

## Eessõna

### Loodusteaduslik haridus ja haridustehnoloogia

Ligikaudu kümme aastat on nn Rocardi raporti „Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe” (Rocard *et al.*, 2007) avaldamisest saadik olnud loodusteaduslik ja matemaatikaharidus Euroopa Liidus varasemast suurema tähelepanu all. Selle eesmärk on suurendada loodusteadustes, inseneri- ja matemaatikavaldkonnas (STEM – *science, technology, engineering, mathematics*) karjääri valivate inimeste hulka, et tagada liikmesriikide areng neile erialadele tugineva innovatsiooni kaudu. Euroopa Komisjoni hiljutises raportis „Science education for responsible citizenship“ (European Commission, 2015) rõhutatakse, et tulevikusuundumused eeldavad kõigi ühiskonnaliikmete senisest paremat arusaamist loodusteadustest ja tehnoloogiast, et tagada nende aktiivne ja vastutus-tundlik osalemine otsustusprotsessis ja teadmispõhises innovatsioonis. Ühe lahendusena nähakse siin haridustehnoloogiliste võimaluste laiemat kasutamist. Muutus algab aga koolist, kus tuleb senisest enam pöörata tähelepanu loodusteadusliku-tehnoloogiaalase kirjaoskuse kõrgematele tasemetele.

Teaduskirjanduses on ulatuslikult viidatud Robertsi (2007) kahele loodusteadusliku kirjaoskuse visioonile, millest esimene on traditsioonilise rõhuasetusega loodusteaduslike teadmiste ja oskuste kujundamisele, teine aga progressiivne ja võtab arvesse 21. sajandi kodanikele vajaliku kompetentsuse, sh loodusteadusliku karjääriteadlikkuse kujundamist. Progressiivse dimensiooniga ühtib ka Eesti üldhariduskooli õppekava loodusvaldkonna kontseptsioon – haridus loodusteaduste kaudu (Holbrook & Rannikmäe, 2007) –, kus loodusteaduslik pädevus defineeritakse loodusteadusliku kirjaoskuse intellektuaalset, sotsiaalset ja personaalset dimensiooni silmas pidades (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Kuna loodusteaduslik kirjaoskus muutub ajas, sõltudes nii õpilase vanusest kui ka sotsiaalsest keskkonnast (sh haridus), ei ole siin tegemist kindlalt fikseeritud tulemusega, vaid rääkida saab ainult tasemetest. Ka praeguse erinumbri artiklid tuginevad Bybee (1997) loodusteadusliku kirjaoskuse tasemelisuse määratlusele, mille järgi eristatakse nelja taset: nominaalset, struktuurilist,

funktsionaalset ja mitmedimensioonilist taset. Need laiapõhjalised tasemed erinevad kontekstuaalselt PISA uuringu valdavalt loodusteaduslikule sisule orienteeritud ülesannete tasemetest.

Loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamisel on oluline tuua loodusteaduste tundidesse igapäevaeluga või globaalsete nähtustega seotud sotsiaal-teaduslikud probleemid. Õpilaste jaoks relevantsete probleemide käsitlemise kaudu kujundatakse nii otsuse tegemise oskust kui ka sotsiaal-teadusliku põhjendamise oskust, mis on olulised 21. sajandi oskused (Choi, Lee, Shin, Kim, & Krajcik, 2011) ja mida tuleb kindlasti ka hinnata (Romine, Sadler, & Kinslow, 2017).

Loodusteadusliku ja tehnoloogiahariduse teemadele laiemalt keskendub ka USA Michigani Ülikooli teadlaste tööga seonduv artikkel. **Joseph Krajcik** ja **İbrahim Delen** mõtestavad lahti STEM-hariduse olulisuse energia tootmise ja kasutamise ajalooliste aspektide näitel. STEM-valdkonna ideede rakendamisel rõhutavad nad loodusteaduste ja inseneriteaduse tavade, samuti loovuse, probleemilahendus- ja suhtlemisoskuse ning otsustusvõime olulisust. Autorid peavad STEM-hariduses vajalikuks kaasata õpilased disainiprotsessi, sest disaini kui mõtlemisprotsessi osa kaudu on võimalik jõuda probleemide lahendamiseni, ühtlasi on disain mõtlemisprotsessi lahutamatu osa.

Joseph Krajcik ja İbrahim Delen selgitavad artiklis Fortuse jt (2004) järgi kohandatud disainil põhinevat loodusteaduste õpimudelit ja analüüsivad põhimõtteid, mis on STEM-õpikeskkonna loomise aluseks. Selles õpikeskkonnas on olulisel kohal ka nn suurte ideede (teadusharudeüleste kontseptsioonide) kujundamine. Uurimuses antakse ülevaade ka üksikute teadusharude kesksete ideede kontseptsioonist ja sellest, kuidas toetada õpilasi nende omandamisel. Uudse mõistena tutvustavad autorid tehnoloogilistel vahenditel põhinevat disaini ehk tehnoloogilist disaini, rõhutades, et tehnoloogiliste vahendite abil ei looda ainult uusi disainiprodukte, vaid ka õpikeskkond, milles õpilased omandavad aktiivselt teadmisi. Sellises keskkonnas on võimalik kasutada tehnoloogiat reaalsele andmele juurdepääsemiseks veebis, samuti mitmesugusteks koostöövormideks. Väärtusliku teaduslik-metoodilise aluse saab artikli lugeja loodusteaduste ja inseneriteaduse võrdlemise kaudu, mille käigus täpsustub nii küsimuste esitamise, probleemide sõnastamise kui ka mudelite loomise osakaal.

Krajciki ja Deleni artikli struktuur ning ülesehitus erinevad teiste ajakirja erinumbri autorite töödest, kuna tegemist on paradigmaatilisi suundumusi ja nende olemust käsitleva teoreetilise ülevaateartikliga STEM-valdkonnas. See artikkel annab teadusliku põhjenduse paljudele teistele artiklitele.

Rocardi raporti autorid on väitnud ka seda, et loodusteaduste ja matemaatika õpetamine koolis peab kaasama õpilasi sügavuti õpiprotsessi ning selleks tuleb rohkem rakendada uurimuslikku ja probleemõpet. Samuti peab õpetamine tuginema senisest enam õpilaste huvidele, mida on rõhutatud ka Gago meeskonna raportis „Europe needs more scientists“ (Gago *et al.*, 2004). Eestis on uurimuslikule ja probleemõppele laialdast tähelepanu pööratud juba enam kui kümme aastat. Probleemõppe tutvustamisel on bioloogia ainekavas valdavalt tuginetud David H. Jonasseni (2000) probleemide klassifikatsioonile, mille kohaselt eristatakse 11 probleemitüüpi kahes grupis. Esimest gruppi, kuhu kuulub neli probleemitüüpi, iseloomustab üks õige lahend või lahenduskäik, seevastu teisele grupile, kuhu kuuluvad ülejäänud seitse probleemitüüpi, on omane võrdväärsete lahenduskäikude ja/või lahendite paljusus. Uurimusliku õppe rakendamisel on Eestis nii õppekavade arendamisel, õpetajakoolituses, õppematerjalide koostamisel kui ka nendega seonduvates arendusprojektides ja uurin-gutes valdavalt lähtunud mudelist, mis on kokkuvõtlikult esitatud Pedaste jt (2015) artiklis „Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle“.

Nii õpilaste motiveerimiseks, otsuste tegemise ja põhjendamise oskuse kujundamiseks, probleemide lahendamiseks kui ka uurimuslikuks õppeks on Eestis kas iseseisvalt (nt Tiigrihüppe kaudu) või rahvusvahelises koostöös (nt Euroopa Komisjoni projektide toel) arendatud hulgaliselt õppematerjale ja -metoodikaid, kus loodusteaduste õppimist ja õpetamist toetatakse õpilastele relevantsete kontekstipõhiste õppemeetodite kõrval ka uudsete haridustehnoloogiliste lahendustega. Tihe koostöö õpetajatega ning uuenduste viimine õpetajate esma- ja täienduskoolitusse võivad olla ühed põhjused, miks teadmiste rakendamise ja probleemide lahendamise oskustele keskendunud PISA uuringus on Eesti 15aastaste õpilaste akadeemilised tulemused teiste riikidega võrreldes alati väga head. Nii olid 2015. aasta uuringus Eesti õpilased punktide keskmise alusel loodusteadustes Euroopas esimesel ning maailmas Singapuri ja Jaapani järel kolmandal kohal. Alla nn baastaseme jääb Eestis 9% õpilastest. Võrdluseks: uuringus osalenud 72 riigi hulgas on selliseid õpilasi keskmiselt 22%. Seevastu PISA kahele kõrgeimale tasemele jõudnud ehk nn tippsooritajaid on Eestis 13,5% (uuringus osalenud riikides keskmiselt 8%).

Heade tulemuste kõrval osutab viimane PISA uuring ka probleemsetele kohtadele. Nimelt on väga headest akadeemilistest tulemustest hoolimata Eesti õpilaste huvi jätkata oma karjääri loodusteaduste, sh infotehnoloogia valdkonnas PISA keskmise taseme lähedal. Reaalsus tekitab aga veelgi enam muret, sest ülikoolidesse astub loodusteaduste ja tehnoloogia

erialasid õppima enamasti vähem üliõpilasi, kui on õppekohti. Lisaks katkestab suur osa neist õpingud ja ei jätkka seega oma loodusteaduslikku või tehnoloogiaalast karjääri. Seega on väga oluline mõista, mis tekitab õpilastes huvi loodusteaduste, aga ka laiemalt tehnoloogiaga seotud erialade vastu ja kuidas toetada nende karjääri. Hüsing jt (2013) on näidanud, et praeguse situatsiooni jätkumisel on kogu Euroopa suure probleemi ees – arvutuste kohaselt on nt infotehnoloogiasektoris aastaks 2020 puudu kuni 1,3 miljonit töötajat. Ühelt poolt on selle taga ebapiisav huvi, teisalt õpingute pooleli jätmine.

Praeguses ajakirjanumbris püütakse otsida eelnimetatud probleemide lahendust Eesti kontekstis, tuginedes nii Eesti kui ka rahvusvaheliste teadus- ja arendusprojektidele ning nendega seotud uuringutele. Eesmärk on tagada nüüdisaegne õpikeskkond, nagu Chang, Hsiao ja Barufaldi (2006) ütlevad – segu divergentsetest pedagoogilistest lähenemisviisidest ja eri tüüpi õpilastest oma erinevate huvide ja eeldustega. Tänapäevane õpikeskkond eeldab ka uudset sisu ja konteksti. Siinjuures räägitakse üha enam teadusteülestest raamideede mõistmise olulisusest, mis kooli kontekstis tähendab kohustusliku ainesisu mahu vähendamist ja enam tähelepanu pööramist interdistsiplinaarsete kontseptsioonide ning sotsiaal-teaduslikku kandepinda omavate oluliste probleemide käsitlemisele kõigil elukestva õppe tasanditel. Seetõttu ei sobi kasutada enam pelgalt ainekeskseid lahendusi, mis suunavad õpetajaid kõiki õpilasi ühtmoodi õpetama, vaid liikuda tuleb õppijakesksuse suunas, võttes arvesse õppijate eripära, huvisid ja tulevikusuundumusi. Seejuures tuleks senisest enam kasutada haridustehnoloogilisi lahendusi, mis võimaldavad õppimist personaliseerida ja anda kriitilisi hinnanguid orienteerumisel inforikkas digimaailmas. Üks selliseid lahendusi on ka selles ajakirjanumbris kirjeldatud mõistekaardi meetod (Reiska & Soika, 2015).

Ajakirja esimeses artiklis avab **Miia Rannikmäe** koos kolleegidega SA Archimedese finantseeritud teadusprojekti LoTeGüm tulemusi. Projekti peaesmärk on vastata küsimusele, kas PISA edu jätkub ka gümnaasiumiastmes ning mis juhtub seal õpilaste huviga. Tegemist on longituud-uuringuga, kus osales üle 2000 õpilase kolme gümnaasiumiaasta jooksul. Ühtlasi on see mahukaim uuring, mis on Eestis gümnaasiumitasandil nii representatiivse valimiga tehtud. Õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse taset mõõdeti originaalinstrumentiga, mille esimese osaga hinnati kognitiivseid loodusteaduslikke teadmisi kontekstipõhises keskkonnas, teise osaga õpilaste arusaamasid teadusest ning kolmanda osaga õpilaste suhtumist ja hinnanguid (sh metakognitiivseid oskusi). Instrumenti viimane osa oli arvutipõhine mõistekaardi koostamine, mis tugines uuenduslikule

metoodikale (Cañas, Novak, & Reiska, 2015). Nimetatud nelja dimensiooni kasutamine loodusteadusliku kirjaoskuse tasemete määramisel on uudne. Tulemused osutavad, et õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse tase muutub gümnaasiumi jooksul vähe. Tegemist on pigem paigalseisuga. Nii nagu näitasid ka PISA tulemused, ilmes ka sellest uuringust, et gümnaasiumilõpetajatel on raskusi probleemide lahendamisega ja otsuste põhjendamisega. Muret tekitab on ka asjaolu, et vaatamata uurimusliku õppe tähtsustamisele ainekavades nõustub üle 40% õpilastest positivistliku väitega, et on olemas üks ja ainus teaduslik meetod.

Üks võimalusi tekitada huvi loodusteaduste ja matemaatika vastu ning tõhustada õpet on haridustehnoloogiliste lahenduste põhjendatud ja tähenuslik kasutuselevõtt. Selleks on vaja saavutada digipädevus, mida Eesti põhikooli ja gümnaasiumi riiklikes õppekavades avatakse DIGCOMP-i raamistikule (Ferrari, 2013) tuginedes. Sellele toetub ka ajakirja teine artikkel, milles **Margus Pedaste** koos kolleegidega tutvustab Tartu Ülikooli institutsionaalse uurimisprojekti „Nutikad tehnoloogiad ja digitaalne kirjaoskus õppimiskäsituse muutmisel” esimese etapi tulemusi. Selles osutatakse, et üks võimalikest lahendustest õpilaste huvi äratamisel ja seeläbi ka karjäärivaliku toetamisel on info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) senisest tõhusam kasutamine õppimisel ja õpetamisel. See eeldab nii õpilastelt ja õpetajatelt kui ka lapsevanematelt digitaalset kirjaoskust ja digivahendite kasutamist soosivaid hoiakuid. Oma artiklis jõuavad autorid tõdemuseni, et kuigi igapäevaelus kasutatakse nutitelefone ja tahvelarvuteid sageli, siis õppimisel tehakse seda suhteliselt vähe. Nimelt jagunesid 6. ja 9. klassi õpilased hierarhilise klasteranalüüsi tulemusena viide rühma: sünnipärase digikodanikud, infoinimesed, suhtlevad infoinimesed, loomeinimesed ja nutiseadmete mittekasutajad. Ligikaudu pooled õpilased – nutiseadmete mittekasutajad – rakendasid nutiseadmeid õppimisel korra kuus või harvem. Ülejäänute hulgas oli kõige suurem nende õpilaste rühm, kes kasutasid nutiseadmeid valdavalt info otsimiseks ja talletamiseks. Oluliselt vähem oli neid, kes tegid nutiseadmete abil ka suhtlemist või uue sisu loomist eeldavaid õppeülesandeid. Ainult 5% õpilastest kasutas neid mitmekesiselt igapäevastes õpiülesannetes.

Tartu Ülikooli institutsionaalsele uurimisprojektile toetub ka ajakirja kolmas artikkel, milles **Moonika Teppo** jt keskenduvad põhikooliõpilaste huvide kontekstuaalsuse ja loodusainete õpimotivatsiooni uurimisele. Tuginedes Gilberti (2006) ja rahvusvahelise uuringu ROSE tulemustele (Sjøberg & Schreiner, 2002; Teppo & Rannikmäe, 2008), koostati instrument, mida kasutati nii 6. kui ka 9. klassi õpilaste küsitlemisel. Ilmnes, et kümne aasta taguse ajaga võrreldes on õpilaste huvides endiselt samad suundumused,

mis eristavad poisse ja tüdrukuid. Uudse momendina leiti õppeaine sisu spetsiifilised dimensioonid, mis on olulised loodusainete kontekstide formuleerimisel ja haridustehnoloogiliste lahenduste loomisel. Uuringu tulemuste alusel tehtud uuriv faktoranalüüs ei kinnitanud Deci ja Ryani (2015) õpimotivatsiooni küsimustiku modifitseeritud versioonis esitatud alaskaalade paikapidavust ning tõstatas vajaduse mitmedimensiooniliste lisaanalüüside järele.

**Inga Ploomipuu** ja **Jack Holbrooki** artikli fookuses on rakendus- kõrgharidus: Tartu Tervishoiu Kõrgkooli näitel käsitletakse loodusteadusliku kirjaoskuse hetketaset õpingute alustamisel, luues silla gümnaasiumi- haridusega. Uuringus kasutati projekti LoTeGüm instrumendi modifitseeritud kognitiivset testi. Tulemused osutavad kitsaskohtadele õpinguid alustavate õppurite bioloogia- ja keemiaalastes teadmistes ja oskustes. Täheldada võib samu tendentse mis gümnaasiumilõpetajate puhul, kuid üliõpilaste keskmised tulemused jäävad siiski loodusteadusliku kirjaoskuse madalamatele tasemetele. Artikkel aitab kaasa loodusteadusliku kirjaoskuse dimensiooni ja tervisealase kirjaoskuse dimensiooni sarnasuste ning erinevuste väljaselgitamisele, mis lõppkokkuvõttes moodustab tervisehariduse kontseptsiooni aluse.

**Aveliis Posti** jt artiklis käsitletakse bioloogiaharidusega seotud probleeme. Autorid diskuteerivad, millisel määral vastavad gümnaasiumi- õpilaste bioloogiateadmised ja nendega seotud kognitiivsed oskused ühiskonna ootustele. Teoreetilises peatükis tutvustatakse Delphi meetodikal põhineva ühiskonna huvigruppide küsitluse tulemusi (Laius, Post, & Rannikmäe, 2016), mis on vaieldamatult üks artikli spetsiifilisimaid osi ja mille põhjal on koostatud ka test, mida kasutatakse projekti LoTeGüm uuringuinstrumendi osana bioloogiateadmiste ja -oskuste väljaselgitamisel. Uurimistöö tulemused näitavad, et nii 10. kui ka 11. klassis on erinevus poiste ja tüdrukute testi saavutustasemes. Seega ei vasta gümnaasiumi bioloogiaharidus arvamusiidrite ootustele. Vaid teadmiste reprodutseerimises jõudsid õpilased kõrgemate saavutustasemeteni. Kuivõrd probleemide lahendamisel ja otsuste tegemisel ei ole võimalik rakendada vaid ühe ainega seotud teadmisi, tõstatub selleski artiklis interdistsiplinaarsuse probleem. Artikli autorid esitavad mitmesuguseid soovitusi bioloogiahariduse ajakohastamiseks, rõhutades vajadust arendada loovust.

Ajakirja kuuendas artiklis analüüsitakse, miks hoolimata üldiselt suurest huvist IKT valdkonna vastu (PISA 2015 uuringu järgi on Eestis 30aastaselt IKT valdkonnas töötada soovivate õpilaste osakaal suurem kui üheski teises uuritud riigis – 12,5%) ei jagu meil siiski valdkonna spetsialiste. **Külli Kori** ja **Kadri Mardo** selgitavad Tinto (1993) integratsioonimudelile tugineva

kvalitatiivse uuringuga, millised tunnused iseloomustavad IKT valdkonna kõrgkooliõpingud juba esimesel aastal katkestanud üliõpilasi ning millised mittekatkestanud üliõpilasi. Saadud tulemusi teiste autorite omadega kõrvutades teevad nad ettepanekuid väljalangemuse vähendamiseks. Nende põhiseisukoht on, et olenevalt õppevormist ja üliõpilaste varasemast kokkupuutest IKT õppimisega tuleks pöörata tähelepanu nii akadeemilisele kui ka sotsiaalsele integratsioonile.

Ajakirja viimases artiklis käsitlevad **Imbi Henno** ja tema kolleegid uuringus TALIS (2013) osalenud eesti loodusainete õpetajate uskumusi, õpetamispraktikat ja enesetõhususe hinnanguid ning võrdlevad tulemusi eelmise TALISe uuringu (2008) omadega. Uurimusest ilmneb, et võrreldes teiste ainete õpetajatega olid loodusainete õpetajate uskumused konstruktivistlikumad nii TALIS 2008 kui ka TALIS 2013 uuringus. Kui TALIS 2008 uuringus eesti ja vene õppekeele koolide loodusainete õpetajate uskumused ja enesetõhususe hinnangud statistiliselt olulisel määral ei erinenud, siis TALIS 2013 uuringus olid eesti õppekeele koolide õpetajate uskumused küll konstruktivistlikumad, kuid enesetõhususe hinnangud madalamad. Õpetamispraktika kohta selgus, et õpilaste motiveerimist ja aktiveerivat praktikat rakendavad loodusainete õpetajad samal määral kui teiste ainete õpetajad. Nagu varasematest uurimustest, ilmnis ka praegusest analüüsist, et loodusainete õpetajate uskumuste ja õpetamispraktika hinnangute vahel valitseb vastuolu. Konstruktivistlikest uskumustest hoolimata on õpetamispraktika enamasti suhteliselt traditsiooniline, õpilasi aktiveerivaid, praktilisi ja uurimuslikke tegevusi rakendatakse vähem, kui oleks vaja õpilaste õpitulemuste, eelkõige motivatsiooni oluliseks parandamiseks.

Arusaadavalt ei suuda ajakirja erinumber anda ammendavat ülevaadet kõigist loodusteadusliku hariduse ja haridustehnoloogia uuematest arengusuundadest. Seetõttu valiti ka ajakirjas tutvustatavaks raamatuks Springeri kogumik „New developments in science and technology education“. Sellesse on koondatud 17 teadlaste kollektiivi viimaste aastate tööd, mis kokkuvõttes viitavad eelkõige erinevatele võimalustele tehnoloogia kasutamiseks koostöises uurimuslikus õppes. Seejuures avatakse kogumikus liitreaalsuse võimalusi, seotakse loodusteaduste õppimist kunstiharidusega või laiemalt võtmekompetentsidega, et seeläbi tulemuslikumalt probleeme lahendada. Lisaks väidetakse raamatus, et õpetajakoolitus vajab muutust. Õpetajad peavad enam liikuma koostöise õppimise ja ühiselt uute õppeülesannete disainimise suunas.

Seekordne erinumber on esmane eestikeelne süstemaatiline teadusartiklite kogumik ja loogiline jätk eesti teadlaste teadusuuringuid tutvustavale raamatule „The need for a paradigm shift in science education for

post-Soviet societies“ (Holbrook, Rannikmäe, Reiska, & Ilsley, 2008). Erinumber toob esile olulisimad paradigmaatilised suundumused loodus-teadusliku hariduse ja haridustehnoloogiaga seotud valdkondades Eestis. Toimetajad soovivad sisukat lugemist.

Miia Rannikmäe, Priit Reiska, Margus Pedaste

## Kasutatud kirjandus

- Bybee, R. W. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy: An international symposium* (pp. 37–68). Kiel: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Cañas, J. A., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 6–19.
- Chang, C.-Y., Hsiao, C.-H., & Barufaldi, J. P. (2006). Preferred-actual learning environment ‘spaces’ and earth science outcomes in Taiwan. *Science Education*, 90(3), 420–433. <https://doi.org/10.1002/sce.20125>
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S.-W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670–697. <https://doi.org/10.1002/tea.20424>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2015). *SDT: Questionnaires: Intrinsic Motivation Inventory (IMI)*. Retrieved from <http://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>.
- European Commission (2015). *Science education for responsible citizenship. Report to the European Commission of the Expert Group on Science Education*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub\\_science\\_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf](http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf).
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe* (Report No. JRC83167). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110. <https://doi.org/10.1002/tea.20040>
- Gago, J. M., Ziman, J., Caro, P., Constantinou, C. P., Davies, G., Parchmann, I., ... Sjøberg, S. (2004). Europe needs more scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology. Brussels: European Commission.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.



- Holbrook, J., Rannikmäe, M., Reiska, P., & Ilsley, P. (Eds.) (2008). *The need for a paradigm shift in science education for post-Soviet societies*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Hüsing, T., Korte, W. B., Fonstad, N., Lanvin B., Cattaneo, G., Kolding, M., ... van Welsum, D. (2013). *e-Leadership: e-Skills for competitiveness and innovation. Vision, roadmap and foresight scenarios*. Final report. Retrieved from <http://eskills-vision.eu/fileadmin/eSkillsVision/documents/VISION%20Final%20Report.pdf>.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85.  
<https://doi.org/10.1007/BF02300500>
- Laius, A., Post, A., & Rannikmäe, M. (2016). Determining support of Estonian stakeholders for a new competence-based science education curriculum. *International Journal of Education and Information Technologies*, 10, 15–24.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Reiska, P., & Soika, K. (2015). Suggestions for teacher education from concept mapping studies. *Knowledge Management & E-Learning*, 7(1), 149–161.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the Quantitative Assessment of Socio-Scientific Reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274–295.  
<https://doi.org/10.1002/tea.21368>
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2002). *ROSE handbook: Introduction, guidelines and underlying ideas*. Retrieved from <http://folk.uio.no/sveinsj/ROSE%20handbook.htm>.
- Teppo, M., & Rannikmäe, M. (2008). Paradigm shift for teachers: More relevant science teaching. In J. Holbrook, M. Rannikmäe, P. Reiska, & P. Ilsley (Eds.), *The need for a paradigm shift in science education for post-Soviet societies* (pp. 25–46). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Tinto, V. (1993). *Leaving college: Rethinking the causes and cures of student attrition* (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.