovaa matemaattista ajattelua. Opetus luo pohjan matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden ymmärtämiselle sekä kehittää oppilaiden kykyä käsitellä tietoa ja ratkaista ongelmia. ---

Matematiikan opetus tukee oppilaiden myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan sekä positiivista minäkuvaa matematiikan oppijoina. Se kehittää myös viestintä-, vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja. ---

Vuosiluokkien 1–2 matematiikan opetuksessa oppilaille tarjotaan monipuolisia kokemuksia matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden muodostumisen perustaksi. Opetuksessa hyödynnetään eri aisteja. Opetus kehittää oppilaiden kykyä ilmaista matemaattista ajatteluaan konkreettisin välinein, suullisesti, kirjallisesti ja piirtäen sekä tulkiten kuvia. Matematiikan opetus luo vahvan pohjan lukukäsitteen ja kymmenjärjestelmän ymmärtämiseksi sekä laskutaidolle.

Seuraavat lainaukset ovat matematiikan opetuksen tavoitteita vuosiluokilla 3–6. Jokaisen tavoitteen perään on lisätty vastaava arviointikriteeri 6. vuosiluokan päätteeksi hyvää osaamista varten (POPS 2014: 238–239):

T3 ohjata oppilasta kehittämään taitoaan esittää kysymyksiä ja tehdä perusteltuja päätelmiä havaintojensa pohjalta

Oppilas osaa esittää matematiikan kannalta mielekkäitä kysymyksiä ja päätelmiä.

T4 kannustaa oppilasta esittämään päättelyään ja ratkaisujaan muille konkreettisin välinein, piirroksin, suullisesti ja kirjallisesti myös tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntäen

Oppilas esittää ratkaisujaan ja päätelmiään eri tavoin.

T7 ohjata oppilasta käyttämään ja ymmärtämään matemaattisia käsitteitä ja merkintöjä.

Oppilas käyttää pääsääntöisesti oikeita käsitteitä ja merkintöjä.

T13 ohjata oppilasta laatimaan ja tulkitsemaan taulukoita ja diagrammeja sekä käyttämään tilastollisia tunnuslukuja sekä tarjota kokemuksia todennäköisyydestä

Oppilas osaa laatia taulukon annetusta aineistosta sekä tulkita taulukoita ja diagrammeja. Oppilas osaa laskea keskiarvon ja määrittää tyyppiä.

Matematiikan opetukselle esitetyt tavoitteet vastaavatkin hyvin artikkelin alussa esitellyn ECML-hankkeen kielitaitovaatimuksia. Esimerkiksi verratessa tavoitetta 4 (T4 yllä) ja ECML:n kielitaitokuvaimia, huomataan, että alakoulussa opitut taidot valmistavat hyvin seitsemännellä luokalla vaadittuun B1-taitotasoon:

Puhuminen

Osaa kertoa lyhyesti, miten jokin todistetaan. Osaa argumentoida selkeästi esimerkiksi matemaattisen ongelman ratkaisusta tai erilaisten asenteiden syistä ajankohtaisissa kysymyksissä.

Kirjoittaminen

Pystyy argumentoimaan selkeästi jonkin puolesta, esimerkiksi matematiikan ongelmanratkaisut--- (ECML 2016, 3–6)

Seuraavat lainaukset ovat opetuksen tavoitteita vuosiluokilla 7–9 sekä vastaavat hyvän osaamisen kriteerit 9. luokan päättöarviointia varten (POPS 2014, 378):

T4 kannustaa oppilasta harjaantumaan täsmälliseen matemaattiseen ilmaisuun suullisesti ja kirjallisesti

Oppilas osaa ilmaista matemaattista ajatteluaan sekä suullisesti että kirjallisesti

T6 ohjata oppilasta arvioimaan ja kehittämään matemaattisia ratkaisujaan sekä tarkastelemaan kriittisesti tuloksen mielekkyyttä

Oppilas osaa arvioida matemaattista ratkaisuaan ja tarkastelee kriittisesti tuloksen mielekkyyttä

T8 ohjata oppilasta kehittämään tiedonhallinta- ja analysointitaitojaan sekä opastaa tiedon kriittiseen tarkasteluun

Oppilas osaa itse hankkia, käsitellä ja esittää tilastotietoa

Lukiokoulutuksen opetussuunnitelman perusteissa (LOPS 2015) matematiikan mainitaan edellyttävän ”valmiutta ymmärtää, hyödyntää ja tuottaa matemaattisesti esitettyä tietoa”, ja eräs matematiikan oppiaineen tehtävistä onkin opettaa opiskelijoita käyttämään puhuttua ja kirjoitettua matematiikan kieltä (LOPS 2015, 129).

Lisäksi

Opetustilanteet järjestetään siten, että ne herättävät opiskelijan tekemään havaintojensa pohjalta kysymyksiä, oletuksia ja päätelmiä sekä perustelevaan niitä. Erityisesti opiskelijaa ohjataan hahmottamaan matemaattisten käsitteiden merkityksiä ja tunnistamaan, kuinka ne liittyvät laajempiin kokonaisuuksiin. Opiskelijaa rohkaistaan myös käyttämään ajattelua tukevia kuvia, piirroksia ja välineitä sekä tuetaan opiskelijan taitoa siirtyä toisesta matemaattisen tiedon esitysmuodosta toiseen. (LOPS 2015,125).

Vastaavasti B2-taitotason kielitaitokuvaukset ovat myös yhteneviä sekä yläkoululaisille asetettujen tavoitteiden että edellä mainittujen lainauksien kanssa:

Puhuminen

Pystyy välittämään tietoa ja kuvailemaan lyhyesti tapahtumia, havaintoja ja prosesseja. Osaa kuvailla yksityiskohtaisesti ajatuksenkulkuaan tehtävää ratkaistessaan.-- Osaa kuvailla visuaalista esitystä (graafi, kuvio, taulukko, piirustus jne.) yksityiskohtaisesti nostamalla esiin sekä tärkeinä pitämiään seikkoja että merkityksellisiä yksityiskohtia.

Osaa selittää askel askeleelta, miten jokin todistetaan jäsentyneellä, loogisella ja lopullista johtopäätöstä tukevalla tavalla. Pystyy antamaan todisteita tehdyille johtopäätöksille.

Kirjoittaminen

Pystyy todistamaan asian monipolvisesti argumentoimalla ja niin, että argumentointi tukee loogisesti ja jäsentyneesti lopullista johtopäätöstä. Pystyy kirjallisesti todistamaan tehdyt johtopäätökset. (ECML 2016: 3–6)

Edellä mainitut lainaukset opetussuunnitelmien perusteista ja kielitaitokuvaimista edustavat vain pientä osaa esimerkeistä, joilla voidaan havainnollistaa kielitietoista opetusta matematiikan oppiaineessa. Ne ovat esimerkkejä alueista, joissa aito, syvälinen oppiminen edellyttävät opettajalta ja oppimateriaaleilta kielellistä tukea. Toisaalta esimerkit myös osoittavat, että opetussuunnitelman perusteet tarjoavat kuvauksia kielitaidon kehittämiseksi ja kehittyvälle kielitaidolle.

Toisin sanoen, oppiaineissa ei ole vain 'sisältötavoitteita', kuten laskutaidon oppimista. Oppiaineisiin sisältyy myös kielellisiä ja monilukutaitoa kehittäviä tavoitteita, kuten diagrammien tulkitsemista. Oppilaiden kielitaito kehittyy koko perusopetuksen ja lukiokoulutuksen ajan ja kehitystä tapahtuu kaikilla oppitunneilla. Kielen ja tiedonalakohtaisen opetussisällön oppiminen tapahtuu samanaikaisesti, ja yhdessä ne tukevat oppilaan tiedon rakentamista.

Matematiikan kielitietoinen opetus

Tässä artikkelissa matematiikkaa käsitellään seuraavien kielivaatimusten osalta:

- Terminologian hallinta (termien kielellinen muoto ja käyttötarkoitus; termien arkikielistäminen)
- Matemaattisten ilmiöiden kielentäminen ja arkikielistäminen
- Sanallisten tehtävien hallinta opetuskielen osalta
- Sanallisten tehtävien muokkaaminen matemaattiseksi tehtäväksi ja takaisin
- Omien johtopäätösten ja perustelujen esittäminen koulun opetuskielellä
- Matemaattisten tekstilajien hallinta ja monilukutaito

Matematiikassa kielitietoisuuden ja kielitaidon merkitys näkyy erityisesti käsitteistön oppimisessa, sanallisissa tehtävissä, omien päätelmien selkeässä ja johdonmukaisessa perustelussa sekä graafien ja tilastojen tulkinnassa. Yleisesti matematiikassa korostuu selkeä, tarkka ja taloudellinen kielenkäyttö. Matematiikan kieli on universaalialia eli samoilla käsitteillä on identtinen merkitys eri konteksteissa ja kulttuureissa. Käsitteillä on siis suuri merkitys oppiainesisällön oppimisessa. Aluksi esitellään eri tapoja lähestyä terminologian oppimista, minkä jälkeen siirrytään sanatasosta lausetasoon ja lausetasosta tekstilajitasoon.

Terminologian osaaminen korostuu tiedon rakentamisessa huomattavan paljon. Oppilaiden tulisi osata tulkita matemaattisia käsitteitä niin, että he ymmärtävät termin sen sanakirjamerkitystä laajemmin. Lisäksi oppilaille tulisi kehittyä ymmärrys tietyn termin käytöstä eri konteksteissa eikä vain tietyissä tehtävätyypeissä.

Kielentäminen on oman ajattelun ja päättelyn näkyväksi tekemistä. Kielentämällä oppilaat avaavat omaa ajatteluprosessiaan opettajalle ja itselleen. Uusien termien ja tehtävätyyppien kielentäminen sitä mukaa kun niitä esitellään tukee osaltaan oppiainesisällön ymmärtämistä¹⁶. Lisäksi termien ymmärtämistä tukee niiden arkikielistäminen, joka tarkoittaa termien avaamista yleiskielisillä, ei-tiedonalakohtaisilla termeillä. Arkikielistäminen ei siis ole käsitteiden yksinkertaistamista, vaan tarkoittaa sitä, että käsitteistä annetaan havainnollistavia esimerkkejä ja niistä puhutaan arkikielisillä ilmauksilla.

Terminologian oppimista olisi siis hyvä tukea mahdollisimman monipuolisesti, mikä osaltaan tukee erilaisten oppijoiden kielellistä kehitystä – esimerkiksi heitä, jotka ovat tottuneet kiinnittämään

¹⁶ Laajemmin matematiikan kielentämisestä on tehnyt tutkimusta esimerkiksi yliopistolehtori Jorma Joutsenlahti (mm. Joutsenlahti 2010, Joutsenlahti & Kulju 2010).

huomiota mm. termien kielelliseen asuun ja hyötyvät esimerkiksi sen kääntämistä omalle äidinkielelleen. Etenkin peruskoulussa oppilailla on käytössä käsitteitä, joilla voi olla hyvinkin kuvaileva kieliasu. Esimerkkejä tällaisista sanoista ovat mm. nelikulmio, suorakulmio ja monikerta. Sanoja on hyvä jakaa merkityksellisiin osiin (suora-kulmio), varsinkin jos oppilaalla on vaikeuksia koulun opetuskielen hallinnassa. Lukiossa matematiikan käsitteitä on tapana havainnollistaa laskuilla ja graafisesti, vaikka käsitettä voi lähestyä myös kielellisestä näkökulmasta, kuten tarkastelemalla sanan etymologiaa tai vaikka erilaisin kuvallisin tulkinnoin.

Oppilaille tulisi myös kehittyä ymmärrys käsitteiden sovelluksista luokkahuoneen ulkopuolella. Ymmärrys tukee oppilaan kehittyvää kykyä tulkita erilaisia reaali maailman ilmiöitä matematiikan kielen kautta. Toisaalta se myös avaa oppilaan silmät matematiikan maailmaan, joka ei rajoitu vain laskuihin oppikirjoissa. Käsitteiden (ja yleisesti oppimateriaalien) käytännön hyödyn esille tuominen tuo oppimiseen mielekkyyttä ja merkitsevyyttä.

Käsitteiden avaaminen sanallisesti tukee koulun opetuskielen oppimista. Sanallisten tehtävien ymmärrettävyys taas on syytä varmistaa erityisesti niiden oppilaiden kanssa, joille koulun opetuskieli on haasteellista. Ongelma koskee myös niitä suomea äidinkielenään puhuvia nuoria, joilla lukutaito ja luetun ymmärtäminen eivät mahdollisesti yllä luokka-asteen edellyttämälle tasolle. Oppimista voivat vaikeuttaa esimerkiksi heikko sanavarasto tai sanallisen tehtävän monimutkaiset lauserakenteet. Sanalliset tehtävät ovat yleisesti hankalia monelle oppilaalle, joten tehtävien kielen avaaminen ja sitä kautta tehtävän jakaminen pienempiin osiin voisi ylipäättään auttaa ymmärtämään ja ratkaisemaan tehtäviä.

Alakoulussa oppilaita autetaan hahmottamaan yksinkertaisia yhteen- ja vähennyslaskuja. Oppilaat eivät suoraan laske tehtävää ' $5 - 2 = 3$ ', vaan he opettelevat ottamaan viidestä omenasta pois kaksi omenaa ja hahmottamaan jäljelle jäävän määrän. Ymmärtääkseen tehtävän oppilaiden tulee ymmärtää sekä tehtävän kielellinen muoto että sen sanojen ja kuvien avulla havainnollistettu tapahtumaketju. Etenkin alakoulussa sanallisten tehtävien ratkaisuksi olisi hyvä pyytää sanallinen vastaus pelkän numeerisen arvon sijaan, jolloin oppilas tulee samalla pohtineeksi saadun lopputuloksen mielekkyyttä. Myöhemmässä vaiheessa oppilaat ratkaisevat yhä monipuolisempia tehtäviä, jotka ovat myös kielellisesti haastavampia. Sanallisissa tehtävissä oppilaat tarvitsevat kielitaitoa tehtävän ymmärtämiseen ja sen muuttamiseen yleiskielisestä tehtävänannosta matematiikan kielelle, kuten yhtälöpariksi ratkaisua varten.

Toisaalta esimerkiksi vuosiluokkien 7–9 matematiikan oppitunneilla nousevat esiin formaalin ja luonnollisen kielen syntaksin erot ja yhtenevyydet, joita voidaan havainnollistaa esimerkiksi loogisilla operaattoreilla eli konnektiiveilla¹⁷:

Luonnollisessa kielessä sana 'tai' on poissulkeva rinnastuskonjunktio:

Matti juo kahvia tai teetä – Matti siis juo jompaakumpaa

Matemaattisella kielellä kirjoitettuna lähin vastine ilmaistaisiin disjunktioilla, joka ei ole poissulkeva:

$p \vee q$ (lue: p tai q), missä p = Matti juo kahvia ja q = Matti juo teetä

Matemaattinen lause pitää paikkaansa (on tosi) silloin, kun Matti juo jompaakumpaa sekä myös silloin, kun Matti juo kumpaakin.

Kvanttoreilla taas voidaan havainnollistaa käänösprosessia matematiikan kielestä luonnolliseen kieleen. Erityisen mielenkiintoista on kvanttoreiden negaation kääntäminen. Valitaan esimerkiksi väitelause

$P(x)$ = juo kahvia

Tällöin universaalikvanttorilla 'V' muodostettu lause 'Kaikki juovat kahvia' merkitään

$\forall(x)P(x)$ = kaikki juovat kahvia

ja lauseen negaatio

$\neg(\forall(x)P(x))$ = Ei ole niin, että kaikki juovat kahvia

voidaan ilmaista myös

$\exists(x) \neg P(x)$ = on olemassa joku, joka ei juo kahvia

Matemaattisen osaamisen lisäksi muutokset kvanttoreiden negaatioiden välillä vaativat kielen hallintaa. Opiskelijoiden pitäisi harjaantua kvanttoreiden käyttöön niin, että he osaavat käyttää niitä sekä matematiikan kielellä että luonnollisella kielellä.

Tämänkaltaisia käänöstaitoja ei tietenkään edellytetä edes kaikilta lukiolaisilta, mutta luonnollisella kielellä esitetyn tiedon kääntäminen matemaattiseen muotoon ja takaisin vaaditaan esimerkiksi kaikissa sanallisissa tehtävissä. Sanallisten tehtävien ymmärtäminen edellyttää vahvaa opetuskielen

¹⁷ Laajemmin formaalista logiikasta sekä terminologiasta mm. Kivelä 2000, 341–344.

hallintaa matemaattisen tiedon lisäksi, joten oppitunneilla on hyvä käyttää aikaa tehtävän kielelliseen tarkasteluun ennen sen muokkaamista matemaattiseen muotoon.

Edellisillä esimerkeillä on havainnollistettu, miten opetuskielen ja matematiikan kielen hallinta on välttämätön edellytys mm. sanallisten tehtävien ymmärtämiselle, ratkaisemiselle ja kielentämiselle takaisin luonnollisen kielen muotoon. Esimerkeillä on myös pyritty havainnollistamaan käänösprosessia matematiikan kielestä luonnolliselle kielelle. Pelkkä ratkaisujen sanallinen ilmaisu ei aina riitä. Oppilaiden tulee pystyä myös esittämään omia johtopäätöksiä ja perusteluja. Matemaattisen tehtävän ratkaiseminen perustuu universaalin matemaattisen kielen ja merkintätapojen hallintaan, kun taas omien perustelujen esittäminen tapahtuu myös luonnollisen kielen kautta. Omaa päättelyä voidaan avata erilaisilla kuvilla ja graafeilla. Matemaattisessa tekstissä tietoa havainnollistetaan usein erilaisilla taulukoilla ja tilastoilla, joiden ymmärtäminen, arvottaminen ja tuottaminen edellyttävät monilukutaitoa¹⁸. Matemaattiset tekstilajit voivat vaatia oppilaalta esimerkiksi kykyä laatia annetusta aineistosta taulukko tai kuva¹⁹.

Oppilaiden tulisi siis harjaantua matematiikan kielen ja käsitteiden käyttöön niin, että niitä voidaan hyödyntää matemaattisen kielen käytössä, matemaattisen tiedon esityksessä sekä matemaattisen kielen ja ilmiöiden arkikielistämisessä. Kielellisen tuen tarjoaminen oppilaille ehkäisee osaltaan pelkkää laskujen mekaanista oppimista ja luo samalla pohjaa syvemmälle ymmärrykselle. Täten kielitietoisuus olisi hyvä ottaa huomioon niin jokapäiväisessä opetuksessa kuin silloin, kun oppilaalle tarjotaan tukea hänen kannaltaan haastavilla osa-alueilla. Matematiikan oppitunneilla oppilaat oppivat hallitsemaan kolmea eri kieltä: universaalia matematiikan kieltä, tiedonalalle ominaista luonnollista kieltä sekä koulun opetuskieltä²⁰.

Lopuksi

Tässä artikkelissa on käsitelty kielitietoisuutta sekä kielen roolia tiedon rakentamisessa matematiikan oppiaineessa. Kielitietoisessa koulussa kielen keskeinen merkitys oppimisessa otetaan huomioon kaikissa oppiaineissa ja koulun toimintakulttuurissa. Selkeimmin kielitietoisuutta voi tuoda esille oppiainekohtaisen terminologian opettamisessa ja oppimisessa, mutta on tärkeää huomata ja tuoda

¹⁸ Opetushallitus julkaisee syksyllä 2017 monilukutaidosta ruotsinkielisen ohjekirjan (Hellgren 2017), josta löytyy myös konkreettisia esimerkkejä matematiikan ja muiden luonnontieteiden opetuksen osalta.

¹⁹ Osana monilukutaitoa matematiikan opetus kehittää mm. tieto- ja viestintäteknologista osaamista. Matematiikan opetuksessa on myös hyvä hyödyntää erilaisia tapoja hahmottaa matemaattisia ilmiöitä ja muotoja, kuten geometrisia muotoja. Opetuksessa voidaan hyödyntää erilaisia ohjelmia (kuten GeoGebra) tai konkreettisia esineitä.

²⁰ Matematiikan oppitunneilla ja erityisesti sanallisten tehtävien ratkaisussa esiintyvät kielet voidaan jakaa myös eri tavalla kolmeen (Joutsenlahti & Kulju 2010: 78): matematiikan symbolikieli, kuviokieli ja luonnollinen kieli. Kuviokieli viittaa visuaaliseen esitystapaan esimerkiksi geometrian tehtävien ratkaisussa.

näkyvämmiin esille sen merkitys myös muilla oppiaineiden osa-alueilla, kuten eri tekstilajien tulkintataidoissa.

Kielitietoinen opettaja tiedostaa, kuinka suuri merkitys hänen omalla kielenkäytöllään on oppimistilanteissa. Mitä vaativammalle taitotasolle oppilas etenee, sitä yksityiskohtaisempaa, abstraktimpaa ja monimuotoisempaa kieltä hän pystyy käsittelemään. Opettajan pitää huomioida opettamansa ikäluokan kielitaito ja haastaa oppilaitaan niin, että opetus tukee oppiainekohtaisten kielellisten taitojen kehittymistä ja kielellisten tavoitteiden saavuttamista.

Matematiikan oppimiselle ja opettamiselle olennaista on mm. terminologian hallinta ja sen monipuolinen tukeminen ja kehittäminen. Matematiikassa kielitietoinen opetus tukee oppilaita muuttamaan reaali maailman pulman (sanallisen tehtävän) matemaattiseen muotoon, ratkaisemaan sen matemaattisin keinoin, ja sen jälkeen kielentämään sen takaisin yleiskieliseen muotoon. Matematiikka edellyttää myös kykyä täsmälliseen ja johdonmukaiseen perusteluun esimerkiksi matemaattisessa todistamisessa tai ratkaisutavan esityksessä. Matematiikassa monilukutaito kehittyy oppilaan tutustuessa erilaisiin matemaattisiin tekstilajeihin, kuten kuviin, tilastoihin ja graafeihin.

Artikkelissa matematiikan opettamista ja oppimista on käsitelty melko yleisestä näkökulmasta. Tarkastelussa ei ole erityisesti huomioitu esimerkiksi oppilaiden yksilöllisiä eroja tai moninaisia kieli- ja kulttuuritaustoja. On kuitenkin tärkeää huomata, että tarve kielitietoiselle opetukselle kasvaa myös lisääntyvän muuttoliikkeen myötä. Koulut ovat jo nyt monikielisiä ja niiden oppilailla on kielellisesti ja kulttuurillisesti moninaiset taustat. Opetuskielen opettaminen kuuluu siis väistämättä jokaisen oppiaineen tehtävään ja opettajan rooli kielellisenä mallina korostuu entisestään.

Kielitietoisten työtapojen hyödyntäminen jokaisen oppiaineen oppitunnilla tukee kaikkien oppilaiden kielellistä kehitystä. Kielellä on merkittävä rooli kaikessa oppimisessa, ja panostamalla kielitietoisuuteen voidaan edesauttaa kaikkien oppilaiden – kielellisestä, kulttuurisesta tai sosioekonomisesta taustasta huolimatta – mahdollisuuksia menestyä koulumaailmassa ja elämässä yleisesti.

Teksti:

Karoliina Inha

Projektiavustaja

Uusi peruskoulu -ohjelma: Kielten kärkihanke

Opetushallitus

Kirjallisuus

Council of Europe 2015. *The language dimension in all subjects: A handbook for curriculum development and teacher training*. Strasbourg: Euroopan neuvosto.

Deeper learning and the key role of languages and linguistic development in all learning. Ks. Kielikasvatusfoorumin oheiskirjallisuus http://www.oph.fi/download/189054_Lisamateriaaleja.pdf.

European Centre for Modern Languages (ECML) 2016. *Language descriptors in Finnish*.

Suomalaiseen kontekstiin sovitettu käännös kielitaitokuvaimista.

http://www.ecml.at/Portals/1/mtp4/language_descriptors/documents/Descriptors-FI.pdf. Viitattu

16.10.2017. Alkuperäiset kuvaimet teoksessa Moe et al. 2015: 65–72.

Halinen, I., Harmanen, M. & Mattila, P. 2015. *Making Sense of Complexity of the World Today: why Finland is Introducing Multiliteracy in Teaching and Learning*. Teoksessa Bozsik, V. (toim.): *Improving Literacy Skills across Learning*: 136–153. CIDREE Yearbook 2015. Budapest: HIERD.

Hartikainen, M. & Harmanen, M. 2015. *Museot monilukutaidon oppimisen paikkana*. Teoksessa Kinanen, P. (toim.): *Museot & mediakasvatus*: 12–17. Helsinki: Suomen museoliitto.

Hellgren, J. (toim.) (tulossa). *Multilitteracitet. Upptäck och utveckla din kompetens*. Helsinki: Opetushallitus.

Joutsenlahti, J. 2010. *Matematiikan kirjallinen kielentämin lukiomatematiikassa*. Teoksessa Asikainen, M., Hirvonen, P.E. & Sormunen K (toim.): *Ajankohtaista matemaattisten aineiden opetuksen ja oppimisen tutkimuksessa*: 3–15. *Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen tutkimuspäivät Joensuussa 22.–23.10.2009*. Joensuu: Itä-Suomen yliopisto.

Joutsenlahti, J. & Kulju, P. 2010. *Kieliteoreettinen lähestymistapa koulumatematiikan sanallisiin tehtäviin ja niiden kielennettyihin ratkaisuihin*. Teoksessa Ropo, E., Silfverberg, H. & Soini, T. (toim.): *Toisensa kohtaavat ainedidaktiikat. Ainedidaktiikan symposiumi Tampereella 13.2.2009*: 77–90. Tampere: Tampereen yliopisto.

Kivelä, S. K. 2000 (2. painos). *Lukiotason matematiikan tietosanakirja. M niin kuin matematiikka*. Helsinki: MFKA-Kustannus Oy.

Luukka, M-R 2004. *Genre-pedagogiikka: askelia tekstitaitojen jatkumolla*. Teoksessa Luukka, M-R & Jääskeläinen P. (toim.): *Hiiden hirveä hiihtämässä: hirveä(n) ihana kirjoittamisen opetus*: 145–160. *Äidinkielen opettajain liiton vuosikirja XLVIII*. Helsinki: Äidinkielen opettajain liitto.

Mattila, P. 2015. *Kielikasvatus eurooppalaisena tehtävänä*. Teoksessa Mustaparta, A-K (toim.): 25–32.

Moe, E., Hämälä, M., Kristmanson P., Pascoal J. & Ramoniené M. 2015. *Language skills for successful subject learning: CEFR-linked descriptors for mathematics and history/civics*. Strasbourg: Council of Europe.

Mustaparta, A-K. (toim.) 2015. *Kieli koulun ytimessä – näkökulmia kielikasvatukseen*. Helsinki: Opetushallitus.

Nissilä, S. 2016. *Kielikasvatus ja kielitietoisuus – havaintoja S2-opetuksesta*. Tampere: Tampereen yliopisto.

Opetushallitus. *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Opetushallitus, Määräykset ja ohjeet 2014.

Rapatti, K. 2015. *Kielitietoisuus kieliaineiden opetuksessa*. Teoksessa Mustaparta, A-K (toim.): 55–62.

Shore, S. & Rapatti, K. 2014. *Tekstilajitaidot: Lukemisen ja kirjoittamisen opetus koulussa*. Äidinkielen opettajain liiton vuosikirja 2014. Helsinki: Äidinkielen opettajain liitto.

Vaarala, H., Reiman, N., Jalkanen, J. & Nissilä, L. 2016. *Tilanne päällä! Näkökulmia S2-opetukseen*. Helsinki: Opetushallitus.

Muu materiaali

Kuukka, I. (tulossa). *Kielitietoisuus ja kielitietoinen opetus* (Opetushallitus koulutusmateriaali).