

# Eesti ja Soome õpetajate enesetõhusus seoses paradigma muutusega loodusteaduslikus hariduses: sotsiaalteaduslike teemade integreerimine

Moonika Teppo<sup>a1</sup>, Miia Rannikmäe<sup>a</sup>, Anssi Salonen<sup>b</sup>, Justus Kinnunen<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Tartu Ülikool

<sup>b</sup>Ida-Soome Ülikool

## Annotatsioon

Selles uurimuses võrreldakse Eesti ja Soome loodusainete õpetajate enesetõhusust seoses paradigma muutusega loodusteaduslikus hariduses, keskendudes sotsiaalteaduslike probleemide integreerimisele. Uurimuse eesmärk on välja selgitada, kuidas pädevatena tunnevad ennast loodusainete õpetajad sotsiaalteaduslike probleemide õpetamisel ning millised kitsaskohad ilmnevad nende enesetõhususes lõimida keerukaid, interdistsiplinaarseid ja ühiskondlikult olulisi teemasid loodusteaduste õpetamisse. Analüüsiti nii kogunud õpetajate kui ka õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste hinnanguid neljas valdkonnas: ülekantavad oskused, tervis ja meditsiin, kestlik areng ning digipädevused. Tulemused näitasid, et Eesti õpetajad hindasid end oluliselt pädevamaks tervise- ja meditsiiniteemades ning digitehnoloogia kasutamisel võrreldes Soome õpetajatega. Mõlema riigi õpetajad andsid kõige madalamaid hinnanguid aga tervise- ja meditsiiniteadmistele ning kestliku arenguga seotud interdistsiplinaarsetele teadmistele võrreldes teise kahe valdkonnaga. Samuti ilmnisid erinevused kogunud õpetajate ja õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste võrdluses – kogunud loodusainete õpetajad hindasid oma pädevusi kõrgemalt ülekantavate oskuste, tervise- ja meditsiini ning kestliku arengu valdkondades. Tulemused rõhutavad vajadust täiendada õpetajakoolituse õppekavasid selliselt, et toetada loodusainete interdistsiplinaarset lähenemist, lõimides õpetamisel uusi ja kaasageid digitehnoloogiaid ning tõstes loodusteaduslikku kompetentsust.

**Võtmesõnad:** digitehnoloogia, õpetajate enesetõhusus, ülekantavad oskused, sotsiaalteaduslikud probleemid

<sup>1</sup> Ökoloogia ja maateaduste instituudi loodusteadusliku hariduse keskus, Tartu Ülikool, Vanemuise 46–226, 51003 Tartu; moonika.teppo@ut.ee.

## Sissejuhatus

Loodusteaduste õpetamine on läbimas olulist paradigma muutust: traditsiooniliselt sisukeskne lähenemine on asendumas integreeritud käsitlusega, kus rõhk on sotsiaalteaduslike probleemide (ingl *socio-scientific issues*, SSI) lõimimisel (Zeidler *et al.*, 2019). Selline muutus sunnib õpetajaid omandama uusi pädevusi ja kohandama õpetamispraktikaid, et käsitleda elulisi loodusteaduslikke probleeme, põimides neid sotsiaalsete olukordadega (Owens & Sadler, 2024). Paradigma muutuse ajendiks on ühiskondlikud ootused, mis rõhutavad vajadust valmistada õppijaid ette digitaalsete ja keerukate globaalsete väljakutsetega toime tulemiseks. Teaduspõhiste otsuste tegemine digipöörde ja rohepöörde ajastul (Muench *et al.*, 2022) eeldab, et õpilased mõistaksid teaduse ja ühiskonna vastastikust mõju ning suudaksid rakendada loodusteaduslikke teadmisi ja oskusi uutes olukordades (Hadjichambis *et al.*, 2020). Sellises kontekstis on õpetajatel tähtsaim roll, mistõttu on oluline uurida, kuidas võrdpädevana loodusainete õpetajad sotsiaalteaduslike teemade õpetamisel end tunnevad ning milliste valdkondade millised pädevused vajavad täiendavat arendamist.

Kuigi rahvusvahelistes uuringutes on rohkesti käsitletud õpetajate üldist enesetõhusust ja selle seoseid kaasaegsete õpetamispraktikatega (Klassen & Tze, 2014; Tschannen-Moran & Hoy, 2001), on vähe tähelepanu pööratud sellele, kuidas loodusteaduste õpetajad tajuvad oma kompetentsust õpetada ühiskondlikult olulisi ja interdistsiplinaarseid loodusteaduslikke teemasid. Senised uuringud on näidanud, et näiteks kliimamuutuste ja kestlikkusega seotud teemade õpetamisel tunnevad õpetajad sageli ebakindlust (Herranen & Aksela, 2024). Samuti on mõned varasemad uuringud näidanud, et molekulaarbioloogiaga (nt vaktsineerimise ja geenitehnoloogiaga) seotud teemade õpetamisel on õpetajad sageli tajunud madalat enesetõhusust, eriti juhul, kui teemad hõlmavad eetilisi või moraalseid dilemmasid, mida on keeruline käsitleda (Boedeker *et al.*, 2023; Haberbosch *et al.*, 2025).

Hiljutised uuringud rõhutavad digitaliseerimise kasvavat rolli sotsiaalteaduslikele probleemidele põhinevate loodusteaduste õpetamises. Karışan ja Zeidler (2023) väidavad, et digivahendid toetavad sotsiaalteaduslike probleemide põhist õpet tõenduspõhise mõtlemise ja eetilise arutlusvõime arendamise kaudu, samas kui Dayan ja Tsybulsky (2024) näitavad, kuidas digitaalse sisu haldamine aitab kujundada teadlikumaid otsuseid ning loob tugevamaid seoseid teaduslike teadmiste ja ühiskondlike küsimuste vahel. Nendele tulemustele lisaks toovad Lin jt (2024) esile tehnoloogia potentsiaali suurendada õpilaste kaasatust ja tugevdada distsipliinidevahelisi seoseid. Kuigi digitehnoloogiad pakuvad uusi võimalusi, kuidas toetada kriitilise mõtlemise ja interdistsiplinaarsuse seoseid, on neid tõhusalt rakendada endiselt keeruline –

õpetajatel puuduvad sageli vajalikud digipädevused ja didaktilised oskused, et siduda tehnoloogia kasutamine sotsiaalteaduslike probleemide lahendamisega loodusteaduste õpetamisel.

Seega on vajadus täiendavate uuringute järele, mis avaksid loodusainete õpetajate valmisolekut käsitleda ja lõimida globaalseid ühiskondlikke väljakutseid – nagu digitehnoloogia, kestlik areng, ülekantavad oskused ning tervis ja meditsiin – oma õpetamisse.

Eelnevast lähtuvalt sõnastati kaks uurimisküsimust.

1. Kas ja kuidas erinevad Eesti ja Soome loodusainete õpetajate hinnangud oma kompetentsusele ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia kasutamise valdkonnas?
2. Kas ja millisel määral erinevad töötavate õpetajate ja õpetajaks õppivate üliõpilaste hinnangud oma enesetõhususele ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia valdkonnas?

## Teoreetiline ülevaade

Euroopa Liidu nn *twin transition* (Muench *et al.*, 2022) – rohepöörde ja digipöörde samaaegne elluviimine – seab haridusele ning eeskätt loodusainete õpetajatele väga olulise rolli. Õpetajad on need, kes kujundavad õpilaste arusaamu ja oskusi nii kestliku eluviisi kui ka digitaalse ühiskonna jaoks. Selleks, et Euroopa saavutaks oma eesmärgi muutuda targaks, kestlikuks ja kaasavaks majandusruumiks, on vaja uut põlvkonda teadlasi ja praktikuid, kes suudavad lahendada suurimaid globaalseid väljakutseid energia, vee, kliimamuutuste, toidu, tervise ja transpordi valdkonnas (Key Competences for Lifelong Learning, 2019). Haridussüsteem, eriti loodusteaduslik haridus, saab siin anda olulise panuse, pakkudes õpilastele teadmisi ja oskusi, mis võimaldavad arendada kriitilist mõtlemist, sotsiaalteaduslike probleemide lahendamist ja kestlike otsuste tegemist (Zeidler *et al.*, 2019).

Keskkonna ja jätkusuutliku arenguga seotud teemade õpetamine eeldab õpetajate valmisolekut ja enesetõhusust neid teemasid käsitleda. Õpetajate enesetõhusus on määrava tähtsusega, kuna see kujundab nende valmidust katsetada uusi õpetamismeetodeid ning lõimida keerulisi ja sageli vastuolulisi teemasid – vaksineerimine, geenitehnoloogia või kliimapoliitika – loodusainete õpetamisse (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Senised uuringud on näidanud, et just selliste interdistsiplinaarsete ja sotsiaalse kandepinnaga teemade õpetamisel tunnevad õpetajad sageli ebakindlust (Herranen & Aksela, 2024).

## Enesetõhusus

Enesetõhusus (ingl *self-efficacy*) (Bandura, 1977) on sotsiaalse kognitiivse teooria keskne mõiste, mis viitab indiviidi usule oma võimesse saavutada soovitud tulemusi konkreetsetes olukordades. Õpetajate kontekstis tähendab enesetõhusus nende usku oma suutlikkusse kavandada, korraldada ja viia läbi õppetööd, mis mõjutab õpilaste õppimist ja käitumist (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Uuringutest ilmneb, et kõrge enesetõhususega õpetajad näitavad suuremat pühendumust, paindlikkust ja vastupidavust tööleste väljakutsetele ning on üldiselt tõhusamad õppijate motiveerijad ja õppimist toetavate strateegiategi rakendajad (Klassen & Tze, 2014).

Empiirilised uuringud on näidanud, et õpetajate enesetõhusus mõjutab nii õpetamise kvaliteeti kui ka õpilaste õpitulemusi (Zee & Koomen, 2016). Näiteks on leitud, et õpetajate kõrgem enesetõhusus mõjutab lisaks suuremale töörahulolule ka õpilaste akadeemilisi tulemusi (Caprara *et al.*, 2006). Viimase, 2024. a läbiviidud rahvusvahelise TALISE uuringu tulemused näitasid, et Eesti õpetajad tulevad enda hinnangul hästi toime klassi juhtimise ja õpilaste kaasamisega õppeprotsessi, kuid õppe läbiviimisel (nt hindamisstrateegiategi mitmekesisuse poolest) on õpetajate enesetõhusus madalam OECD keskmisest (Leijen *et al.*, 2025).

On ka leitud, et õpetajate enesetõhusus on tihedalt seotud nii läbipõlemise kui ka töörahuloluga – kõrgem enesetõhusus tase oli seotud madalama emotsionaalse kurnatuse ja kõrgema töörahuloluga, samas kui madal enesetõhusus suurendas läbipõlemise riski (Skaalvik & Skaalvik, 2010). Samuti leiti samas uuringus, et koolikeskkond, mis toetab õpetajate autonoomiat ja koostööd, aitab säilitada nende motivatsiooni ja heaolu.

Viimaste aastate uuringud on toonud esile, et enesetõhusus ei ole kõigis õpetamise valdkondades ühesugune, vaid võib varieeruda õppeaine, konteksti ja õpetamistaseme kaupa. Näiteks von Knebel jt (2023) on näidanud, et loodusteaduse õpetamisel sõltub õpetajate enesetõhusus nende aineteadmistest ja õpetamiskogemusest. Samuti on uuringud näidanud, et digitaalne enesetõhusus on tihedalt seotud nii tegeliku digitehnoloogia kasutuse kui ka tehnoloogia suhtes tuntava ärevuse ehk tehnofobiaga (Ulfert-Blank & Schmidt, 2022). Seega saab kirjandusele tuginedes esile tuua, et enesetõhusus on kontekstispetsiifiline – see võib varieeruda eri õppeainetes ja õpetamistasemetel ning seda mõjutavad mitmed faktorid. Näiteks eeldab õpetajate enesetõhusus uurimine loodusainete õpetamisel alati konkreetse teemaga arvestamist, kuna õpetajad võivad tunda end ühes valdkonnas pädevamana kui teises, ning see võib mõjutada nii nende valikuid õppetöö planeerimisel kui ka valmisolekut käsitleda keerukamaid või vähem tuttavaid teemasid.

## Ülekantavad oskused

Ülekantavad oskused (ingl *transversal skills*), mida sageli nimetatakse ka 21. sajandi oskusteks (ingl *21st century skills*) või võtmekompetentsideks (ingl *transversal competencies*), viitavad teadmiste, oskuste ja hoiakute kogumile, mis toetavad õppijate võimet tulla toime kiiresti muutuvus ühiskonnas ja tööturul (Key Competences for Lifelong Learning, 2019). Nende hulka kuuluvad näiteks kriitiline ja loov mõtlemine, probleemilahendusoskus, koostöö, enesejuhtimine ning digipädevus, mida peetakse vältimatuks ka loodusteaduslike probleemide käsitlemisel. Bandura (1977) rõhutab, et selliste pädevuste kujunemisel mängib olulist rolli õppijate ja õpetajate enesetõhusus, sest see määrab, kuidas nad tunnevad end pädevana uusi oskusi rakendama ja keerukaid ülesandeid lahendama.

Eesti riiklikus õppekavas eristatakse üldpädevusi, valdkonnapädevusi ja kooliastmetes taotletavaid pädevusi (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011; Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Üldpädevused (kultuuri- ja väärtuspädevus, sotsiaalne ja kodanikupädevus, enesemääratluspädevus, õpipädevus, suhtluspädevus, matemaatika-, loodusteaduste ja tehnoloogiaalane pädevus, ettevõtlikkuspädevus ja digipädevus) on lõimitud riiklikku õppekavasse kui kõiki õppeaineid läbivad arengueesmärgid, mida saavutatakse kõigi õppeainete kaudu ning tunni- ja koolivälises tegevuses. Soomes käsitletakse ülekantavaid oskusi kui läbivaid pädevusi, mis on sarnaselt Eestiga osa riiklikust õppekavast alushariduses, põhikoolis ja gümnaasiumis. Nende hulka kuuluvad näiteks mõtlemisoskused, kultuuri- ja suhtluspädevus, IKT-oskused, enesehool ja igapäeva eluga toimetulek, mitmikkirjaoskus ning tööeluks ja kestlikuks tulevikuks vajalikud oskused (Finnish National Board of Education, 2016, 2019, 2022). Mõlemad riigid rõhutavad vajadust lõimida neid oskusi kõikidesse õppeainetesse, sh loodusteadustesse, et toetada õpilaste võimet seostada aineteadmisi igapäeva elu ja ühiskondlike väljakutsetega.

Uuringud on näidanud, et ülekantavate oskuste arendamine on loodusteaduste õpetamise üks keskseid eesmärgi, kuid neid praktikas rakendada on sageli keeruline. Näiteks rõhutab Bybee (2013), et STEM-haridus (ingl *science, technology, engineering, mathematics*) peaks toetama kriitilise mõtlemise ja probleemilahendusoskuste kujunemist, sidudes õpitut igapäeva elu ja ühiskonna probleemidega. Soobard ja Rannikmäe (2011) leidsid, et Eesti õpilaste jaoks on loodusteaduste õppimine sageli seotud faktiteadmiste omandamisega, samas kui ülekantavad oskused, nagu kriitiline mõtlemine ja sotsiaal-teaduslike probleemide lahendamine loodusainete kontekstis, jäävad tagaplaanile. Rahvusvahelised uuringud nagu PISA (OECD, 2019a) on samuti toonitanud, et loodusteaduslik kirjaoskus ei hõlma ainult sisuteadmisi, vaid ka võimet kasutada

teadmisi ühiskondlikult olulistest olukordades, mis eeldab loovat ja kriitilist mõtlemist, koostööoskust ning digipädevust.

Kuigi ülekantavate oskuste lõimimine õppekavadesse on rahvusvaheliselt hoogustunud, pole nende rakendamine sirgjooneline. Loodusainete õpetajate puhul tähendab see vajadust tõsta nende enesetõhusust, et nad tunneksid end pädevana lõimima sotsiaalteaduslikke probleeme ja vahendama interdistsiplinaarseid teadmisi, samuti vajavad õpetajad senisest enam tuge, et neid pädevusi loodusteaduste õppes süsteemselt arendada.

### Digitehnoloogia kasutamine ja sellega seotud väljakutsed loodusteaduste õpetajate seas

Digitehnoloogia rakendamine loodusteaduste õpetamisel on muutunud järjest olulisemaks nii Eestis, Soomes kui ka rahvusvaheliselt. Uuringud on näidanud, et digitehnoloogia ja digivahendite rakendamine loodusteaduste õppimisel toetab õpilaste aktiivset teadmiste konstrueerimist, uurimuslikku mõtlemisviisi ning nähtuste mõtestamist, võimaldades õppida interaktiivsemalt ja kontekstipõhisemalt (Pedaste *et al.*, 2015; Smetana & Bell, 2012). Siiski sõltub tehnoloogia mõju õppimisele otseselt õpetajate valmisolekust ja pädevusest seda sihipäraselt kasutada. Kõrge tehniline kompetents ei pruugi viia pedagoogiliselt tõhusate praktikate tekkeni, kui puudub oskus siduda tehnoloogiat õpieesmärkide ja loodusnähtuste selgitamisega (Laius & Orgusaar, 2025; Tondeur *et al.*, 2016). Uuringutest on selgunud, et loodusainete õpetajad, kes tajuvad end digitehnoloogia kasutamisel enesekindlana, on tõenäolisemalt valmis rakendama uurimuslikku õpet ja kaasama õpilasi keerukate probleemide lahendamisse (Tondeur *et al.*, 2016). Samuti on leitud, et digipädevuse areng on seotud õpetajate enesetõhususe ja professionaalse agentsusega (ingl *professional agency*) – õpetajate usuga, et nad saavad ise kujundada oma õpetamispraktikaid ja kasutada tehnoloogiat loovalt (Brevik *et al.*, 2019; Cruz & Albuquerque Costa, 2025; Nagel *et al.*, 2023).

Tehnoloogia aktsepteerimise mudel (Technology Acceptance Model, TAM), mille algselt pakkusid välja Davis ja Davis (1989), on üks enim kasutatud mudeleid digitehnoloogia kasutuselevõtu uurimisel. Mudel kirjeldab mehhanisme, mille kaudu inimesed otsustavad, kas ja kuidas tehnoloogiat oma töös rakendada. See on eriti asjakohane haridusvaldkonnas, kus õpetajatel on sageli märkimisväärne autonoomia tehnoloogia kasutusviiside ja -sageduse määramisel. Hiljutised metanalüüsid näitavad, et TAM-i kesksed konstruktid nagu tajutud kasulikkus (ingl *perceived usefulness*) ja tajutud kasutuslihtsus (ingl *perceived easy of use*) on jätkuvalt tugevad tehnoloogia kasutuselevõtu ennustajad nii tulevaste kui ka juba töötavate õpetajate seas (Scherer *et al.*, 2019).

Kui TAM keskendub tehnoloogia aktsepteerimise psühholoogilistele aspektidele, siis digitehnoloogia kasutamise analüüsimine TPACK-raamistiku (Technological Pedagogical Content Knowledge) (Mishra & Koehler, 2006) kaudu rõhutab vajadust varustada õpetajaid mitte üksnes tehniliste oskustega, vaid ka suutlikkusega lõimida tehnoloogiat viisil, mis toetab õppekava eesmärke, soodustab kaasatust sotsiaalteaduslike probleemide käsitlemisel ning rikastab loodusteadusliku õppimise interdistsiplinaarseid lähenemisi (Jimoyiannis, 2010). Selle väljakutsega tegelemine on eriti oluline Eestis ja Soomes, kus võib püsida oht, et digivahendeid kasutatakse vaid traditsioonilise õpetuse lisandina, mitte aga sügavama õppimise ja arusaamise edendajatena (Saarinen *et al.*, 2021; Valtonen *et al.*, 2015). Näiteks selgus Haridus- ja Noorteameti algatuse „Digikiirendi“ uuringu tulemustest, et õpetajate hinnangud oma kindlustundele arvuteid kasutada kui ka kindlustundele õpilastele digivahendeid õpetada suurenes oluliselt pärast programmi läbimist (Digikiirendi Arenguprogramm, 2025).

### Kestlik areng, tervis ja meditsiin kui sotsiaalteaduslikud probleemid loodusainete õpetamisel

Tänapäevane loodusainete õpetamine peab vastama ühiskonna ees seisvatele globaalsetele väljakutsetele, mille hulka kuuluvad kliimamuutused, kestlik areng, rahvastiku tervis, meditsiinitehnoloogia areng ja eetilised küsimused, mis nendega kaasnevad. Uuringud on näidanud, et sotsiaalteaduslike probleemide lõimimine õppetöösse toetab õpilaste kriitilist mõtlemist, loodusteadusliku kirjaoskuse arengut ning arusaamasid teaduse rollist ühiskonnas (Sadler, 2011; Zeidler *et al.*, 2019; Zeidler & Nichols, 2009). Loodusainete õpetajatel on selles protsessis oluline roll, kuna just nende kaudu kujundatakse õpilaste arusaamu inimese ja keskkonna seostest ning vastastikusest mõjust.

Kestliku arengu teemade lõimimine loodusteaduste õpetamisse eeldab võimet siduda loodusteaduslikke teadmisi sotsiaalsete ja eetiliste küsimustega, mis on sageli väljakutseks ka kogenud õpetajatele (Borg *et al.*, 2014). Mitmed uuringud on näidanud, et loodusainete õpetajad hindavad oma teadmisi ja oskusi kestliku arengu valdkonnas sageli pigem mõõdukaks (Laurie *et al.*, 2016). Õpetajad tunnevad end kindlamalt traditsiooniliste loodusteaduslike teemade käsitlemisel, kuid ebakindlamalt siis, kui tegemist on interdistsiplinaarsete, eetiliste või ühiskondlike teemadega, nagu kliimaõiglus või kestlik tarbimine (Borg *et al.*, 2014; Cotton, 2006). Kestliku arengu põhimõtete tõhus lõimimine loodusteaduste õpetamisse ei tähenda üksnes uute teemade lisamist õppekavasse, vaid see eeldab õpetajate professionaalset arengut, koostöist õppimist ja institutsionaalset tuge, et kujundada terviklik arusaam teadusliku mõtlemise, keskkonnateadlikkuse ja sotsiaalse vastutuse seostest (Evans *et al.*, 2017).

Tervise ja meditsiini temaatika käsitlemine loodusteaduste õpetamisel eeldab õpetajatelt võimet siduda teadmisi inimese bioloogiast ja füsioloogiast ühiskondlike ja sotsiaalsete probleemidega, nagu näiteks vaksineerimine, ravimi-resistentsus, biotehnoloogia, terviseteadlik käitumine jne. Sellised teemad on olemuselt sotsiaalteaduslikud probleemid, mis aitavad õpilastel mõista teaduse ja ühiskonna vastastikust mõju ning arendada kriitilist mõtlemist, sotsiaalset vastutust ja kodanikupädevust, eetilist otsustusvõimet, loodusteaduslikku kirjaoskust jms (Sadler, 2011; Zeidler *et al.*, 2019; Zeidler & Nichols, 2009). Mitmed uuringud on näidanud, et loodusainete õpetajad hindavad oma pädevust tervise ja meditsiini teemade õpetamisel sageli madalaks, eriti kui teemad hõlmavad vastuolulisi või eetilisi aspekte (Boedeker *et al.*, 2023; Haberbosch *et al.*, 2025; Tidemand & Nielsen, 2017). Näiteks tunnevad õpetajad end kindlamalt bioloogiliste faktide ja protsesside selgitamisel, kuid vähem enesekindlalt siis, kui nad peavad suunama õpilasi arutlema eetiliste dilemmaade või teaduse ja ühiskonna vaheliste seoste üle (Lee *et al.*, 2006; Saunders & Rennie, 2013). Tervise ja meditsiini temaatika tõhus lõimimine loodusteaduste õpetamisse eeldab seega õpetajate professionaalse pädevuse arendamist ja enesetõhususe toetamist, pakkudes neile võimalusi arendada loodusteaduslikku kompetentsust ning pädevust juhtida arutelusid ühiskondlikult vastuolulistel ja eetilistel teemadel (Evagorou *et al.*, 2014).

## Meetod

### Valim

Selle uuringu valimisse kuulus kokku 137 loodusainete õpetajat Eestist ( $n = 68$ ) ja Soomest ( $n = 69$ ), hõlmates nii õpetajakoolituse üliõpilasi ( $n = 63$ ) kui ka juba töötavaid loodusainete õpetajaid ( $n = 74$ ) (vt tabelit 1). Vastajate õpetamiskogemus varieerus algajatest enam kui 15-aastase kogemuseni, kusjuures ligi 40%-l vastajatest puudus õpetajatöö kogemus. Kooliastmeti ilmnes samuti mitmekesisus: õpetajatest ligi 31% töötas gümnaasiumi- ning 49% põhikooliastmes (sh algkoolis). Haridusliku tausta võrdlusest selgub, et kõige rohkem oli vastajatel keemia- või füüsikaharidus. Võrreldes Eesti õpetajatega oli Soome õpetajatest 34-l matemaatikaharidus, mis on väga sageli loodusainete õpetajate teine õpetatav aine. Selline valim võimaldab võrrelda õpetajate enesetõhusust nii riikide kui ka õpetamiskogemuse kaupa.

**Tabel 1.** Valimi iseloomustus

Näitajad	Eesti (n)	Soome (n)	Kokku (n)
<b>Õpetajate arv kokku, sh</b>	68	69	137
õpetajakoolituse üliõpilased	29	34	63
töötavad õpetajad	39	35	74
<b>Töötamise staaž:</b>			
õpetamiskogemus puudub	29	25	54
0–5 aastat	6	20	26
5–10 aastat	4	7	11
10–15 aastat	3	7	10
rohkem kui 15 aastat	26	10	36
<b>Kooliaste, kus õpetatakse*:</b>			
algkool (1.–4. klassid)	1	6	7
põhikool (5.–9. klassid)	27	34	61
gümnaasium (10.–12. klassid)	23	20	43
ei õpeta praegu	29	25	54
<b>Hariduslik (aine-) taust*:</b>			
füüsika	15	29	44
keemia	14	30	34
bioloogia	13	14	27
geograafia	13	15	28
matemaatika	3	34	37
loodusteadused (mitme aine õpetaja)	13	-	13

\* Märkus. Vastajad võisid valida ka mitu kooliastet, kus nad õpetavad, või mitu hariduslikku tausta.

## Andmete kogumine

Andmeid koguti rahvusvahelise Erasmus+ õpetajate akadeemia projekti acaSTEMy (ingl *Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education*; Rahvusvaheline STEM-õpetajaharidus, mis keskendub läbivatele pädevustele ja jätkusuutlikule haridusele) raames samal ajal nii Eestis kui ka Soomes ajavahemikus mai–juuni 2024. Enne põhiandmete kogumist tehti pilootuuring (jaanuar–märts 2024), kus mõlema riigi õpetajad andsid tagasisidet nii küsimustiku sisulisele kui ka vormilisele poolele. Vastavalt piloteerimise tulemustele kohendati küsimustikku – näiteks lühendati üksikuid väiteid või sõnastati neid parema arusaadavuse eesmärgil. Andmete

kogumiseks jagati uuringu üleskutset mõlema riigi loodusainete õpetajaks õppivate magistriõppe tudengite seas Tartu Ülikoolis ja Ida-Soome Ülikoolis, samuti saadeti üleskutse loodusainete õpetajate infolistidesse.

## Instrument

Andmete kogumiseks kasutati mahukat veebipõhist küsimustikku, mis mõõtis õpetajate enesetõhusust neljas põhivaldkonnas: ülekantavad oskused (ingl *Transversal Skills*), tervis ja meditsiin (ingl *Health and Medicine*), kestlik areng (ingl *Sustainable Development*) ja digitehnoloogia (ingl *Digital Technology*). Küsimustik töötati välja rahvusvahelises koostöös acaSTEMy projekti raames. Kõigi valdkonna väiteid hindasid vastajad kuuepallisel Likerti-tüüpi skaalal, kus 1 tähistas väga ebakindlat ning 6 väga kindlat enesehinnangut oma võimekuse (teadmiste, oskuste) kohta.

**1. Ülekantavate oskuste** valdkonna kaudu mõõdeti õpetajate hinnanguid sellistele oskustele, nagu näiteks kriitiline ja loov mõtlemine, probleemi-lahendamine, koostöö ja ajaplaneerimine. Küsimused suunasid õpetajaid hindama oma võimekust nii info analüüsimisel kui ka probleemide lahendamisel. Valdkond sisaldas kokku 8 väidet, näiteks „Oskan analüüsida infot, et teha järeldusi (nt kliimamuutuste kohta)“ või „Oskan planeerida oma aega isiklike eesmärkide saavutamiseks“.

**2. Tervise ja meditsiini** valdkonnas uuriti õpetajate enesetõhusust tervisega seotud loodusteaduslike teemade käsitlemisel, alates molekulaarsetest protsessidest kuni biotehnoloogiliste rakendusteni. Küsimused hõlmasid nii aine-teadmisi kui ka oskust selgitada tervisega seotud nähtusi teistele. Kokku sisaldas see valdkond 12 väidet, näiteks „Oskan selgitada immuunsüsteemi talitlust ja selle häireid (nt autoimmuunhaigused)“ või „Tunnen biotehnoloogia rakendusi ravimite ja vaktsiinide tootmisel (nt mRNA tehnoloogiad)“.

**3. Kestliku arengu** valdkond keskendus keskkonna ja kestlikkuse teemadele, sealhulgas energiaallikatele, ringmajandusele ja kliimanetraalsuse saavutamisele. Lisaks hinnati õpetajate oskust neid teemasid õpilastele või kolleegidele arusaadavalt vahendada. Kokku sisaldas antud valdkond 12 väidet, näiteks „Tunnen peamisi biogeokeemilisi ringeid, nt süsiniku- või lämmastikuringe“ või „Oskan selgitada meetmeid, mis aitavad kaasa kliimanetraalsuse saavutamisele ja nutikate linnade arengule“.

**4. Digitehnoloogia** valdkond uuris õpetajate valmisolekut kasutada digitehnoloogiat õppetöös. Väited käsitlesid nii sobivate digivahendite tundmist, nende

kasutamise vajadust kui ka suutlikkust kohaneda uute lahendustega. Need väited põhinesid tehnoloogia aktsepteerimise mudelil (Technology Acceptance Model, TAM) (Davis & Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000), millega saab ennustada vastaja käitumuslikku kavatsust tehnoloogiat kasutada. Valdkond sisaldas kokku 9 väidet, näiteks „Olen teadlik sobivatest digitehnoloogiatest hariduse edendamiseks“ või „Tunnen ennast enesekindlalt uute digitehnoloogiate kasutusviisidega kohanemisel“.

## Andmete analüüs

Andmete analüüs hõlmas kahte põhilist etappi:

- faktoranalüüs latentsete tunnuste (faktorite) leidmiseks küsimustiku valdkondade sees;
- võrdlusanalüüs 1) Eesti ja Soome õpetajate ning 2) õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste ja töötavate õpetajate tulemuste vahelise erinevuse hindamiseks.

Statistiliseks analüüsiks kasutati programme MS Excel ja JASP.

## Uuringu eetilised aspektid

Uuring viidi läbi kooskõlas hea teadustava ja uurimiseetika põhimõtetega. Uuringu osalemine oli vabatahtlik ning kõik osalejad olid enne küsimustiku täitmist teadlikud uuringu eesmärgist ja andmete kasutamisest teaduse huvides. Andmeid koguti anonüümselt ning uuringus ei kogutud tundlikke (personaalseid) isikuandmeid. Osalejatel oli võimalik igal hetkel uuringu osalemisest loobuda. Kogutud andmeid kasutati üksnes teaduslikel eesmärkidel ning neid töödeldi ja säilitati kooskõlas kehtivate andmekaitseõuetega. Kuna tegemist oli vabatahtliku ja täiskasvanud osalejate seas läbiviidud küsitlusuuringuga, mille käigus ei kogutud tundlikke isikuandmeid, siis polnud eetikanõukogu kooskõlastus vajalik.

## Tulemused

### Faktoranalüüs

Küsimustiku struktuuri täpsustamiseks viidi läbi kirjeldav faktoranalüüs (ingl *Exploratory factor analysis*), kasutades *oblimin*-pöörämist. Faktoranalüüsi eesmärk oli vähendada igas küsimustiku valdkonnas väidete arvu ning tuvastada latentsed tunnused, mis koondavad sisuliselt sarnased väited üheks kategooriaks (faktoriks). Latentsed faktorid esindavad seega konstrukte, mis avalduvad vastajate hinnangute kaudu ning mida kasutati edasistes võrdlusanalüüsides. Kirjeldav faktoranalüüs viidi läbi eraldi iga nelja küsimustiku põhivaldkonna siseselt kogu valimi (nii Eesti kui ka Soome õpetajate) põhjal.

Kirjeldava faktoranalüüsi tulemusena eristus igas küsimustiku valdkonnas kaks faktorit (vt tabelit 2). Ülekantavate oskuste valdkonnas moodustusid probleemilahendus- ja koostööoskuste ning enesejuhtimise oskuste faktorid. Kuigi teise faktori väidete arv oli väike (2 väidet), oli mõlema faktori sisemine kooskõla aktsepteeritav ( $\alpha > 0,74$ ). Tervise ja meditsiini valdkonnas ilmnes kaks väga kõrge kooskõlaga ( $\alpha > 0,88$ ) faktorit: praktilised rakendused (nt ravimitootmine, biotehnoloogia, tervisekäitumine) ning inimorganismi talitlus ja häired (nt immuunsüsteem, geneetilised muutused). Kestliku arengu valdkonnas eristusid kestliku tarbimise ja elukvaliteedi ning kestliku energia- tootmise ja -kasutuse faktor. Mõlema sisemine kooskõla oli kõrge ( $0,82 < \alpha < 0,90$ ), kinnitades, et küsimustik mõõtis usaldusväärselt vastajate teadmisi ja oskusi nii tarbimise ja eluviisi kui ka energia ja transpordi kohta. Digitehnoloogia valdkonnas eristusid teadmised digitehnoloogiate rakendamises (faktor 1) ja enesekindlus digitehnoloogiate kasutamisel (faktor 2). Faktorite kooskõla oli samuti kõrge ( $0,85 < \alpha < 0,89$ ), näidates, et õpetajate digitehnoloogiline enesetõhusus hõlmab nii teadlikkust ja teadmisi kui ka valmisolekut ja mugavust digivahendite rakendamisel. Tulemustest selgub, et kumulatiivse variatiivsuse protsent oli kõigis valdkondades vähemalt 55%. Tervise ja meditsiini ning digitehnoloogia puhul ulatus see üle 70%, mis viitab tugevatele ja usaldusväärsetele faktorstruktuuridele.

**Tabel 2.** Faktoranalüüsi tulemused

Küsimustiku valdkond	Faktorite nimetused (väidete arv faktoris)	Kumulatiivse kirjeldatuse %	Sisemine kooskõla (Cronbachi $\alpha$ väärtus)
1. Ülekantavad oskused	Faktor 1: Probleemilahendus- ja koostööoskused (6 väidet)	41%	0,747
	Faktor 2: Enesejuhtimise oskused (2 väidet)	55%	0,758
2. Tervis ja meditsiin	Faktor 1: Tervise ja meditsiini praktilised rakendused (8 väidet)	61%	0,919
	Faktor 2: Inimorganismi talitlus ja häired (4 väidet)	70%	0,882
3. Kestlik areng	Faktor 1: Kestlik tarbimine ja elukvaliteet (8 väidet)	52%	0,897
	Faktor 2: Kestlik energia-tootmine ja -kasutus (4 väidet)	63%	0,825
4. Digi-tehnoloogia	Faktor 1: Teadmised digitehnoloogiatega rakendamisel (6 väidet)	52%	0,892
	Faktor 2: Enesetõhusus digitehnoloogiatega kasutamisel (3 väidet)	70%	0,848

### Võrdlusanalüüs

Eesti ja Soome õpetajate ning õpetajakoolituses õppivate ja töötavate õpetajate hinnangute vahelise erinevuse väljaselgitamiseks kasutati Mann-Whitney U-testi. Testi tulemused näitasid statistiliselt olulisi erinevusi kõigis neljas küsimustiku valdkonnas nii Eesti ja Soome õpetajate kui ka õpetajakoolituses õppivate ja töötavate õpetajate võrdluses.

Eesti õpetajad hindasid oma enesetõhusust statistiliselt oluliselt kõrgemalt kui Soome õpetajad järgmistes valdkondades: tervise ja meditsiini praktilised rakendused (tervis ja meditsiin, faktor 1), inimorganismi talitlus ja häired (tervis ja meditsiin, faktor 2), ning enesetõhusus digitehnoloogiatega kasutamisel (digitehnoloogia, faktor 2) (vt tabelit 3). Lisaks selgus, et õpetajate enesetõhusus kestliku arengu temaatikas (keskmised väärtused vahemikus 3,78–4,44) ning tervise ja meditsiini valdkonnas (keskmised väärtused vahemikus 2,92–3,61) jäi madalamaks võrreldes nende hinnangutega ülekantavate oskuste ja digitehnoloogia kohta. See viitab sellele, et õpetajad vajavad senisest suuremat teadlikkust tervise, meditsiini ja kestlikkuse teemade õpetamiseks.

**Tabel 3.** Eesti ja Soome loodusainete õpetajate hinnangute erinevused ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia valdkondades

Faktorid	Eesti õpetajad (n = 68)		Soome õpetajad (n = 69)		Mann-Whitney U statistik	p-väärtus
	Keskmine	Standardhälve	Keskmine	Standardhälve		
ÜO – faktor 1	4,58	0,80	4,59	0,62	2201,50	0,532
ÜO – faktor 2	4,61	1,04	4,49	1,21	2293,00	0,817
TM – faktor 1	3,54	1,22	2,92	1,04	1643,00	<b>0,002</b>
TM – faktor 2	3,61	1,30	3,13	1,21	1792,00	<b>0,017</b>
KA – faktor 1	4,08	1,06	3,78	1,00	1885,00	<b>0,047</b>
KA – faktor 2	4,39	1,20	4,44	0,81	2225,50	0,603
DT- faktor 1	4,36	0,86	4,38	1,07	2225,00	0,602
DT – faktor 2	4,56	1,10	3,54	1,43	1373,50	<b>&lt; 0,001</b>

*Märkus.* ÜO – ülekantavad oskused; TM – tervis ja meditsiin; KA – kestlik areng; DT – digitehnoloogia. Tulemused on esitatud Likert-tüüpi kuuepalliskaalal (1 – väga ebakindel, 6 – väga kindel).

Õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste ja töötavate loodusainete õpetajate võrdluses näitavad Mann-Whitney U-testi tulemused olulisi erinevusi järgmiste faktorite arvestuses: ülekantavad oskused (nii probleemilahendus- ja koostööoskused ( $p = 0,002$ ) kui ka enesejuhtimise oskused ( $p = 0,014$ )), tervise ja meditsiini praktilised rakendused ( $p = 0,028$ ) ning kestlik energia-tootmine ja -kasutus ( $p = 0,017$ ) (vt tabelit 4). Nimetatud valdkondades hindasid töötavad loodusainete õpetajad oma enesetõhusust statistiliselt oluliselt kõrgemaks võrreldes õpetajakoolituse üliõpilastega. Samas aga ei ilmnenu digitehnoloogia valdkonnas olulisi erinevusi kahe õpetajate grupi vahel. Kõikide faktorite võrdluses näitasid tulemused, et nii õpetajakoolituses õppivad kui ka töötavad loodusainete õpetajad hindasid oma enesetõhusust kõige kõrgemalt ülekantavate oskuste valdkonnas (keskmised väärtused vahemikus 4,28–4,78) ning kõige madalamalt tervise ja meditsiini teemade käsitlemisel ja õpetamisel (keskmised väärtused vahemikus 2,99–3,49), kus ilmnes ka vastuste kõige suurem varieeruvus (standardhälve vahemikus 1,14–1,29) võrreldes teiste valdkondadega.

**Tabel 4.** Õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste ja töötavate õpetajate hinnangute erinevused ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia valdkondades

Faktorid	Õpetajakoolituse üliõpilased (n = 63)		Töötavad õpetajad (n = 74)		Mann- Whitney U statistik	p-väärtus
	Kesk- mine	Standard- hälve	Kesk- mine	Standard- hälve		
ÜO – faktor 1	4,39	0,73	4,75	0,66	1631,00	<b>0,002</b>
ÜO – faktor 2	4,28	1,20	4,78	0,99	1771,00	<b>0,014</b>
TM – faktor 1	2,99	1,14	3,44	1,17	1824,00	<b>0,028</b>
TM – faktor 2	3,24	1,29	3,49	1,26	2076,00	0,270
KA – faktor 1	3,74	1,06	4,09	0,99	1887,00	0,055
KA – faktor 2	4,18	1,08	4,62	0,93	1779,00	<b>0,017</b>
DT- faktor 1	4,33	1,01	4,41	0,94	2244,00	0,708
DT – faktor 2	4,11	1,24	3,40	1,47	2365,00	0,885

*Märkus.* ÜO – ülekantavad oskused; TM – tervis ja meditsiin; KA – kestlik areng; DT – digitehnoloogia. Tulemused on esitatud Likert-tüüpi kuuepalliskaalal (1 – väga ebakindel, 6 – väga kindel).

## Arutelu

Selle uuringu põhieesmärk oli välja selgitada loodusainete õpetajate hinnangud oma enesetõhususele neljas põhivaldkonnas – ülekantavad oskused, tervis ja meditsiin, kestlik areng ning digitehnoloogia – ning võrrelda tulemusi nii Eesti ja Soome õpetajate kui ka töötavate (kogenud) õpetajate ja õpetajaks õppivate õpetajate vahel. Enne võrdlusanalüüsi tehti kirjeldav faktoranalüüs, et selgitada välja küsimustiku faktorstruktuur. Faktoranalüüsi tulemusena eristus kaks põhifaktorit igas valdkonnas, kokku 8 faktorit (vt tabelit 2).

### Eesti ja Soome õpetajate hinnangud oma enesetõhususele ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia valdkondades

Uuringu tulemused näitasid, et Eesti õpetajad hindasid oma enesetõhusust statistiliselt oluliselt kõrgemaks kui Soome õpetajad mitmes valdkonnas, sealhulgas tervise ja meditsiini praktilistes rakendustes, inimorganismi talitluse ja häirete tundmises, kestliku tarbimise ja elukvaliteedi temaatikas ning enesetõhususes digitehnoloogiat õppetöös kasutada.

Võrdlusanalüüsi tulemused näitasid, et nii Eesti kui ka Soome õpetajad hindasid oma enesetõhusust ülekantavate oskuste valdkonnas kõrgeks ning nende hinnangute vahel ei ilmnenud statistiliselt olulisi erinevusi. See viitab sellele, et mõlemas riigis tunnevad õpetajad end kindlalt oma võimes arendada ja rakendada ülekantavaid oskusi, nagu kriitiline ja loov mõtlemine, probleemi-lahendus, koostöö ja enesejuhtimine. Selline tulemus on kooskõlas varasemate rahvusvaheliste uuringutega, mis näitavad, et nii Eesti kui ka Soome haridus-süsteemid toetavad õpetajate professionaalset arengut ja reflektiivset õpetamis-praktikat (OECD, 2019b).

Õpetajate kõrged hinnangud oma enesetõhususele digitehnoloogiate kasutamisel on kooskõlas varasemate rahvusvaheliste hinnangutega, mis näitavad, et nii Eesti kui ka Soome kuuluvad Euroopa digitaalse hariduse liidrite hulka (European Commission, 2023; OECD, 2023). Siiski ilmses nende kahe riigi vahel statistiliselt oluline erinevus õpetajate enesetõhususes digitehnoloogiate kasutamisel. Eesti on süsteemselt investeerinud õpetajate digipädevuse arendamisse, pakkudes ulatuslikke koolitusprogramme ja tuge digivahendite lõimimiseks õppetöösse (Digikiirendi Arenguprogramm, 2025). Ka koolidel on hästi arenenud digitaalne taristu ja e-õppe platvormid, mis loovad õpetajatele võimaluse kasutada digivahendeid igapäevases õpetamises. Soome lähenemine on seevastu olnud vähem tsentraliseeritud – digipädevuse arendamine on sageli jäänud kohalike algatuste ja üksikute õpetajate kanda. See on toonud ühelt poolt kaasa suure hulga mitmekesisuse võimalusi, kuid samas killustanud koolituste ja ressursside süsteemi (Kaarakainen & Saikkonen, 2021; Lavonen & Salmela-Aro, 2022). Samuti võivad Eesti ja Soome õpetajate enesetõhususe erinevustes digitehnoloogiat kasutada olulist rolli mängida kultuurilised aspektid: Eestis soodustab riiklik digitaliseerimisstrateegia tehnoloogiasse proaktiivset suhtumist, samas kui Soome õpetajad võivad kogeda killustatumat tugistruktuuri ning samal ajal väärtustada enam traditsioonilist pedagoogilist lähenemisviisi, pidades digitaliseerimist mõnikord väliseks surveks, mitte õpetamise loomulikuks ja tõhusaks osaks. Erinevused varasemates kogemustes ja digivahendite tajutud olulisuses õpetamisel võivad osaliselt selgitada Soome õpetajate madalamat enesetõhusust digivahendite kasutamisel õppetöös.

Uuringu ühe põhitulemusena ilmses, et nii Eesti kui ka Soome õpetajate enesetõhusus oli oluliselt madalam tervise ja meditsiini ning kestliku arengu teemade käsitlemisel võrreldes ülekantavate oskuste ja digitehnoloogia valdkondadega. Sarnaseid tulemusi on teaduskirjanduses korduvalt esile toodud: õpetajad tunnevad ebakindlust keerukate ja interdistsiplinaarsete teemade (nagu kliimamuutused, jätkusuutlikkus või biotehnoloogia) lõimimisel õppetöös (Hadjichambis *et al.*, 2020; Herranen & Aksela, 2024). Madalad hinnangud viitavad vajadusele tugevdada õpetajate ettevalmistust just nendes

valdkondades, kus loodus- ja sotsiaalteaduslikud probleemid põimuvad ning mis eeldavad laiapõhjalisi teadmisi ja oskust ühendada erinevaid teaduslikke ja ühiskondlikke perspektiive (Zeidler *et al.*, 2019). Eesti õpetajate statistiliselt oluliselt kõrgem enesetõhusus tervise ja meditsiini valdkonnas võib olla seotud loodusainete õpetajate võrdlemisi tugeva ainepõhise ettevalmistusega bioloogias ja keemias ning terviseiga seotud teemade tihedama lõimimisega loodusainete tundides (OECD, 2019b). Samas pööratakse Soome õpetajakoolituses suuremat rõhku õppeprotsessi juhtimisele ja õppijakesksetele meetoditele, mistõttu võib aine sisu detailsem käsitus jääda vähem rõhutatuks (Mikkilä-Erdmann *et al.*, 2019). Lisaks käsitletakse tervise ja kestliku arengu temaatikat Soomes peamiselt üldpädevuste raames, mistõttu puudub neil teemadel selge koht üksikutes loodusainetes.

### **Töötavate õpetajate ja õpetajaks õppivate üliõpilastehinnangud oma enesetõhususele ülekantavate oskuste, tervise ja meditsiini, kestliku arengu ning digitehnoloogia valdkonnas**

Tulemused näitavad, et kogenud loodusainete õpetajatel on kõrgem enesetõhusus mitmes valdkonnas, eriti ülekantavate oskuste (probleemilahendus, koostöö, enesejuhtimine), tervise ja meditsiini praktiliste rakenduste ning kestliku energiatootmise ja -kasutusega seotud teemade käsitlemisel. Need erinevused võivad olla seletatavad sellega, et töötavatel õpetajatel on mitmeaastane õpetamiskogemus ja nad puutuvad igapäevatoös kokku selliste teemade õpetamisega, mis nõuavad nii sisulisi loodusteaduslikke teadmisi kui ka üldpädevuste rakendamist reaalse klassiruumi tingimustes.

Sarnaseid tulemusi on näidanud ka varasemad rahvusvahelised empiirilised uuringud. Näiteks leidsid von Knebel jt (2023), et töötavatel õpetajatel on kõrgem enesetõhusus interdistsiplinaarsete loodusteaduslike teemade õpetamisel võrreldes õpetajakoolituses õppivate õpetajatega ning et see on seotud õpetamiskogemuse ja valmisolekuga kasutada mitut ainet lõimivaid lähenemisi. Samuti on Herranen ja Aksela (2024) toonitanud, et õpetajate enesetõhusus seoses sotsiaalteaduslike probleemide (SSI) käsitlemisega suureneb praktilise kogemuse kasvades, mis omakorda suurendab usku oma võimetusse keerulisi teemasid õppetöös lõimida.

Tulemused on ootuspärased, kuna õpetamise kogemus ja klassiruumi praktika on olulised tegurid enesetõhususe kujunemisel (Bandura, 1977; von Knebel *et al.*, 2023). Kogenud õpetajatel on olnud rohkem võimalusi katsetada erinevaid õpetamisstrateegiaid ning osaleda erialastel koolitustel, mis on aidanud tugevdada aine- ja pedagoogilist kompetentsust ning soodustanud kõrgemat enesetõhusust. Samas viitab üliõpilaste madalam enesetõhusus vajadusele pakkuda õpetajakoolituses rohkem praktikapõhiseid ja reflektiivseid

õppimisvõimalusi, mis toetaksid nende valmisolekut õpetada kompleksseid interdistsiplinaarseid teemasid (Klassen & Tze, 2014).

Tulemustest selgus, et digitehnoloogia valdkonnas olulisi erinevusi kogenud õpetajate ja loodusainete õpetajaks õppivate üliõpilaste hinnangute vahel ei ilmnenud. See viitab sellele, et nii üliõpilased kui ka kogemustega loodusainete õpetajad tunnevad ennast digitehnoloogia valdkonnas sarnaselt, mis võib olla seotud digivahendite laialdase kasutamisega nii õpetajakoolituses kui ka koolipraktikas. Eriti pandeemiajärgses kontekstis on digioskuste arendamine olnud mõlema grupi õpetajate igapäevane vajadus (Scherer *et al.*, 2019; Valtonen *et al.*, 2020). See võib tasandada kogemusepõhist lõhet, mis muudes valdkondades avaldus.

## Kokkuvõte ja järeldused

Uuringu tulemuste põhjal saab teha mitmeid järeldusi.

**1. Rahvusvahelised erinevused õpetajate enesetõhususes.** Eesti õpetajad hindasid oma enesetõhusust oluliselt kõrgemaks kui Soome õpetajad nii tervise ja meditsiini, kestliku tarbimise ja elukvaliteedi kui ka digitehnoloogiate rakendamise valdkonnas. See viitab sellele, et riiklik hariduslik kontekst, õppekavad, tsentraliseeritud haridusstrateegiad, tugimehhanismid ning õpetajakoolituse eripärad võivad mõjutada õpetajate enesetõhusust erinevates valdkondades.

**2. Õpetajate madalam enesetõhusus interdistsiplinaarsetes loodusteaduslikus teadmises.** Nii Eesti kui ka Soome õpetajad hindasid oma teadmisi kestliku arengu ning tervise ja meditsiini teemade kohta madalamaks võrreldes ülekantavate oskuste ja digitehnoloogiliste pädevustega. See osutab potentsiaalsetele ainelünkadele või vähesele teadlikkusele nimetatud teemade käsitlemisest.

**3. Erinevused töötavate õpetajate ja õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste vahel.** Õpetamiskogemusega õpetajad mõlemas riigis hindasid oma enesetõhusust oluliselt kõrgemaks kui õpetajakoolituse üliõpilased probleemilahendus- ja koostööoskustes, enesejuhtimise oskustes, tervise ja meditsiini praktilistes rakendustes ning kestliku energia kasutamise teemadel, mis näitab, kui oluline on töökogemus enesetõhususe kujunemisel nimetatud valdkondades.

**4. Digitehnoloogia kasutamise eripärad.** Töötavate ja õpetajakoolituses õppivate üliõpilaste hinnangute põhjal erinevusi digitehnoloogia valdkonnas ei esinenud, küll aga hindasid Eesti õpetajad võrreldes Soome õpetajatega oma enesetõhusust digitehnoloogia rakendamisel kõrgemalt. Tulemused peegeldavad kokkuvõttes digihariduse head süsteemset rakendamist mõlemas riigis.

Kokkuvõttes viitavad siinse uuringu tulemused sellele, et hariduslik kontekst, hariduspoliitika, õppekavad ja õpetajakoolituse korraldus mängivad olulist rolli loodusainete õpetajate enesetõhususe kujunemisel sellistes tähtsates valdkondades nagu tervis ja meditsiin ning kestliku arenguga seonduv. Need teemad (vastupidiselt ülekantavate oskuste ja digitehnoloogia valdkondadele) vajavad suuremat tähelepanu, kuna neid käsitletakse sageli vaid ühe õppeaine (nt bioloogia) osana ning pigem marginaalselt nii Eestis kui Soomes. Selliseid puudujääke saaks ületada õpetajate täiendkoolituste ja õppekavade uuendamise kaudu, pöörates enam rõhku sotsiaalteaduslike teemade lõimimisele loodus-teaduslikku haridusse.

## Piirangud

Sellel uuringul on mitmeid piiranguid, mida tulemuste tõlgendamisel tuleb arvesse võtta. Esiteks oli valim suhteliselt väike ( $n = 137$ ) ning piirdus kahe riigiga (Eesti ja Soome), mistõttu ei saa tulemusi üldistada laiemale rahvusvahelisele kontekstile. Samuti ei saa me öelda, et vastanud õpetajad esindaksid konkreetset geograafilist piirkonda, kuna selliseid andmeid me uuringu käigus ei küsinud. Teiseks tugines uuring ainult eneseraporteeritud andmetele (hinnangutele), mis võivad olla mõjutatud sotsiaalse soovitatavuse efektist või vastajate subjektiivsest enesehinnangust, mitte nende tegelikust pädevusest (vt nt Klassen & Tze, 2014). Kolmandaks oli küsimustik küll põhjalikult disainitud ja faktoranalüüs näitas head sisemist kooskõla, ent mõned faktorid (nt enesejuhtimise oskused) koosnesid vähesest arvust väidetest, mis võib piirata tulemuste usaldusväärsust. Lisaks ei võimalda ristlõikeline uurimisdisain teha järeldusi põhjuslikkuse kohta – näiteks kas kõrgem enesetõhusus tuleneb pigem õpetajakoolitusest, koolipraktikast või rahvuslikest hariduslikest eripäradest. Samuti tuleb silmas pidada, et valimi moodustasid pea poole ulatuses kahe ülikooli õpetajakoolituse üliõpilased, kellel puudus õpetajakogemus, mistõttu saab nende enesetõhusust õpetajana hinnata vaid hüpoteetiliselt. Tulevikus võiks uuringut laiendada nii suurema ja mitmekesisema valimi kui ka pikilõikelise lähenemisega, et mõista paremini õpetajate enesetõhususe kujunemist ajas ning eri hariduslike sekkumiste mõju.

## Soovitused

Uuringu tulemused toovad esile mitmeid praktilisi järeldusi nii loodusainete õpetamise, õpetajakoolituse kui ka hariduspoliitika jaoks. Koolipraktikas tuleks senisest enam pöörata tähelepanu interdistsiplinaarsete teemade lõimimisele,

seda eelkõige tervise ja meditsiini ning kestliku arenguga seotud valdkondades. Näiteks võiks loodusainete tundides rakendada rohkem probleemi- ja projekti-põhiseid õppemeetodeid, mis toetavad nii õpilaste kriitilist mõtlemist kui ka tegutsemisvalmidust ühiskondlike väljakutsetega tegelemisel. Samuti on oluline, et sotsiaalteaduslike probleemide põhist õpetamist integreeritaks ka teistesse õppeainetesse, et see ei jääks vaid loodusainetespetsiifiliseks õpetuseks.

Õpetajakoolituses on vajalik pakkuda süsteemsemat ettevalmistust sotsiaal-teaduslike probleemide käsitlemiseks, sealhulgas rõhutada biotehnoloogia, tervisekäitumise ja kestlikkuse teemasid, mis praegu kipuvad jääma eelkõige bioloogiaõpetuse marginaalseks osaks. Lisaks tuleks suurendada õpetaja-koolituse üliõpilaste võimalusi praktiseerida digitehnoloogiatega töötamist õppetöösse, et tugevdada nende enesekindlust ja pädevust enne tööle asumist.

Digitehnoloogiatega kasutamist loodusteaduslikus hariduses tuleks käsitleda eelkõige vahendina õpetajate enesetõhususe toetamiseks, mitte pelgalt uusimate ja kiiresti muutuvate tööriistade tutvustamisena. Nii õpetajakoolituses kui ka täiendkoolitustes tuleks keskenduda digiplatvormide, koostöökeskkondade ja tehnoloogia lõimimise strateegiatega järjepidevale ja praktilisele kasutamisele autentsetes õpetamissituatsioonides. Enesekindlus kasvab korduva, tähendusliku rakendamise ja reflektiivse praktika kaudu. Seetõttu peaks nii esma- kui ka täiendusõpe seadma esikohale pädevuste arendamise ja kohanemisvõime, mitte uuduse, et õpetajad tunneksid end kiiresti arenevas digikeskkonnas tegutsemiseks valmis olevana.

Poliitilisel tasandil viitavad tulemused vajadusele suunata rohkem ressursse õpetajate täienduskoolitusse ja interdistsiplinaarsete loodusteaduslike pädevuste arendamisele. Hariduspoliitikas võiks rõhutada õpetajate rolli nii kestliku arengu kui ka tervisevaldkonna teadlikkuse edendajatena ning toetada õpetajaid nende pädevuste kujundamisel.

## Tänu sõnad

Autorid tänavad kõiki õpetajaid, kes andsid oma panuse selle uuringu valmimiseks. Uuringu läbiviimist on toetatud Euroopa Liidu Erasmus+ projektist *acaSTEMy (Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education)*; Rahvusvaheline STEM-õpetajaharidus, mis keskendub läbivatele pädevustele ja jätkusuutlikule haridusele) (projekti nr 101104631).

## Kasutatud kirjandus

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Boedeker, P., Newell, A., & Moreno, N. (2023). COVID-19 public health lessons in science class boost knowledge and efficacy beliefs. *Health Education Journal*, 82(7), 792–806. <https://doi.org/10.1177/00178969231198951>
- Borg, C., Gericke, N., Höglund, H.-O., & Bergman, E. (2014). Subject- and experience-bound differences in teachers' conceptual understanding of sustainable development. *Environmental Education Research*, 20(4), 526–551. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.833584>
- Brevik, L. M., Gudmundsdottir, G. B., Lund, A., & Strømme, T. A. (2019). Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence. *Teaching and Teacher Education*, 86, 102875. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Caprara, G., Barbaranelli, C., Steca, P., & Malone, P. (2006). Teachers' self-efficacy beliefs as determinants of job satisfaction and students' academic achievement: A study at the school level. *Journal of School Psychology*, 44, 473–490. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.09.001>
- Cotton, D. R. E. (2006). Implementing curriculum guidance on environmental education: The importance of teachers' beliefs. *Journal of Curriculum Studies*, 38(1), 67–83. <https://doi.org/10.1080/00220270500038644>
- Cruz, E., & Albuquerque Costa, F. (2025). Empowering teacher agency in the development of digital competence in primary education: Lessons from the Escol@s Digitais Project. *European Educational Research Journal*, 14749041251369925. <https://doi.org/10.1177/14749041251369925>
- Davis, F., & Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13, 319. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dayan, E., & Tsybulsky, D. (2024). Designing and teaching socio-scientific issues online: Digital curation in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2381133>
- Digikiirendi arenguprogramm. (2025, September 14). <https://harno.ee/arenguvoimalused-ja-kvalifikatsioonid/kogukonnale/esf-tegevused-2015-2023#digikiirendi>.
- European Commission. (2023). *Digital Education Action Plan (2021–2027): Resetting education and training for the digital age*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.

- Evagorou, M., Albe, V., Angelides, P., Couso, D., Chirlesan, G., Evans, R., Dillon, J., Garrido, A., Güven, D., Zeynep Mugaloglu, E., & Nielsen, J. A. (2014). Preparing preservice science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 69, 39–48.
- Evans, N. (Snowy), Stevenson, R. B., Lasen, M., Ferreira, J.-A., & Davis, J. (2017). Approaches to embedding sustainability in teacher education: A synthesis of the literature. *Teaching and Teacher Education*, 63, 405–417. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.01.013>
- Finnish National Board of Education. (2016). *National Core Curriculum for Basic Education 2014*. Helsinki: FNBE.
- Finnish National Board of Education. (2019). *National Core Curriculum for General Upper Secondary Schools*. Helsinki: FNBE.
- Finnish National Board of Education. (2022). *National Core Curriculum for Early Childhood Education and Care*. Helsinki: FNBE.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011). Vabariigi Valitsus. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021?leiaKehtiv>
- Haberbosch, M., Vick, P., Feuchter, F., & Schaal, S. (2025). Exploring molecular biology in lower secondary education: Assessing content relevance and teachers' challenges, self-efficacy, and knowledge. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2517887>
- Hadjichambis, A., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Cincera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M.-C. (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Environmental Discourses in Science Education, Vol. 4. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Herranen, J., & Aksela, M. (2024). Fostering teachers as sustainability and climate change educators through understanding of teachers' self-efficacy beliefs. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 12(3), 30–52. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.12.3.2085>
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.022>
- Kaarakainen, M.-T., & Saikkonen, L. (2021). Multilevel analysis of the educational use of technology: Quantity and versatility of digital technology usage in Finnish basic education schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 953–965. <https://doi.org/10.1111/jcal.12534>
- Karışan, D., & Zeidler, D. (2023). Teaching socioscientific issues in the digital age: Emerging trends and unexplored frontiers [Dijital çağda sosyobilimsel konuların öğretimi: Ortaya çıkan eğilimler ve keşfedilmemiş sınırlar]. *Turkish Journal of Education*, 13(1), 92–109. <https://doi.org/10.19128/turje.1384524>

- Key competences for lifelong learning*. (2019). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/569540>
- Klassen, R. M., & Tze, V. M. C. (2014). Teachers' self-efficacy, personality, and teaching effectiveness: A meta-analysis. *Educational Research Review, 12*, 59–76. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.06.001>
- Laius, A., & Orgusaar, G. (2025). The critical role of science teachers' readiness in harnessing digital technology benefits. *Education Sciences, 15*(8), 1001. <https://doi.org/10.3390/educsci15081001>
- Laurie, R., Nonoyama-Tarumi, Y., Mckeown, R., & Hopkins, C. (2016). contributions of education for sustainable development (esd) to quality education: A synthesis of research. *Journal of Education for Sustainable Development, 10*(2), 226–242. <https://doi.org/10.1177/0973408216661442>
- Lavonen, J., & Salmela-Aro, K. (2022). Experiences of Moving Quickly to Distance Teaching and Learning at All Levels of Education in Finland. In F. M. Reimers (Ed.), *Primary and Secondary Education During Covid-19: Disruptions to Educational Opportunity During a Pandemic* (pp. 105–123). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-81500-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-81500-4_4)
- Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K. (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socio-scientific issues into the science curriculum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 6*(2), 97–117. <https://doi.org/10.1080/14926150609556691>
- Leijen, Ä., Jõgi, A.-L., Pedaste, M., Poom-Valickis, K., Uibu, K., Eisenschmidt, E., Oppi, P., Taimalu, M., Tinn, M., & Kalle, V. (2025). *OECF rahvusvahelise õpetamise ja õppimise uuringu TALIS 2024 Eesti tulemused*. HARNO. [https://harno.ee/sites/default/files/documents/2025-11/TALIS2024\\_UURING\\_Eesti\\_tulemused.pdf](https://harno.ee/sites/default/files/documents/2025-11/TALIS2024_UURING_Eesti_tulemused.pdf)
- Lin, J., Neuman, K., Sadler, T. D., & Fortus, D. (2024). Transforming issues-based science education with innovative technologies. *Journal of Science Education and Technology, 33*(2), 157–160. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10086-5>
- Mikkilä-Erdmann, M., Warinowski, A., & Iiskala, T. (2019). Teacher Education in Finland and Future Directions. In *Oxford Research Encyclopedia of Education*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.286>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M., & Scapolo, F. (2022). *Towards a green & digital future*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/977331>
- Nagel, I., Guðmundsdóttir, G. B., & Afdal, H. W. (2023). Teacher educators' professional agency in facilitating professional digital competence. *Teaching and Teacher Education, 132*, 104238. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104238>

- OECD. (2019a). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework\\_b25efab8-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework_b25efab8-en.html)
- OECD. (2019b). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*. TALIS, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>
- OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023*. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
- Owens, D. C., & Sadler, T. D. (2024). Socio-scientific issues instruction for scientific literacy: 5E Framing to enhance teaching practice. *School Science and Mathematics, 124*(3), 203–210. <https://doi.org/10.1111/ssm.12626>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & 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>
- Põhikooli riiklik õppekava*. (2011). Vabariigi Valitsus. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv>
- Saarinen, A. I. L., Lipsanen, J., Hintsanen, M., Huutilainen, M., & Keltikangas-Järvinen, L. (2021). The use of digital technologies at school and cognitive learning outcomes: A population-based study in Finland. *International Journal of Educational Psychology, 10*(1), 1–26. <https://doi.org/10.17583/ijep.2021.4667>
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research* (pp. 1–9). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_1)
- Saunders, K. J., & Rennie, L. J. (2013). A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education, 43*(1), 253–274. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9248-z>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education, 128*, 13–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2010). Teacher self-efficacy and teacher burnout: A study of relations. *Teaching and Teacher Education, 26*(4), 1059–1069. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.11.001>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 34*(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Soobard, R., & Rannikmäe, M. (2011). Assessing student's level of scientific literacy using interdisciplinary scenarios. *Science Education International, 22*(2), 133–144.

- Zee, M., & Koomen, H. M. Y. (2016). Teacher self-efficacy and its effects on classroom processes, student academic adjustment, and teacher well-being: A synthesis of 40 years of research. *Review of Educational Research*, 86(4), 981–1015. <https://doi.org/10.3102/0034654315626801>
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>
- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44–61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2016). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783–805. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00036-1)
- Ulfert-Blank, A.-S., & Schmidt, I. (2022). Assessing digital self-efficacy: Review and scale development. *Computers & Education*, 191, 104626. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104626>
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Valtonen, T., Leppänen, U., Hyypiä, M., Sointu, E., Smits, A., & Tondeur, J. (2020). Fresh perspectives on TPACK: Pre-service teachers' own appraisal of their challenging and confident TPACK areas. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2823–2842. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10092-4>
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46, 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- von Knebel, K., Schroeder, S., & Bögeholz, S. (2023). Factors influencing self-efficacy beliefs of interdisciplinary science teaching – The role of teaching experience, science subjects studied, and desire to teach interdisciplinary science. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1147441>

# Self-efficacy of Estonian and Finnish teachers in relation to paradigm shift in science education: integration of socio-scientific topics

Moonika Teppo<sup>a1</sup>, Miia Rannikmäe<sup>a</sup>, Anssi Salonen<sup>b</sup>, Justus Kinnunen<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*University of Tartu*

<sup>b</sup>*University of Eastern Finland*

## Summary

### Introduction

Science education is undergoing a major paradigm shift from content-centred instruction toward integrated approaches that connect science learning with socio-scientific issues (SSI) and real-world challenges. This transition requires teachers to develop new competencies and self-efficacy in teaching complex, interdisciplinary topics such as sustainable development, health and medicine, and digital technology (Owens & Sadler, 2024; Zeidler et al., 2019). Previous studies have highlighted that science teachers often have low self-efficacy when teaching controversial or value-laden topics such as climate change and sustainable development (Herranen & Aksela, 2024), biotechnology, or health and medicine (Boedeker et al., 2023; Haberbosch et al., 2025) related topics. Digitalisation has transformed how science is taught and learned, requiring teachers to integrate technology meaningfully into their practice (Laius & Orgusaar, 2025; Pedaste et al., 2015). Addressing this challenge is particularly important in Estonia and Finland, where there remains a risk that digital tools are employed merely as supplementary extensions of traditional instruction rather than as catalysts for deeper learning and conceptual understanding (Valtonen et al., 2015). Therefore, further research is needed to explore science teachers' readiness to address and integrate global societal challenges – such as digital technology, sustainable development, transversal skills, and health and medicine – into their teaching practices.

This study explores pre-service and in-service science teachers' perceived self-efficacy across four competence domains – transversal skills, health and medicine, sustainable development, and digital technology – in Estonia and Finland.

---

<sup>1</sup> Institute of Ecology and Earth Sciences, Centre for Science Education, University of Tartu, Vanemuise 46–226, 51003 Tartu, Estonia; moonika.teppo@ut.ee.

## Research Questions

1. To what extent do Estonian and Finnish science teachers differ in their perceived self-efficacy in teaching transversal skills, health and medicine, sustainable development, and digital technology?
2. How do pre- and in-service teachers differ in their perceived self-efficacy across these domains?

## Method

### Sample

The study involved 137 science teachers from Estonia ( $n = 68$ ) and Finland ( $n = 69$ ), including 63 pre- and 74 in-service teachers. Participants represented various educational backgrounds (biology, chemistry, physics, mathematics, geography), school levels teaching (primary, lower secondary, upper secondary), and by teaching experience (no teaching experience, 0–5 years, 5–10 years, 10–15 years, or more than 15 years).

### Instrument

A self-reported questionnaire was developed to assess teachers' perceived self-efficacy across four thematic domains: transversal skills (8 items), health and medicine (12 items), sustainable development (12 items), and digital technology (9 items). All statements within each domain were rated on a six-point Likert-type scale, where 1 indicated very low self-efficacy, and 6 indicated very high self-efficacy in one's own abilities. Altogether 41 items were included in the questionnaire, such as "I can manage your time for achieving personal goals", "I feel confident in guiding students to analyse sustainability-related problems", or "I can integrate digital tools effectively in my teaching."

### Data Collection and Analysis

Data were collected through the Erasmus+ Teacher Academy project acaSTEMy (Trans-national STEM teacher education focusing on transversal competence and sustainability education) simultaneously in both countries during May – June 2024 using electronic questionnaires. For data collection, the study invitation was distributed to master's students in science education in Estonia and Finland and shared via information lists for in-service science teachers in both countries. Analyses were conducted using Exploratory Factor Analysis (EFA) to confirm the instrument's structure, and Mann-Whitney U tests were used to compare groups (Estonian vs. Finnish teachers; pre- vs. in-service teachers).

Reliability was high across all subscales (Cronbach's  $\alpha > 0.74$ ). Data analysis was performed using Microsoft Excel and JASP.

## Results and discussion

Factor analysis revealed two sub-factors in each domain, such as problem-solving and self-regulation skills under transversal skills; practical applications of health and medicine; biological functioning of the body under health and medicine; sustainable consumption and quality of life; sustainable energy production and use under sustainable development; knowledge in applying digital technologies, and self-efficacy in using digital technologies under the digital technology domain. Internal consistency across all factors was satisfactory (Cronbach's  $\alpha = 0.74\text{--}0.88$ ), and item-total correlations indicated stable subscale structures. Across all participants, self-efficacy was highest in transversal skills ( $M = 4.28\text{--}4.78$ ) and lowest in health and medicine ( $M = 2.99\text{--}3.49$ ). These findings suggest that teachers in both countries feel confident in their ability to develop and apply transferable skills; however, science teachers still experience uncertainty when teaching interdisciplinary or ethically complex topics. This echoes previous research indicating that teachers often feel less prepared for issues that transcend disciplinary boundaries (Borg et al., 2014; Laurie et al., 2016).

Results showed that Estonian teachers rated their self-efficacy significantly higher than Finnish teachers in several domains, particularly in health and medicine, sustainable consumption, and quality of life. Estonian teachers' higher self-efficacy in these areas may reflect their stronger subject-based training, while Finnish teacher education's focus on learner-centred pedagogy may lead to less emphasis on detailed subject content (Mikkilä-Erdmann et al., 2019). Lower ratings towards health and medicine and sustainable development domains highlight the need to strengthen teachers' preparation in areas where scientific and social issues intersect, requiring broad knowledge and the ability to connect multiple perspectives (Zeidler et al., 2019).

Comparisons between pre- and in-service teachers showed that experienced teachers scored significantly higher in self-efficacy in several domains – transversal skills, practical applications of health and medicine, and sustainable energy production and use. These differences may be attributed to the fact that in-service teachers have several years of teaching experience, which in turn enhances their self-efficacy in integrating complex topics into classroom practice. Likewise, Herranen & Aksela (2024) emphasised that teachers' self-efficacy in addressing socio-scientific issues (SSI) tends to increase with practical experience, thereby strengthening their confidence in integrating

complex topics into classroom instruction. However, both groups showed high levels of self-efficacy and no significant differences in their use of digital technologies, suggesting that digital competence has become a shared and essential component of professional readiness across experience levels in the post-pandemic context. However, significant differences emerged between Estonian and Finnish teachers in their self-efficacy regarding the use of digital technology, with Estonian teachers reporting notably higher confidence in integrating digital tools into teaching and learning. This can be explained by Estonia's systematic national investments in developing teachers' digital competence and providing consistent support for technology integration, whereas Finland's more decentralised approach relies largely on local initiatives and individual teachers' efforts.

### Conclusions

This study reveals several differences in the self-efficacy of Estonian and Finnish science teachers in addressing global challenges through science education. Teachers feel most confident in fostering transversal skills and digital technology, but less in health and medicine, as well as sustainable development topics that require both scientific and ethical reasoning. Supporting teachers' professional growth through collaborative learning, context-based training, and integrative pedagogies is essential for advancing interdisciplinary science education. Digital technologies should be seen not as add-ons but as catalysts for reflective and inquiry-based teaching.

*Keywords:* Digital technology, socio-scientific issues, teacher self-efficacy, transversal skills

### Acknowledgements

The authors thank all the teachers who contributed to the implementation of this study.

### Funding

This study was supported by the European Union's Erasmus+ project acaSTEMy (Transnational STEM Teacher Education Focusing on Transversal Competences and Sustainability Education) (project no. 101104631).