



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Teaduslik kirjaoskus koolis: ettepanekuid uueks metoodikaks

Teaduslik kirjaoskus koolis: koolis antava
teadushariduse parandamine ja uute strateegiate
arendamine (SciLit)

2016 -1- ES01- KA201- 025282



Euroopa Komisjoni toetus käesoleva väljaande koostamisele ei kujuta endast sisu heakskiitmist, kajastades ainult autorite seisukohti, ja komisjoni ei saa pidada vastutavaks selles sisalduva teabe võimaliku kasutamise eest.

Rõõm esimeste lugude lugemisest, esimeste sõprade leidmisest ja esimeste avastuste tegemisest tõeliste teadlastena on osa mälestustest, mis säilivad meis niisamuti nagu esimesed sõbrad ja esimene õpetaja.



ISBN: 978-84-09-02386-8

Teaduslik kirjaoskus koolis: koolis antava teadushariduse parandamine ja uute strateegiate arendamine hariduse varajastel aastatel (SciLit)

ISBN: 978-84-09-02426-1

Teaduslik kirjaoskus koolis: ettepanekuid uueks metoodikaks

<http://www.csicenlaescuela.csic.es/scilit/scilit.html>

Projekti „Teaduslik kirjaoskus koolis“ üldkoordinaator

(Projekt: 2016-1-ES: -KA201-025282)

M^a JOSÉ GÓMEZ DÍAZ (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Koordinaator partner:

El CSIC en la Escuela (CSIC), Hispaania

José M^a López Sancho

M^a José Gómez Díaz

Salomé Cejudo Rodríguez

María Ruiz del Árbol Moro

Esteban Moreno Gómez

M^a Carmen Refolio Refolio

Pilar López Sancho

Irene Cuesta Mayor

Martín Martínez Ripoll

Osalejad partnerid:

CPR Gijón-Oriente Gijón, Hispaania

Juan José Lera González

Jorge Antuña Rodríguez

KPCEN Bydgoszcz, Poola

Justyna Adamska

Krystyna Karpińska

Mariola Cyganek

Grażyna Szczepańczyk

Jan Szczepańczyk

CESIE Palermo, Itaalia

Ruta Grigaliūnaitė

Rita Quisillo

Kedainiu lopselis-darzelis Zilvitis»

Leedu

Regina Jasinskiene

Ina Gustienė

Gitana Juodienė

Agnė Milašienė

San Francisco kool Pamplona, Navarra,

Hispaania

Victoria López Gimeno

Tallinna Asunduse lasteaed Eesti

Siiri Kliss

Eneli Kajak

Kristel Kukk

Julia Bondar

Annela Ojaste

Lasteaed nr 34 «Mali odkrywcy»

Bydgoszcz, Poola

Ewa Tomasik

Beata Zawada

Anna Widajewicz

Barbara Krakowska

Koostöös

Isabel Gómez Caridad

Alfredo Martínez Sanz

SISUKORD

SISUKORD

SISSEJUHATUS	11
--------------------	----

ESIMENE OSA:

Teadusliku kirjaoskuse uus kontseptsioon.....	13
--	-----------

1.1 Sotsiaalne arusaam teadusest Euroopas: teaduslik kirjaoskus	13
---	----

- Infoajastu	13
- Vajadus teadusalaste teadmiste järele ühiskonnas	13
- Teadus ja humanitaarteadused	14
- Maailm on lame	15
- Sotsiaalne arusaam teadusest	16

1.2 Selle projekti eesmärk: saavutada koolide missioonina silmapaistev revolutsioon teaduslikus kirjaoskuses	16
--	----

- Teaduslik kirjaoskus	16
- Kuidas defineerime teaduslikku kirjaoskust selles projektis?	17
- Milliseid teadmisi peame oma õpilastele õpetama?	18
-Kuidas õpetame teaduse olemust klassiruumis?	18
- Mida peaksid õpetajad teadma?	20
- Koolituse hindamine	21
-Tähtis sotsiaalne koostisosa: õpetajate roll	21

TEINE OSA:

Teadushariduse kaasaegsus Euroopa Liidus	24
---	-----------

2.1 Sissejuhatus	24
------------------------	----

2.2 Teadusharidus Euroopa Liidu lasteaedades ja algkoolides	24
---	----

- Õiguslik raamistik	24
-Õpetajate teadushariduse baasõpe Euroopa Liidus	25
- Õpetajate teadusharidusalane täiendkoolitus	25

2.3 Teadusharidus Itaalias, Hispaanias, Eestis, Leedus ja Poolas	26
--	----

- Õiguslik raamistik.....	26
---------------------------	----

2.4 Õppekavade struktuur Itaalias, Hispaanias, Eestis, Leedus ja Poolas	28
---	----

2.5 Õpetajate õpe Itaalias, Hispaanias, Poolas, Leedus ja Eestis	30
--	----

2.6 Naiste osalus Itaalia, Hispaania, Poola, Leedu ja Eesti teadushariduses	33
---	----

2.7 PISA raport	37
-----------------------	----

2.8 Järeldused	39
----------------------	----

KOLMAS OSA:

Ettepanek teaduse õppimise täiustamiseks varajases haridusstaadiumis	42
3.1 Ajalooline ülevaade	42
3.2 Teaduse olemus ja selle seos haridusega: juhtumiuuring Poolas	44
3.3 Metoodika ettepanek: NOSist edasi	49
- Millest on maailm tehtud	51
- Arheoloogia klassiruumis	53
- Teadus Euroopa pärandi kontekstis	55

NELJAS OSA:

Soovitused teadusliku kirjaoskuse parandamiseks varajases haridusetapis	59
--	-----------

SISSEJUHATUS



SISSEJUHATUS

Käesolev töö on SciLit programmi kaheksa partneri vahelise tiheda koostöö tulemus. Partnerid on viiest Euroopa riigist ja seega on neil erinev kultuur ja erinevad väärtused, töömeetodid, vajadused jne. See mitmekesisus tugendab armastust teadmiste vastu, mis ühendab nii teadlasi kui õpetajaid ning mida mõlemad grupid loovad ja annavad edasi ühises piirideta intellektuaalses ruumis.

Tahame tänada õpetajaid ja teadlasi, kes olid kogu projekti vältel sihikindlad ning tundsid huvi innovatsiooni vastu, mis väljendus hariduslikes tegevustes ja pedagoogilistes rakendustes, mille nad enda lasteaedades läbi viisid.

Dokumendi struktuur

See dokument on jagatud neljaks osaks.

Esimene osa esitleb **teadusliku kirjaoskuse uut kontseptsiooni**, võttes arvesse väljakutset, mida pakuvad uued tehnoloogiad ja nende mõju koolides. Pärast seda esitame projektis läbi viidud uue didaktilise meetodi.

Teine osa, **projektis osalevate riikide õpetajate teadusalane kompetents**, analüüsib erinevaid haridussüsteeme seoses praeguste ja tulevaste õpetajate teadusalase kompetentsiga, arvestades nende esialgset koolitust, millele järgneb pidev täiendkoolitus. See analüüs kajastab riikidevahelisi kokkulangevusi ja lahknevusi, mida uue metoodika kasutusele võtmisel arvestada.

Kolmas osa, **ettepanek teaduse õppimise täiustamiseks varajases haridusstaadiumis**, sisaldab lähiminevikus kasutatud ajalooliste õppemeetodite ülevaadet ning uue metoodika kirjeldust, millega CSIC on koolitanud õpetajaid mitmeid aastaid. See ettepanek on jagatud kahte eri osasse: „Millest on maailm tehtud?“ ja „Arheoloogia klassiruumis“. Lisame ka uurimuse teaduse õppimise ideaalsest sotsiaalsest kontekstist, mis on seotud Euroopa Kultuuripärandiga.

Neljas punkt, soovitused teadusliku kirjaoskuse parandamiseks varajases haridusstaadiumis, sisaldab lõplikku analüüsi ning mõtisklust nõuannete ja soovitustega, et täiustada teaduse õppimist lasteaia, arvestades, et see on tähtis osa üleüldisest Euroopa kultuuripärandist.

ESIMENE OSA

**TEADUSLIKU KIRJAOSKUSE
UUS KONTSEPTSIOON**



1. TEADUSLIKU KIRJAOSKUSE UUS KONTSEPTSIOON

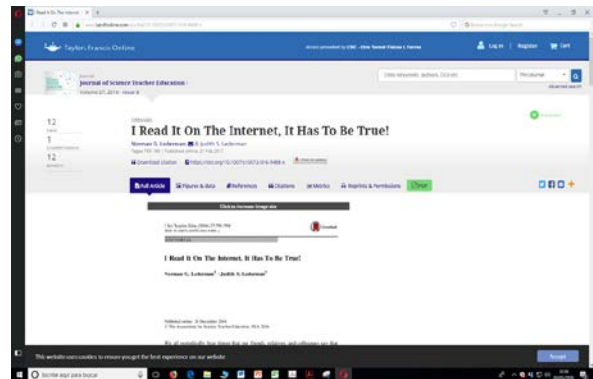
1.1. SOTSIAALNE ARUSAAM TEADUSEST EUROOPAS: TEADUSLIK KIRJAOSKUS

Infoajastu

Üks tänase ühiskonna tunnusmärke on lihtne juurdepääs informatsioonile, kuigi selle didaktiline kvaliteet ega õigsus pole kahjuks alati garanteeritud. See iseärasus on märkimisväärne sest isegi hästi haritud inimesed ei ole veel hüljanud seda, mida võime nimetada *kirjaliku sõna jõuks*. See seob omavahel austuse ja kergeusklikkuse ning kannab selle üle dokumentidesse meie telefonides, nutitahvlites ja arvutites. Selline mõju tuleb meie mitte väga kaugest minevikust – meie esimestest hariduse omandamise aastatest, kus õppimine toimus raamatute abil, milles sisalduv informatsioon oli hästi kontrollitud. Sel põhjusel ei ole õpetajad tundnud vajadust arendada õpilastes tugevat kriitikameelt, mis on õpikuid kasutades ebavajalik, kuid hädavajalik internetis surfates, sest see on üksikisikute, valitsuste ja firmade erinevate huvide tõttu täis ohte.

Nagu kõik teavad, on tänapäeval infot puudutav olukord klassiruumis kiiresti muutuv, sest vanus, mil lapsed internetiga kokku puutuvad, muutub järjest madalamaks. Kuigi internetis surfamine on oluline, et õppida vajaliku info hankimise oskusi, on lapsed kokkupuutes ideede ja sõnumitega, mida nad veel ei mõista. Selles mõttes on märkimisväärne Ledermanni ja Ledermanni uuring¹, mis toob esile interneti uue usaldusväärsuse ulatuse ja selle mittesoovitud mõju elanikkonnale.

kujunemisele. Selle artikli kohaselt viitavad PEW raportid² sellele, et 50% elanikkonnast usub spiritualismi, 40% astroloogiasse, 45% kummitustesse ja 30% nõidadesse.



Lugesin seda Internetist, see peab tõsi olema.

Sel põhjusel on käesoleval küber- ja sotsiaalvõrgustike ajastul kriitilise meele arendamine esmajärgulise tähtsusega. Aga see kriitiline meel vajab eelnevalt rikkalikku, hästi välja kujundatud teadmistepagasit, millesse on põimitud eetilised väärtused, mida on võimatu iseõppimise teel, veel vähem internetis surfates õppida. See paneb meid olukorda, mis meenutab oma tüübilt *Hofstadteri kirjeldatud kuldset, graatsilist silmust*³ ning millest peame väljapääsu leidma, sest mõlemad, nii internet kui sotsiaalvõrgustikud on tulnud meie eludesse, et jääda siia veel pikaks ajaks.

Vajadus teadusalaste teadmiste järele ühiskonnas

Kuigi see võib tunduda vasturääkivusena, nõustub teadmiste ühiskond, et teaduse ja tehnoloogia areng viib majandusliku õitsengu ja sotsiaalse eduni. See uskumus suurendab rahva huvi (peamiselt internetis leiduvate) teadusalaste teadmiste vastu, kuigi seda mõistetakse vaid pealiskaudselt.

Et asju lihtsustada, viitame selles juhendis matemaatilistele teadmistele, insenerikunstile, teadusele ja tehnoloogiale kasutades üldist terminit „teadus“, sest on võimatu (ja isegi

¹ *I read it in Internet, It has to be true!* (Lederman, N.G. & Lederman, J.S. *J Sci Teacher Educ* (2016) 27:795. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9488-x>.

2 (<http://www.pewresearch.org/>).

3 (Hofstadter, Douglas R. (1987). *Gödel, Escher, Bach: an eternal and graceful loop*, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*, Basic Books, Inc. New York, NY, USA ©1979.

mõttetu) üritada eristada nende mõju teaduse ajaloole, sama võimatu on panna ühiskonda neist erinevalt aru saama.

Üks demokraatlikule ühiskonnale iseloomulikest joontest on elanikkonna vajadus teadust mõista, et teha vahet erinevate võimaluste vahel, mida tehnoloogia neile pakub ning mille hulgest nad peavad midagi hääletades välja valima. Tuuma, päikese, tuule, maasoojus ja fossiilkütuse energia ning loomade kloonimine ja geneetiline muundamine põllumajanduses on näited teemadest, millest hääletajad peavad oma arvamuse kujundama.

Arusaamise kõrgemal tasandil ei pea elanikkond mitte ainult teadlik olema nende tehnoloogiate tunnustest, vaid nad peavad ka mõistma teaduse ja ühiskonna vahelist dünaamilist suhet: ühest küljest määravad rakendada kavatsetavad tehnoloogiad selle ühiskonna tüübi, milles soovitakse elada ning teisest küljest mõjutab valitud ühiskond teaduse ja tehnoloogia arengut ning neisse investeerimist.

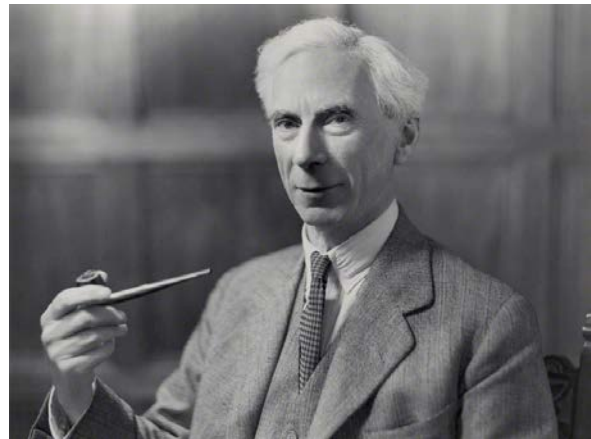


Tuumaenergia debatt on alati ühiskonnas olemas.

Seepärast on hädavajalik, et elanike ettevalmistus sisaldaks vastavaid teaduslikke teadmisi, mis lubab neil olla teadlik ja otsustada erinevate ettepanekute üle demokraatlikus režiimis. Bertrand Russeli tuhandeid kordi tsiteeritud sõnade järgi on demokraatia vajalik, kuid mitte piisav. Võime mõista teadust nii palju, et sellest oma arvamus kujundada, sai Ameerika

Ühendriikides 20. sajandi keskel nimeks „teaduslik kirjaoskus“.

See mõiste, mida vaatamata mitmetele üritustele⁴ pole kunagi hästi kirjeldatud, levis kiiresti kogu läänemaailmas ning tänapäeval leidub seda igal pool. Sellega seoses pakume välja uue, töötava, sügavamale ulatuva mõiste, mille töötame välja selle juhendi kolmandas osas ning mis on selle projekti tulemuse keskmes.



Bertrand Russel, Briti filosoof, matemaatik, loogik ja kirjanik

Teadus ja humanitaarteadused

Suhtlus teadusmaailma ning prantsuse entsüklopeedias kirjeldatava ühiskonna vahel suurenes 19. sajandi keskel toleaegsete suurte teadlaste initsiatiivil. See märgib teaduse populariseerimise sündi.

Selline mõlema maailma kokkuumbumine hakkas vähenema 20. sajandi alguses, kahe maailmasõja vahelisel perioodil, peamiselt 19. sajandi teadusmeeste hääbumise tõttu, keda asendasid edukamad spetsialistid, kel olid küll sügavamad, kuid üldsuse huvi äratamiseks liiga piiratud teadmised. Olukord muutus taas 20. sajandi keskel, kui koolides tutvustati pealiskaudset teadusharidust, mis taaselustas teadushuvi vastuseks vene satelliidi Sputniku orbiidile saatmisele külma sõja alguses aastal 1957.

Elanikkond mõistis ning oli valmis selleks, et külma sõja ajal maailma võimsaima jõuna püsimiseks tuleb teadusele rikkalikult raha

⁴ Jack Holbrook and Miia Rannikmae, *The Meaning of Scientific Literacy*,

<https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/138340-20131231103513-6.pdf>.

kulutada ja sellesse pidevalt investeerida ning üheks selle väljundiks oli kosmose võidujooks.



Kosmose võidujooks külma sõja ajal.

Samaaegselt teaduse populariseerumisega kerkis esile ka puhtalt intellektuaalne liikumine, mille eesmärk oli integreerida teadus ja see, mida oli seni kutsutud kultuuripärandiks.

Paar aastat pärast esimese satelliidi orbiidile saatmist ilmus midagi, mida võib pidada uue mõttevoolu manifestiks: C. P. Snow *Kahe kultuuri konverents*⁵. See uus idee, milles piirid teaduste ja humanitaarteaduste vahel peaksid kaduma, on üha rohkem intellektuaalsesse ühiskonda imbumas, isegi sel määral, et praegu on mõeldamatu seletada ajaloolisi (või eelajaloolisi) olukordi või nähtusi ilma praegu teadaolevate teaduslike teadmisteta. Need ideed laienesid teistesse maadesse, puudutades metoodikaid, mis toetasid teaduse populariseerumist Euroopa Liidus. Nagu peegeldab Horizon 2020 programm (2014–2020) ja Euroopa Komisjoni initsiatiiv, vajab Euroopa rohkem teadlasi.

Nende tegevuste eesmärk on toetada Euroopa konkurentsivõimet kolme samba abil: teaduse meisterlikkus, tööstuslik juhtimine ja sotsiaalsed väljakutsed nagu on kavandatud SWAFSis⁶ (Teadus koos ühiskonnaga ja ühiskonna jaoks).

Maailm on lame

Kuna elame maailmas, mis on muutunud lamedaks⁷ tänu suhtluspiiride ja vahemaade puudumisele, on igasugune teadusalaste teadmiste suurenemise mõju koheselt tuntav, suutes muuta sotsiaalmajanduslikku olukorda ükskõik millises riigis, kus ei olda valmis uue tehnoloogia tulekuks. Sel põhjusel peaksid õpilased saama piisavalt laia hariduse, mis võimaldab neil innovatsiooniga vastamisi seistes sellega kiiresti kohaneda.

Tagamaks, et mujal maailmas läbi viidud uuringute ja tehnoloogia tulemused oleksid meie oma Euroopa ühiskonnale kasulikud, peavad teadlased, elanikkond, poliitikud, organisatsioonid, firmad jt koostööd tegema. Seda kutsutakse RRIks (Research and Responsible Innovation – teadustöö ja vastutustundlik innovatsioon). Selles kontekstis on SWAFS⁸ eesmärk edendada RRI arusaamist elanikkonna suuremast kaasamisest teadusesse, et mitte maha jääda võimalikest edusammudest tulevikus.

Teine eesmärk on teadusalaste ja tehnoloogiliste karjääride atraktiivseks tegemine igast soost õpilastele, samuti koolide, teaduskeskuste, tööstuste ja teiste organisatsioonide omavahelise suhtlemise edendamine.

„Euroopa vajab rohkem teadlasi“⁹ on Euroopa Komisjoni initsiatiiv, et suurendada teadlaste arvu Euroopas, rõhutades teiste teemade hulgas algkoolistaadiumi olulisust selle eesmärgi saavutamisel. Euroopa Liidu raportis Euroopa Parlamendile ja Euroopa Nõukogule hõlmab elukestva õppe võtmepädevus matemaatilist kompetentsi ja põhiteadmisi teadusest ja tehnoloogiast, mis on kooskõlas Euroopa Liidu alghariduse õppekavadega¹⁰ ning millest mõned tulevad selles juhendis arutlusele. Neid eesmärke

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/The_Two_Cultures

⁶ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>.

⁷ Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus and Giroux.

⁸ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>.

⁹ <https://ec.europa.eu/research/press/2004/pr0204en.cfm>.

¹⁰ www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIEENDE.pdf.

saab meie vaatenurgast täita ainult teaduse tutvustamisega varajases haridustaadiumis. Räägime sellest teemast hiljem veel.



Teadusalaseid karjääre saab propageerida varajasest haridusest alates.

Sotsiaalne arusaamine teadusest

Tulles tagasi teaduse ja ühiskonna suhte juurde, mõjutasid seda külma sõja ajal suuresti sellised projektid nagu aatom- ja vesinikpomm ning teised militaarprojektid. Selle tulemusena toodi teadusteemalistesse väitlustesse sisse ka eetika, mis viis hirmuni teaduse negatiivse maine mõjude pärast: rahastus väheneks ja noored inimesed valiksid vähem teadusalaseid ameteid, mis mõjutaks uurimistulemusi ja sellega koos ka produktiivsust.

Selle tulemusena tutvustati teaduse sotsiaalse arusaamise analüüse, mis arendati tarbijate käitumismustrite uuringu põhjal ning mida kasutati Ameerika Ühendriikides umbes 50 aastat tagasi. Tänapäeval on neid vahendeid kohandatud, et nad ühtiksid rohkem teaduse ja selle sotsiaalse arusaamisega termini praeguses mõistes. Euroopas vastab samadele eesmärkidele Eurobaromeeter.

Mis puudutab teadusalaseid teadmisi, näitavad mõõtmistulemused ebavõrdset olukorda Euroopa riikides, kus Taani ja Holland on teadusalaste teadmiste poolest ülemistel

positsioonidel ning Hispaania, Itaalia ja Poola on madalaimal tasemel.

Juhtumiuuringut esitades paljastus Hispaania Teaduse ja Tehnoloogia Sihtasutuse (FECYT) teaduse sotsiaalse arusaama uuringu tulemustest murettekitav fakt: 59.8% elanikkonnast usaldab akupunktuuri ja 52.7% homöopaatilisi tooteid. Mis veelgi hullem, kõrgema haridustasemega inimesed loodavad tavalisest enam selliste meetmete peale, millel pole mingit teaduslikku tõendust (Teaduse sotsiaalse tajumise uuring, FECYT 2016). See näitab, et midagi on valesti.

Kõigi nende põhjuste tõttu on vajalik mõtiskleda selle üle, kuidas eurooplaste teadusalast kultuuri tõsta.

1.2. Selle projekti eesmärk: saavutada koolide missioonina silmapaistev revolutsioon teaduslikus kirjaoskuses

Teaduslik kirjaoskus

Nagu ülalpool mainitud, ilmus termin „teaduslik kirjaoskus” Ameerika pressis esimest korda aastal 1957, kohe pärast Sputniku orbiidile saatmist ning sellest sai Jaapani majandusbuumi ajal 1980ndatel tänapäevane termin. Sellest hetkest alates on võetud arvesse, et demokraatia vajab teaduslikke ja tehnoloogilisi probleeme mõistvat elanikkonda, et valida erinevate poliitiliste jõudude tehtud ettepanekute hulgast. Riiklikud institutsioonid hakkasid arutama, mida tähendab tegelikult mõiste „teaduslik kirjaoskus” ning kuidas seda asjakohaselt defineerida ja edasi anda.

Esialgne definitsioon defineeris teaduslikku kirjaoskust teadusalaste teadmistega, millest sai alguse nn kriteeriumide periood¹¹. Selle eesmärk

¹¹ American Association for the Advancement of Science (1993), Benchmarks for Science Literacy, Oxford University Press.

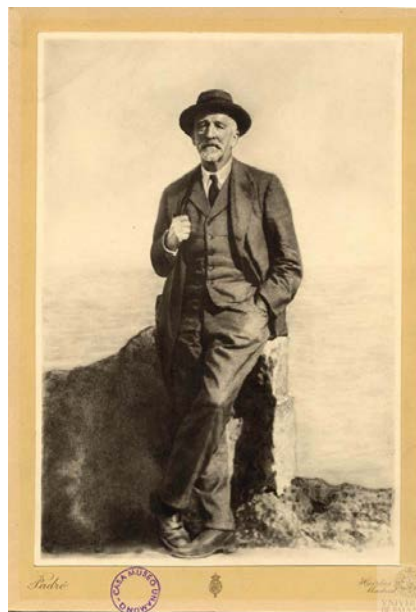
oli kehtestada juhised selle kohta, mida inimene peaks teadma, et olla kirjaoskaja. Järgnevalt aastail suurenes vahet pidamata kirjaoskajaks peetule vajaliku sisu maht ning see saavutas peaaegu naeruväärsed mõõtmed. Varsti oli selge, nagu näeme ka selle juhendi kolmandas osas, et võrdlused ei olnud sobiv viis ei elanike kirjaoskuse omandamiseks ega mõõtmiseks. Vaja oli sügavamaid ja praktilisemaid definitsioone.

Ameerika institutsioonides algas periood, mida võib kutsuda meeletuks teadusliku kirjaoskuse kirjelduste tootmiseks. Et seda selgitada, arutame kaht teistest asjakohasemat kirjeldust, vastavalt definitsiooniperioodi algusest ja lõpust. Ameerika Ühendriikide Riiklik Haridusstatistika Keskus defineerib teaduslikku kirjaoskust kui teadmist ja arusaamist teadusalastest mõistetest ja protsessidest, mis on vajalikud majanduslikuks tootlikkuseks¹², isiklikuks otsuste vastuvõtmiseks ning osalemiseks kodaniku- ja kultuuriüritustel. OECD PISA Raamistik (2015) defineerib teaduslikku kirjaoskust kui *võimet kaasamõtleva kodanikuna*¹³ *kaasa rääkida teadusega seotud teemadel*. Seda halvasti defineeritud teadusliku kirjaoskuse mudelit võib ka ainult halvasti teostada¹⁴. Sellest tulenevalt muutus ideaalse definitsiooni otsing suure mure ja sügava mõtiskluse aineks, muutudes 1990ndatel tähtsaks uurimisvaldkonnaks¹⁵.

Kuidas defineerime teaduslikku kirjaoskust selles projektis?

Teadusliku kirjaoskuse defineerimiseks järgime mõtteviisi, mis viib kirjandusliku kirjaoskusest ning mis sai alguse reformatsioonist, ulatudes pika perioodina 19. sajandi lõppu. Kirjandusliku kirjaoskuse eesmärk on pakkuda õpilastele nende emakeeles lugemiseks, kirjutamiseks ja oma mõtete korrektseks väljendamiseks vajalikke oskusi. Selle idee selgitamiseks kohandame käesolevasse konteksti Bartolomé

Cossío sõnad kirjanduse kohta: *kui kõik elanikud mitte ainult ei oskaks lugeda, millest ainuüksi ei piisa, vaid neil oleks ka soov lugeda, nautida ja lõbutseda, jah, lugedes lõbutseda, siis oleme saavutanud oma eesmärgi*¹⁶. Cossío põhiline panus kirjaoskuse defineerimisse on ilmselgelt lugemise ja kirjutamise maitse arendamine – keel tuleks omandada sellisel tasemel, mis lubab lugemist hinnata ja kirjutamist nautida.



Bartolomé Cossío, pedagoogilise misjoni president.

Mis puudutab teaduslikku kirjaoskust, siis kuigi mõiste on pisut keerulisem, järgime sama mõtteviisi. Eesmärk on õpilaste arusaam sellest, millisel viisil tekivad teadusalased teadmised, kuidas neid muudetakse ja millist mentaalset mudelit on kasutatud. Uut tüüpi kirjaoskust tuleb õpetada viisil, mis lubab õpilastel nautida katsete läbiviimist, loodusseaduste esilekutsumist, mudelite ehitamist ning üleüldiselt teaduse kohta lugemist. Kuigi see tundub võhiku jaoks keeruline, on see professionaalse õpetaja jaoks varajases staadiumis suhteliselt lihtne ülesanne, kui tal on olemas selleks vajalikud vahendid, nagu hiljem näeme.

¹² National Academy of Sciences (1996). *National Science Education Standards (Report)*. National Academy Press.

¹³ http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf.

¹⁴ Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, 2(1), 83-89. DOI: 10.1017/S1062798700000922,

¹⁵ Abd-El-Khaalick et al., *Science Education*, 82(4), 417-436.

¹⁶ La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente: Periodo de expansión influyente, Antonio Jiménez-Landi.

Milliseid teadmisi peame oma õpilastele õpetama?

Esimene küsimus puudutab teaduslaseid teadmisi, mida peame oma õpilastele õpetama, et nad vastaksid meie teadusliku kirjaoskuse definitsioonile. Vastus on, et nad peavad teaduslikke uuringuid järgides õppima piisavalt palju sisu, mis lubaks neil avastada teaduse loomust ja struktuuri¹⁷.

Teaduse loomus vastab küsimustele sel viisil, kuidas saame, organiseerime ning muudame teaduslaseid teadmisi ja probleeme, mis esinevad meie teadusliku kirjaoskuse definitsioonis. Teadmisi saadakse pärast vastavate suuruste identifitseerimise protsessi vaatluse ja katsetuse teel. Need suurused on sobivad mõisted nähtuse kirjeldamiseks (näiteks rõhk, temperatuur jne), mida iseloomustab omadus olla mõõdetavad.

See on esimene iseloomulik joon, mis piiritleb seda piiratud osa maailmast, mida saab uurida teaduslike meetoditega – see osa maailmast, mis koosneb eranditult mõõdetavatest suurustest. Mõõdetavuse nõue jätab välja kõige huvitavama osa maailmast, mis koosneb ilust, õiglustest, armastusest jne, mis on teaduslikuks käsitlemiseks liiga keeruline. Iga suuruse mõõtmine annab tulemuseks numברי (mõnikord rohkem kui ühe, näiteks vektorite puhul), mida on loodusseadusi tõlgendavates matemaatilistes valemities alati lihtne käsitseda.

Archimedese printsiip on selle suurepärase näide. Need seadused viivad mudeliteni nagu molekulaarteooria või standardmudel¹⁸, mida saab hiljem vastavalt soovitud uuringutulemustele muuta. Kogu see protsess vastab sellele, mida kutsume “teaduse loomuseks”¹⁹.

Samuti on õpetajate puhul esmavajalik, et nad teaksid füüsilise maailma põhilisi koostisosi (kuigi

seda vaid üsna limiteeritud hulgal): energia ja aine, ruum ja aeg ning, lõpuks, info. Kõiki neid koostisosi saab mõõtmistega uurida, sest need kõik on suurused.



Õpetajad Bydgoszczis tilku lugemas (matemaatika kasutamine).

Samamoodi nagu haigust ei saa uurida ilma patsiendita, ei ole võimalik uurida teadust, aru saamata ühiskonnast, kus see juhtub ja aset leiab. Üks kõige tähtsamaid punkte, et inimest saaks pidada teaduslikult kirjaoskajaks, on tema arusaam teaduse ning praeguse ja eelmiste ühiskondade iseloomulike joonte vastastikusest suhtest.

Kuidas õpetame teaduse olemust klassiruumis?

Teine küsimus on, kuidas õpetada teaduse olemust oma õpilastele klassiruumis. Nagu teame, on raske (kui mitte võimatu) defineerida sõna või protseduuri tähendust ilma konkreetse juhtumi näiteta ning teadusliku kirjaoskuse omandamise meetod ei ole mingi erand.

Järelikult peame tooma näite, milles järgime oma meetodit selle saavutamiseks, mida on kasutatud kogu käesoleva projekti vältel. Alustame sellest, et jälgime lombi või kuivama jäetud riiete arengut.

¹⁷ National Research Council (2000). Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. Washington DC: National Academic Press.

¹⁸ Models in Science, <https://plato.stanford.edu/entries/models-science>.

¹⁹ Lederman, NG (1986), Understanding of students and teachers on the Nature of Science: a re-evaluation, School Science and Mathematics, 86, 91-99.

Laste esimene järeldus on, et vesi kipub aurustuma – sama juhtub ka siis, kui niisutame põrandaplaate mopiga või teeme mõne klaaspinna märjaks. Õpilased teavad juba oma väga varajase lapsepõlve kogemustest, et asjad ei ilmu ega kao kunagi, kõige rohkem saavad nad lihtsalt silmist kaduda. Pannes selle mõtte sõnadesse, on nad saavutanud oma esimese eesmärgi teadlasena.

Kasutades seda seaduspärasust tööriistana ning järgides pärast mõtisklusprotsessi teaduslikku uurimismeetodit, jõuavad nad kergesti järeldusele, et vesi lombis või riidel *peab olema üle läinud* atmosfääri, kuigi see on õhus inimsilmale nähtamatul kujul. Kõik, kes on kunagi lastega mänginud, teavad, et sellised küsimused tulevad neil loomulikult. Ainus, mida saame teha, on juhtida nende loomulikku uudishimu nagu tegi Platoni sõnade kohaselt Sokrates oma sõbra Menoni noore orjaga.



Õpetajate katsetused esimesel teaduskoolitusel Madridis.

Oleme kindlaks teinud, et lapsed, kes on vanemad kui kaks ja pool aastat, aktsepteerivad ideed, et vesi on õhus väikeste osadena, mis on liiga väikesed, et neid näha. Seda tehes õpivad nad oma esimese teadusliku mudeli, mis lubab neil ette kujutada protsesse, mida on võimatu näha, kuid mis on vajalikud selleks, et selgitada nähtusi, mida

me tegelikult oma silmaga näeme.



Lapsed uurivad aurustumist.

Nagu näitame „Millest on maailm tehtud?“ juhendites, saavad neist kiiresti mudelite käsitlemise eksperdid, mida on näha nende laborivihikutesse tehtud joonistustest. On enam kui loomulik, et nad võtavad omaks, et neil väikestel osakestel on nimi, sest nad on harjunud panema tundmatutele asjadele nimesid, niisiis kutsuvad nad hea meelega neid väikesi osasid naljaka nimega – molekulideks.



Molekulide kujutamine laste poolt.

Järgmisena, et harjutada ja harjuda mudelite kasutamisega, näitame kondenseerumise tekkimist taldrikul olevale väga külmale purgile. Purgi kuivale pinnale hakkavad moodustuma veetilgad, mis tunduvad taldriku poole libisevat. Lastel palutakse selgitada ja oma vihikus molekulaarmudelit (või teooriat, sest selles staadiumis pole kummagi mõiste vahel suurt erinevust) kasutades kujutada, mis on juhtunud. Absoluutselt kõik lapsed suutsid kirjeldada ja kujutada kondensatsiooni tekkimist,

kasutades mentaalset kirjeldust veest, mis koosneb väikestest molekulidest ning veest endast. Kõik nautisid vee aurustumise ja külma purgi kaudu selle tagasi toomise protsessi. Samuti said kõik aru vajadusest katset muuta, et täita esimene seadus: *vesi aurustub esemetelt toatemperatuuril ja kondenseerub külmadel pindadel* (Piaget' kohanemisprotsess). Pärast neid soojendusharjutusi said õpilased eelneva mängu pikendusena kergesti aru vee tsüklist (Piaget' samastumine) ning kujutasid ette molekule, mis liiguvad aerudelt pilvedesse ja tulevad sealt veetilkadena tagasi ning nii kujutasid nad seda ka oma vihikutes.

Kui õpilased saavad aru protsessist, mille käigus kasutatakse nähtuste mõistmist mentaalsete mudelite abil, kasutavad neid mudeleid uute nähtuste seletamiseks ning näevad, kui atraktiivne ja lõbus on teaduslik töö, saame öelda, et nad on omandanud teadusliku kirjaoskuse.

Füüsilise maailma ette kujutamine, kasutades mõttes lihtsustatud versiooni, mis on abiks ka probleemide lahendamisel, ei ole mitte ainult viis, kuidas inimesed koguvad teadmisi, vaid ka ainus viis, kuidas oskame seda teha. Kõik tehiskintellekti harud järgivad samasugust skeemi.

Mida peaksid õpetajad teadma?

Olles demonstreerinud laste kaasasündinud võimet omandada teaduslaseid teadmisi, tuleb mõtiskleda nende teadmiste üle, mida peavad omama õpetajad, kes neid katseid klassiruumis läbi viivad. Peame ka kujundama meetodi, et õpetajate teadmisi ja sooritusi hinnata.

Õpetajad peaksid olema teadlikud mitte ainult sellest, et teaduslaseid teadmisi saab looduslike nähtuste vaatlemise ja nende laboris taastekitamise käigus, vaid ka sellest, kuidas need teadmised teaduse ajaloo jooksul muutunud on.

Seda protsessi, mida võib pidada teadlaste ühiskonna sotsiaalseks fenomeniks, uuris

esimesena Kuhn protsessis, mis sarnaneb Piaget' teadmiste konstrueerimisele ja millest tuleb juttu hiljem. Teadusliku meetodi, nn MEETODI, olemasolu on õpetajate koolituses tähtis punkt. Oleme



Lapsed vaatlevad nähtust ning nähtuse kujutamine joonistusel.

leidnud, et enamasti on õpetajatel eksisteeriv MEETOD eksiarvamus. Peame rõhutama selle ümberlükkamise tähtsust sõna selles tähenduses, mille on sellele andnud Derrida (ja Feyerabend). Selle eksiarvuse põhjus on inimlik soov leida meetod, mis looks teadmisi ja *garanteeriks* nende tõesuse ja kehtivuse läbi aegade.

Esmalt kirjeldas seda Bacon, seda kutsuti teaduslikuks meetodiks ning selle olemasolu on saatnud õpetajaid ligikaudu kolmsada aastat. Enam see nii pole²⁰. Baconi meetod jätab teaduse mõistest välja astronoomia ning heidab kõrvale selle osa füüsikast, mis on arendatud, kasutades Einsteini kuulsaid mõtteeksperimente²¹ ja avastused, mis on aset leidnud tänu õnnelikule juhusele. Nagu Feyerabend ütleb, *sobib teadusele kõik* kuni

²⁰ Feyerabend, P. (1993). *Against method*. New York, Bauer, HH (1994). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Champaign, IL: University of Illinois Press.

²¹ Mõtteeksperimentid, <https://plato.stanford.edu/entries/thought-experiment/>.



Õpetajate koolitus (SciLit projekt, Madrid).

see on kasulik. Aga me ei tohiks jätta muljet, et Baconi meetod on vale ja kehtetu – see on lihtsalt üks meetoditest, mis tuleb teadusalaste teadmiste omandamisel kasuks ning sellel on tohutu väärtus, lubades teadlastel ja õpetajatel tulla välja skolasitikasilmusest ning see on tänuväärne.

Iga mudeli ja teooria vahetab tõenäoliselt kunagi välja mõni täpsem ja laiemale rakendusvaldkonnale sobitatud vaste. See mudelite ja teooriate asendusmehhanism, mis toimub lõputus jadas, on ainus viis, mis lubab meil (vastavalt Piaget' kohanemisprotsessile või Kuhni teaduslikule revolutsioonile) üles ehitada teadmisi füüsilisest maailmast. Aga me ei tohiks arvata, et vanad teooriad on kasutud. Vastupidi, paljud neist jätkavad kehtimist, kui vana mudel pakub vajalikku täpsust. Sellepärast kasutamegi endiselt Newtoni mehaanikat, et saata satelliite orbiidile või inimesi Kuule. Üks PISA testidest hindab õpilaste võimet valida olemasolevate mudelite hulgast probleemi lahendamiseks sobivaim.

Teaduse evolutsiooniga sama tähtis on selle sisemine organiseeritus. Kui võtame matemaatikat kui põhilist mentaalset koostisosa ja mõttevormi, mida saab tõlkida füüsiliste sümbolite abil (kaasa arvatud informatsiooniteooria), siis hõivab see teaduste hulgas fundamentaalseima osa. Läbi matemaatika saame kindlaks teha füüsika. Vajame füüsikat, et mõista keemilisi, bioloogilisi ja geoloogilisi protsesse. Samamoodi vajame keemiat,

et mõista geoloogilisi ja bioloogilisi nähtusi. Teadusmaailma võib pidada sama lamedaks kui Maad. Iga avastus ja edasimineku ühes teaduses mõjutab koheselt ka teisi.

Et muuta teaduste omavahelise läbiimbumise ideed selgemaks, kasutame selles projektis elementaarseid füüsikalisi protsesse nagu settimine (lapsed tunnevad seda hästi), et seletada, mis on toimunud arheoloogiliste protsesside käigus, mis on viinud selleni, et sadu ja tuhandeid aastaid tagasi toimunu on meie ees tänaseks sellises seisundis nagu arheoloog selle leiab.

Koolituse hindamine

Selles projektis lepiti eelnevalt kõigi partnerite vahel kokku, et osalenud õpetajate teadmiste soovitud taseme saavutamist kontrollitakse (vastavalt eelpoolmainitud nõudmistele) Ledermanni ankeedi²² küsimustele vastates.

Neid küsimustikke on palju arutatud ning need on olnud kõikide partnerriikide õpetajatele kättesaadavad juba koolituse algusest. Lõpliku hinnangu andmisel võeti arvesse õpetajate välja töötatud meetodite ja õpilaste arendatud uuringute kvaliteeti. Need on esitatud juhendites „Millest on maailm tehtud?“ ja „Arheoloogia klassiruumis“.



Õpetajad arutlevad stratigraafia üle.

²²https://www.researchgate.net/publication/251538349_An_Instrument_To_Assess_Views_Of_Scientific_Inquiry_The_VOSI_Questionnaire.

Tähtis sotsiaalne koostisosa: õpetajate roll

Kuna teadmisi ei saa pärida nagu raha, kinnisvara või silmavärvi, on esmatähtis, et teadmised liiguks põlvest põlve võimalikult täielikul ja efektiivsel moel. Kui selline põlvkondadevaheline teadmiste üleandmine ebaõnnestub, võime paari põlvkonna jooksul tagasi kiviaega sattuda. Püüame seda olukorda vältida. Kuna teadmiste üleandmine baseerub õpetajate tööil ning austaval ja usalduslikul suhtel, mida õpilased nendega loovad, peaks nende staatus ühiskonnas olema võimalikult asjakohane, et nende tööd hõlbustada.

See sotsiaalne hindamine baseerub aga elanike kultuuritasemel. Nad peaksid teadvustama, et kooliõpetajad on nende ühiskonna kultuuripärandi esimene tugi, mis omakorda on märk nende identiteedist. Sel põhjusel peaksid nad olema humaanselt vaatenurgast kirjaoskajad. Jällegi leiame ennast kuldsest silmusest, mida on raske murda ning millest väljume ainult teadust ja kultuuri integreerides, luues jagamatu terviku, mida õpitakse samaaegselt. Arutame seda selle juhendi kolmandas osas.

Selle osa lõpetuseks tahame välja tuua tähtsa fakti: põhiline on, et teaduse õppimine toimuks lapseas, kui õpime lugema, kirjutama ja esimesi aritmeetilisi toiminguid teostama. Lisaks sellele, et kasutame ära perioodi, mil vastuvõtlikkus ja uudishimu maailma vastu on suurim, lubab see meil seostada selle erilise eluetapiga neid tundeid, mis tekivad esimesi teaduseksperimente tehes.

Rõõm esimeste lugude lugemisest, esimeste sõprade leidmisest ja esimeste avastuste tegemisest tõeliste teadlastena on osa mälestustest, mis säilivad meis niisamuti nagu esimesed sõbrad ja esimene õpetaja.

TEINE OSA

**TEADUSHARIDUSE
KAASAEGSUS EUROOPA
LIIDUS**

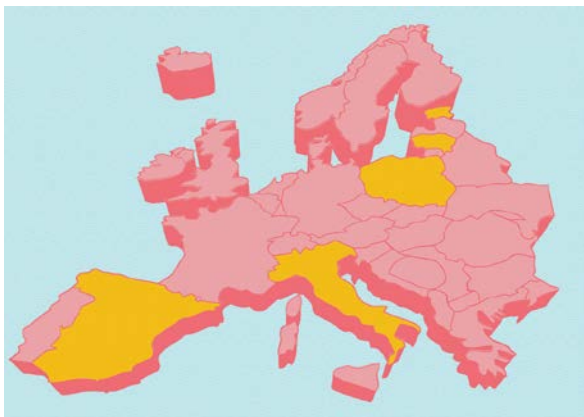


2. TEADUSHARIDUSE KAASAEGSUS EUROOPA LIIDUS

2.1. SISSEJUHATUS

Teadushariduse kaasaegsus uurib teadusharidust Euroopa Liidu lasteaedades ja algkoolides, eelkõige Itaalias, Hispaanias, Eestis, Leedus ja Poolas. Teadushariduse kaasaegsus annab ülevaate Euroopa Liidu teadushariduse olukorrast, õiguslikust raamistikust (kuidas riiklikud koolisüsteemid on organiseeritud), õppekavade struktuurist, õpetajate koolitussüsteemist (baasõppest ja täiendkoolitustest) ja naiste kaasamise tasemest SciLit partnerriikides.

Teadushariduse kaasaegsus pakub põhilist, mida on vaja, et ära tunda Euroopa teadusharidust puuduva haridussüsteemi kriitilisi aspekte. Vastavalt läbiviidud analüüsidele tehakse soovitusi haridussüsteemi muutmiseks, mille fookus on teadushariduse arendamisel. Seda dokumenti kasutatakse samuti algpunktina, et hõlbustada ühtse juhendi loomist metoodika väljatöötajatele, teadlastele, haridusspetsialistidele ning haridusega kokku puutuvatele riiklikele, regionaalsetele ja kohalikele ametnikele. Nii on lihtsam laduda vundamenti teaduse õpetamise parandamiseks lasteaedades ja algkoolides Euroopa ja riigi tasandil.



Partnerriigid.

2.2. TEADUSHARIDUS EUROOPA LIIDU LASTEAEDADES JA ALGKOOLIDES

Õiguslik raamistik

Teadushariduse parandamine on olnud mitme Euroopa riigi võtme-eesmärk juba 1990ndate lõpust ning selle teema adresseerimiseks on koostatud mitmeid programme ja projekte²³. Üks võtme-eesmärk on olnud rohkemate õpilaste julgustamine teadust õppima ning teaduse positiivse maine edendamine ja avalikkuse harimine sel teemal.

Sellela seoses on võetud varajastel kooliaastatel kasutusele laialdaselt meetmeid, et suurendada õpilaste huvi teaduse vastu. Mõned meetmed on õppekavade reformide rakendamine, koolide ja firmade, teadlaste ja uurimiskeskuste vaheliste partnerluste loomine ning projektide algatamine, mis keskenduvad professionaalse arengu jätkamisele. Haridusaspektide parandamise strateegiad võivad olla nii laiemad kui kitsamad. Nad võivad olla üldised strateegilised programmid, mis hõlmavad endas kõiki haridusstaadiumeid ja koolitusi (alustades varasest lapsepõlvest ja lõpetades täiskasvanute haridusega) või programmid, mis on suunatud teaduse haridusstaadiumitele ja/või väga spetsiifilisele õppimisalale.

Mitmed Euroopa riigid on välja töötanud konkreetsed eeskirjad ja projektid, kuhu on kaasatud mitmekesine õpetajate ja õpilaste grupp. Nende algatuste hulgas on koolide partnerlused ning uurimiskeskuste ja juhtimismeetmete rajamine. On rajatud tihe koostöö valitsusasutuste ja kõrghariduse või

²³European Commission; Science Education in Europe National Policies practices and research, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011.

haridussektorist väljaspool tegutsevate partneritega.

Õpetajate teadushariduse esialgne õpe Euroopa Liidus

Tänapäeval on õpetajate roll koolis muutunud nagu ka ootused neile – õpetajad peavad õpetama järjest multikultuursemas klassis, integreerima erivajadusega lapsi, kasutama efektiivseks IKT vahendeid ja õpetamiseks (informatsiooni-kommunikatsioonitehnoloogia), võtma osa hindamise ja vastutamise protsessidest ning kaasama kooliellu ka vanemad, kuid õpetajate hariduse tähtsaim oskus Euroopa tasemel on teadmised ja võime õpetada ametlikku matemaatika/teaduste õppekava. Väga sageli kaasatakse see tulevaste õpetajate hindamisse. Mitmekesisiste õpetamisolukordade loomine või erinevate tehnikate kaasamine on tavaliselt eraldi osa nii tava- kui eriõpetaja haridusprogrammist.

Siiski on tänapäevasel õpetajaskonnal vaja oskusi, et pidevalt uueneda ja kohaneda. Õpetajad peavad kokku puutuma erinevate olukordadega, nagu õpilaste mitmekesisus, kus tuleb arvesse võtta poiste ja tüdrukute erinevaid huve ning vältida soolisi stereotüüpe õpilastega suhtlemisel. Need on keerulised, kuid vajalikud oskused, millele pööratakse Euroopa programmides tähelepanu. Õpetaja oskuste tugevdamine Euroopa riikides on tähtis eesmärk ning teadushariduse toetamine on saanud hädavajalikuks. Kus iganes eksisteerivad riiklikud strateegilised raamistikud teadushariduse edendamiseks, hõlmavad need endas tavaliselt põhieesmärgina õpetajate teadushariduse parandamist. Eriti on sellele teemale tähelepanu pööranud Prantsusmaa, Austria ja Ühendkuningriigid (Šotimaa). Kuid kui õpetajate teadusalast

tausta tuleb arendada, tuleb tähelepanu pöörata ka tänaste õpilaste vajadustele²⁴.

Mis puudutab lähenemist õpetamisele, on SciLit projekti partnerriikide meetodites rõhku pandud õpilaste kaasamise teemale (vähemused, sugu jne), teistes riikides on rõhk andekate õpilaste märkamisel ja nende toetamisel. See tingimus peegeldub ka erinevate riiklike haridussüsteemide õpetajate baasõppe prioriteetides. Need süsteemid on algatanud tegevusi teaduse edendamiseks, mida sageli propageeritakse kooliprogrammides, mis toetavad tugevalt õpetajate professionaalset arengut.

Teadushariduse soodustamiseks võivad eriti kasulikuks osutuda otsene kontakt rakendusuuringutega ning erafirmade ja uurimisinstituutide poolt pakutav lisaressurss. Hea näide sellest on Prantsusmaa programm „La main à la pâte“²⁵ ning Hispaania „CSIC Koolis“²⁶. Teaduskeskused ja -instituutsioonid panustavad ka õpetajate mitteametlikku õppimisse ning võivad neile kasulikuks nõu anda. Mitmetes riikides nagu Iirimaa, Hispaania, Prantsusmaa, Leedu, Poola, Sloveenia, Soome, Rootsi, Ühendkuningriigid ja Norra on sellised tegevused olemas. Valdkond on keeruline, sest teadusõpetajad õpetavad eri haridusstaadiumites, nad on tihti üksteisest erinevatel teaduse teemadel haritud ning kuuluvad nii haridusalaselt kui sotsiaalselt erinevatesse kultuuridesse. Siiski pole teadusõpetajate hariduse spetsiifilised riiklikud algatused väga sagedased.

Õpetajate teadusharidusalane täiendkoolitus

See, millised teadmised on õpetajatel õpetama hakates teadusest ja

²⁴ ALLEA, A renewal of science education in Europe, Views and action of national academic, 2012.

²⁵ Foundation La main à la pâte, <http://www.fondation-lamap.org/?> Viimati vaadatud 17/07/17.

²⁶ Programme of the Consejo Superior de Investigaciones Científicas, <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela> Viimati vaadatud 17/07/17.

pedagoogikast, mõjutab kõiki õpetajate professionaalse arengu (TPD) programme, sest nad on osalejatele „stardipunktiks”. Aastate jooksul omandatud kogemus peegeldab nende võimet hakkama saada väljakutsetega, mis tekivad teaduse rakendamisel klassiruumis. Sellest tulenevalt tekib vajadus arendada mõnda TPD²⁷ programmi aspekti teisest enam. Eelnevad teaduse edendamise strateegiate hindamised Euroopas on näidanud, et õpetajate kompetentsi tugevdamine on eriti oluline teema²⁸. Tegelikult sisaldab riikides, kus on strateegiline teadushariduse edendamise raamistik tavaliselt ka ühe meetmena õpetajate teadushariduse arendamist. Koolidevahelised partnerlused, teaduskeskused ja nendesarnased institutsioonid panustavad õpetajate mitteametlikku õppimisse. Mitmete riikide teaduskeskused pakuvad õpetajatele ka spetsiaalseid professionaalseid täiendkoolitusi (CPD).

Mitmed riigid, nagu Iirimaa, Hispaania, Prantsusmaa, Leedu, Poola, Sloveenia, Soome, Rootsi, Ühendkuningriigid ja Norra on teatanud, et nende haridusasutused sisaldavad osana ametlikust õppest spetsiaalseid CPD koolitusi töötavatele teadusõpetajatele²⁹. Mis puudutab tulevasi teadusõpetajaid, siis on (samateemalised) riiklikud algatused harvad.

Tundub, et enamikes Euroopa riikides eksisteerivad algõppe printsiibid, kuid vajalik täiendõpe ja asjakohane pidev professionaalne areng (CPD) on suureks väljakutseks. Mitte ainult sellepärast, et pedagoogilisi ideid on vaja uuesti üle vaadata, vaid ka rahaliste vahendite pärast,

mida on vaja suure hulga töötavate algkooliõpetajate koolitamiseks.

Peaaegu kõigis Euroopa riikides on vajalik nii poliitilise sfääri kui ärimaailma ulatuslik sekkumine, et motiveerida ministreid ja poliitiliste otsuste tegijaid tegutsema³⁰.

2.3. TEADUSHARIDUS ITAALIAS, HISPANIAS, EESTIS, LEEDUS JA POOLAS

Õiguslik raamistik

Itaalia, Hispaania, Eesti, Leedu ja Poola õigusliku raamistiku analüüsimisest selgus, et lasteaegade ja algkoolide haridus on neis riikides sarnane.

Näiteks Eestis ja Poolas algab kohustuslik haridus 7- aastaselt, samas kui Itaalias, Hispaanias ja Leedus algab see 6-aastaselt. Kõigis neis maades lõppeb kohustuslik haridus 16–17-aastaselt.

Veelgi enam, Poolas on lasteaiahariduse õigus 3-5-aastastel lastel³¹ ning 6-aastastel lastel on eelkooliharidus kohustuslik. Eelkooliharidust Poolas finantseerib osaliselt riik (5 tundi päevas) ja osaliselt vanemad.

Kõikides neis riikides, välja arvatud Poola, ei ole eelkooliharidus kohustuslik ning see pole tasuta. Itaalias ja Hispaanias sisaldab varajase hariduse süsteem 0-3-aastaste laste ja 3-6-aastaste laste hariduse sätteid. Viimane on ainult osaliselt riigi poolt rahastatud. Eestis peab kohalik omavalitsus

²⁷ European Commission; Science Education in Europe National Policies practices and research, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011.

²⁸ Eurydice fact and figures, Recommended Annual Instruction Time in Full-time Compulsory Education in Europe, 2016/17.

²⁹ European Commission; Science Education in Europe National Policies practices and research, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011.

³⁰ ALLEA, A renewal of science education in Europe, Views and action of national academic, (2012).

³¹ Poland – Pre-primary & Primary Education (Viimati vaadatud 14/09/2017).

piirkonna 1,5–7-aastastele lastele nende elukohajärgse lasteaiakoha, kui nende vanemad seda soovivad³². Leedus on eelkool 3-6-aastastele lastele³³. Poolas koosneb varajane haridus eraldi sätetest 0–3-aastastele ja 3–6-aastastele lastele.

Kõigis neis riikides on teaduse õpetamine lasteaiahariduse igapäevane osa (eksperimentid, vaatlused, manipulatsioonid).

Järgnev tabel näitab SciLit partnerriikide eelkoolis käivate laste vanuseid (aastates):

Tabel 1. Algkooli õpilaste vanus

	ITAALIA	HISP.	EESTI	LEEDU	POOLA
Põhikool	6-11	6-12	7-16	7-11	7-15

Algkoolis õpivad lapsed lugema ja kirjutama ning mitmeid õppeaineid nagu matemaatika, geograafia ja teadus. Selle etapi teaduslik sisu koosneb mitmetest valdkondadest:

- Loodusteadus.
- Sotsiaalteadused, mis aitavad lastel arendada erinevaid oskusi. Mõned neist oskustest on matemaatika, teaduse ja tehnoloogia baasoskused, digitaalsed oskused jne.

Järgnevalt on välja toodud erinevat tüüpi meetmete rakendamised kõikides riikides.

Itaalia

Itaalias vastutab üldise juhtimise eest riiklikul tasandil Haridus-, Teadus- ja Ülikooliministeerium (MIUR). Koolihariduse organiseerimine detsentraliseeritud tasandil on MIURI poolt jagatud piirkondlike

kooliametite vahel, mis tegutsevad maakondlikul tasandil kohalikes kontorites. Omavalitsuste tasandil pole MIURil detsentraliseeritud ametkondi, samuti puuduvad need kõrghariduse jaoks³⁴.

Itaalias rakendati riiklik koolide hindamise süsteem 2014/15 õppeaastal, mil seati sisse kohustuslik enesehindamine koolides, mille üks aspekte on õpilaste sooritusel (iga-aastase INVALSI testi³⁵ tulemused). Alates 2015/16 õppeaastast järgneb koolide enesehindamise raportile asutuseväline hindamine, mida koordineerib inspektor. Asutusevälised meeskonnad püüavad aastas külastada kuni 10% koolidest. Koolide enesehindamise raport ja kolmeaastase arengu protsessi tulemused on internetis saadaval.

Hispaania

Hispaanias sõltub haridussüsteem erinevatest juhtkondadest.

Haridusküsimusi puudutavate ettepanekute ja täiustamise eest vastutab läbi hariduse riigisekretariaadi **Üldine Riigiasutus (State General Authority)**. Ministeeriumi haridusalane kompetents tagab homogeensuse ja haridussüsteemi põhilise ühtsuse.

Autonoomsed piirkonnad on ametiasutused, mis vastutavad hariduse seadusandliku arengu ja juhtimise eest iga autonoomse piirkonna ulatuses. Neil on oma territooriumil haridusasutuste juhtimiseks täidesaatev ja administratiivne võim, välja arvatud riiklikud asutused. Nende kompetentsi kuulub koolide haldusomand, hariduse tehnika inspeksiooni teenistus,

³² Ministry of Education and Research; Alusharidus; Estonia; 2015.

³³ https://www.european-agency.org/sites/default/files/education_lithuania.pdf.

³⁴ *Ministero dell'Istruzione, dell'Università, e della Ricerca, The Italian Education System*, (2014). Available online:

http://www.indire.it/lucabas/lkmw_img/eurydice/quadern_o_eurydice_30_per_web.pdf.

³⁵ *Ministero dell'Istruzione, dell'Università, e della Ricerca, The Italian Education System*, (2014). Available online: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_img/eurydice/quadern_o_eurydice_30_per_web.pdf.

personalit haldamine, disain, alg- ja kohustusliku põhihariduse põhiõppekavade eksperimentaalsete ja pedagoogiliste arendusplaanide ning kujunduse heakskiit³⁶.

Eesti

Eestis organiseerib riiklike arendusprogrammide arendamist ja teostust Haridus- ja Teadusministeerium. Eesti uurimus- ja arendustööde finantseering tuleb riigieelarvest, samuti ettevõtetelt ning muudest välisallikatest.

Leedu

Leedus koostab ja teostab Haridus- ja Teadusministeerium hariduse, teaduse ja õpingutealaseid riiklikke eeskirju, kavandab strateegilisi haridusplaanide, iga-aastaseid programme, kiidab hariduse ametliku raamistiku all heaks õpetamise, koolituste ja treeningute üldise sisu (õppeala- ja üldkavad, samuti ka õpetamis-, treening- ning õppeplaanid)³⁷.

Poola

Poolas peegeldab koolihariduse juhtimine Poola riigi üleüldist territoriaalset korraldust. Piirkondlikud haridusasutused on kaasatud regionaalsete valitsuste alla ning need vastutavad koolides läbi viidava pedagoogilise järelevalve eest. Kohalikud ametkonnad võtavad avaliku võimu täideviimisest osa. Koolide haridussüsteemi juhtimise eest vastutab riikliku hariduse minister. See koordineerib ja jätkab riiklikku hariduspoliitikat, tehes koostööd regionaalsete võimuorganite, koolide ja

haridussüsteemi teiste organisatsioonide üksustega³⁸.

2.4. ÕPPEKAVADE STRUKTUUR ITAALIAS, HISPAANIAS, EESTIS, LEEDUS JA POOLAS

Itaalias, Eestis, Leedus ja Poolas on teaduse õpetamine lasteaedades ja algkoolis osa igapäevategevustest. Eksperimendid julgustavad lapsi järjest midagi uut avastama. Need arendavad loovust, rikastavad sõnavara, õpetavad koostööd tegema ja teistega suhtlema. Lapsed õpivad, kuidas koos ühist eesmärki saavutada. Oskused nagu vaatlus, esemetega manipulatsioon, klassifitseerimine ja eksperimenteerimine lubavad füüsilisel ja looduslikul maailmal omavahel suhelda läbi teaduslike mõistete nagu tihedus, kaal ja energia.

Itaalia

Itaalias defineerib õppe-eesmärgid Haridus-, Teadus- ja Ülikooliministeerium ning nende eesmärk on paika panna tase, mida õpilastelt iga kooliaasta lõpus oodatakse (lasteaias ja algkoolis). Õpitulemused jaotatakse järgnevalt:

- Objektide ja materjalide uurimine.
- Vaatlus ja katsed õues.
- Inimene ja ühiskond.

Iga õppe-eesmärgi juures kirjeldatakse oskuseid, mille õpilased peavad olema omandanud³⁹. Teadus on üks neist aladest,

³⁶ Sistema Educativo Español. Panorama general (Eurydice). [https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/eurydice/index.php/Espa%C3%B1a:Administraci%C3%B3n_y_gobierno_a_nivel_central_y_regional#La_Administraci%C3%B3n_educativa_en_las_Comunidades_Aut.C3.B3nomas_.28Nivel_Regional.29](https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/eurydice/index.php/Espa%C3%B1a:Administraci%C3%B3n_y_gobierno_a_nivel_central_y_regional#La_Administraci%C3%B3n_educativa_en_las_Comunidades_Aut%C3%B3nomas_.28Nivel_Regional.29).

³⁷ https://www.european-agency.org/sites/default/files/education_lithuania.pdf.

³⁸ Foundation for the Development of the Education System, Polish Eurydice Unit, *The System of Education in Poland, The System of Education in Poland*, Warsaw (2014) http://eurydice.org.pl/wp-content/uploads/2014/10/THE-SYSTEM_2014_www.pdf.

³⁹ G. Cerini, P. Mazzoli, D. Previtali, M. R. Silvestro; Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, 2012. Available

millele tehti viie algkooliaasta jaoks uus juhend nagu ka itaalia ja inglise keelele, ajaloolle, geograafiale, matemaatikale, tehnoloogiale, arvutiteadusele, muusikale, kunstile ja kehalisele kasvatusle. Vastavalt Haridusministeeriumile paneb teaduslike õppeainete õpetamine õpilasi otseselt nähtuste ja asjade kohta küsimusi esitama, hüpoteese püstitades eksperimente plaanima ning ilma intellektuaalsete piiranguteta neid tõlgendavaid mudeleid looma.

Põhiline eesmärk on konkreetsete kogemuste hankimine vastavas kohas, nii kooli laborites kui lähiümbruskonna looduslikus keskkonnas. Algkooli õppe-eesmärgid on ära toodud allpool.

Hispaania

Hispaanias koosneb algkooli teadusalane sisu mitmest valdkonnast: loodusteadused, sotsiaalteadused ja matemaatika, mis

aitavad õpilastel arendada oskusi nagu matemaatika, teaduse ja tehnoloogia baasoskused, digitaalsed oskused jne.

Alljärgnevas tabelis (Tabel 3) on välja toodud mõned mõisted, teaduslikud meetodid ja kursused Hispaania algkoolides⁴⁰.

Eesti

Eestis omandavad lapsed vastavalt koolieelsete asutuste riiklikule õppekavale järgmised teadusega seotud oskused: üllatuse väljendamine, küsimine, võrdlemine, keskendumine ja mõõtmine, klassifitseerimine ning faktide meeldejätmise⁴¹. Teadusalane haridus on üldises õppekavas sees füüsika, keemia, bioloogia ja geograafia ainetena.

Huviliste jaoks on mitmeid huviringe. Eestis õpitakse aineid nagu füüsika, keemia ja bioloogia 7.-12. klassis, loodusteaduste tunnid algavad juba esimeses klassis.

Tabel 2. Itaalias algkoolis õpetamise eesmärgid*

6 või vanem (1. kl)	7 või vanem (2. kl)	8 või vanem (3. kl)	9 või vanem (4. kl)	10 või vanem (5. kl)
Materjal ja selle omadused; keskkond; objektid; erinevused ja sarnasused; õige toitumise alused	Tahke, vedel ja gaasiline olek; elusad ja elutud asjad; aastaajad muutuvad; veeringe; loomad ja taimed	Loomad ja nende tähtsad funktsioonid; selgroogsed ja selgrootud; ökosüsteemid & ökoloogia; keskkonnakaitse	Vesi, õhk ja pinnas; reostus; Taimed: struktuur, toitumine ja paljunemine; kuumus ja põlemine; hügieen ja tervis	Maa universumis; energia ja selle vormid; inimkeha; optilised ja akustilised nähtused; toidu päritolu

* Istituto Comprensivo Statale 15 di Bologna; Curricolo verticale di Scienze, Bologna, (2017). Saadaval Internetis: http://www.ic15bologna.it/images/pages/3031-6634-Curricolo_Scienze.pdf.

Tabel 3. Hispaania algkooli mõisted ja teaduslikud meetodid

6 või vanem (1. kl)	7 või vanem (2. kl)	8 või vanem (3. kl)	9 või vanem (4. kl)	10 või vanem (5. kl)	11 või vanem (6. kl)
Vaatlus, kirjeldus, liigitus	Vaatlus, kirjeldus, suurused, klassifikatsioon	Vaatlus, kirjeldus, suurused, katsetamine, klassifikatsioon	Vaatlus, kirjeldus, suurused, katsetamine, klassifikatsioon	Vaatlus, kirjeldus, suurused, katsetamine, klassifikatsioon	Vaatlus, kirjeldus, suurused, katsetamine, klassifikatsioon
Taimed, hingamine, materjalid	Olulised funktsioonid, kõvadus, energia, mass	Aine oleku muutus, kuumuse, ained	Kaal, aine, mass, deformatsioon, kang, magnetid	Ökosüsteem, energia muundamine, energia tüübid, valgus, elektrienergia	Põlemine, oksüdatsioon, magnetism, arvuti

online: http://www.indicazionina-zionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/indicazioni_nazionali_infanzia_primo_ciclo.pdf.

⁴⁰ Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Madrid. https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF

⁴¹ Kehitämiskeskus Opinkirjo, Eesti Teadusagentuur; Arenev teadushuviharidus. Õpime kogemustest; Estonia; 2015

Leedu

Leedu algkoolis (1.-4. klass) on sotsiaal- ja loodusteaduste õppekavad integreeritud teistesse teemadesse: inimeste kooselu, inimeste areng, inimeste keskkond, inimeste tervis ja ohutus, inimesed ja loodus ning inimesed ja loodusnähtused. Põhikooli (5.-10. klass) teadushariduse eesmärk on aidata õpilastel omandada loodusteaduste baasteadmised ning selgeks õppida põhilised mõisted ja oskused, mis aitavad neil ümbritsevast maailmast paremini aru saada ning selle põhjal teatud väärtusi ja hoiakuid arendada.

Õppekava otstarve on aidata õpilasel kasvada inimeseks, kes oskab elada tervislikku elu ning lahendada säästva arengu probleeme.

Põhikooli 5. ja 6. klassis õpetatakse teadust integreeritud õppeainena ning geograafiat õpetatakse eraldi õppeainena alles 6. klassis. Alates 7. klassist õpetatakse bioloogiat, keemiat ja füüsikat eraldi õppeainetena.

Üldiselt keskendub teaduse õppekava teadmiste, probleemide lahendamisele, praktilistele oskustele, teadusalasele suhtlemisele ja teaduse õppimiseks vajalikele oskustele⁴².

Poola

Poolas on teadus vastavalt riiklikule õppekavale kõikidel haridustasemetel ja kõikides koolides kohustuslik. Esimesest kolmanda klassini on teadus osa integreeritud õppesisust, kus õpilased peavad saavutama 10 õppetulemust (need on kirja pandud "oskab" lausetena). Nende hulgas on uurimisoskused (õpilased

vaatlevad ja teevad lihtsaid teaduslikke katseid, analüüsivad neid ja viivad kokku põhjuse ja tulemuse), selgitamine (õpilased seletavad, kuidas sõltuvad loodusnähtused aastaajast), faktiteadmised (õpilased nimetavad inimeste ja loomade kehaosi ja organeid) ja praktilised teadmised (õpilased teavad tervisliku toitumise põhimõtteid, põhilisi ohte taimedele ja loomadele ja võtavad aktiivselt osa kohaliku keskkonna kaitsmisest). 4.-6. klassis on eraldi õppeaine nimega loodus.

Riiklik õppekava seab selles aines viis õppeeesmärki:

- Huvi äratamine looduse vastu.
- Looduse austamine.
- Loodusnähtuste ja protsesside kohta hüpoteeside püstitamine ja nende kinnitamine.
- Vaatlus, mõõtmised ja katsetamine.
- Loodusteadmiste praktiline kasutamine.

Riiklik õppekava rõhutab teadusliku meetodi kasutamist klassis (näiteks küsimuste esitamist või hüpoteeside püstitamist, vaatlemist ja mõõtmiste tegemist). Põhikoolis (7.–9.klass) on teadus jaotatud neljaks õppeaineiks: geograafia, bioloogia, keemia ja füüsika.

2.5. ÕPETAJATE ÕPE ITAALIAS, HISPAANIAS, EESTIS, LEEDUS JA POOLAS

Alg- ja eelkoolis on motiveeritud, hästi ette valmistunud ja õpilaste vajaduste suhtes tähelepanelike õpetajate olemasolu hädavajalik kvaliteedifaktor, et üles ehitada mugav, turvaline ja hästi organiseeritud hariduskeskkond, mis on võimeline

⁴² TIMSS 2015ENCYCLOPEDIA, Vaadatud (13/09/2017)
<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/>

encyclopedia/countries/lithuania/the-science-curriculum-in-primary-and-lower-secondary-grades/.

vanemate ja kogukonna usalduse võitma. Õpetajate õpe on inspireeritud kuulamise, saatmise, osavõtliku suhtlemise, kommunikatiivse meditatsiooni, õpilaste pideva jälgimise, nende "maailma" ohjade haaramise, nende avastuste lugemise ja toetamise kriteeriumitest, et julgustada nende arengut üha iseseisvamate ja teadlikumate teadmiste õppimise poole. Itaalias, Hispaanias, Eestis, Leedus ja Poolas on õpetajate õpe hästi määratletud kriteerium. Selle detaile kirjeldame alljärgnevalt:

Itaalia

Itaalias toimub eel- ja algkooliõpetajaks õppimine viieaastaselt kinnisel kursusel nimega alghariduse teadused.

Põhikooliõpetajate olukord on teine. Määrus nr 249 kehtestas, et kõik tulevased õpetajad peavad omandama magistrikaadi ning tegema pärast seda aasta nõ "aktiivset praktikat" (TFA). Arvestades, et magistriõppesse on võimalik minna ainult pärast kolmeaastase kursuse läbimist, õpitakse kokku kuus aastat⁴³.

Alghariduse teaduste kraad sisaldab mitut tundi teadust, näiteks Bologna ülikooli õppekavas⁴⁴ annavad ained nagu geomeetria, algebramatematika, keemia, bioloogia ja statistikaelementidega matemaatika suure osa ainepunktidest⁴⁵.

Alg- ja eelkoolis on motiveeritud, hästi ette valmistunud ja õpilaste vajaduste suhtes

tähelepanelike õpetajate olemasolu hädavajalik kvaliteedifaktor, et üles ehitada mugav, turvaline ja hästi organiseeritud hariduskeskkond, mis on võimeline vanemate ja kogukonna usalduse võitma. Õpetajate õpe on inspireeritud kuulamise, saatmise, osavõtliku suhtlemise, kommunikatiivse meditatsiooni, õpilaste pideva jälgimise, nende "maailma" ohjade haaramise, nende avastuste lugemise ja toetamise kriteeriumitest, et julgustada nende arengut üha iseseisvamate ja teadlikumate teadmiste õppimise poole⁴⁶. Õpetajad võivad ise valida õpetamismeetodeid, kuid õpetajate õppe riiklik õppekava seab õppekeskkonna organiseerimiseks ka mõned üldkriteeriumid.

Hispaania

Hispaanias tuleb õpetajaks saamiseks omandada akadeemiline kvalifikatsioon ning läbida vajalikud pedagoogilised ja hariduslikud koolitused. Vajalikud on lapse hariduse kraad (0–6aastased lapsed) ja alghariduse kraad. Haridusministeerium otsustab ametlike ülikoolikraadide nõuetekohasuse ja kvalifikatsiooni põhjal õpetajate kvalifitseerumise ning otsustab õppekavade minimaalse sisu. Ülikoolid on autonoomsete piirkondade pädevuses ning nemad võivad õpetajaks õppijate õppekavasid muuta või laiendada, arvestades samal ajal haridusministeeriumi

⁴³ G. Putsai, A. Engler; Center for Higher Education Research and Development, *Teacher Education Case Studies in Comparative Perspective*; Debrecen, (2014). Available online: http://real.mtak.hu/15409/1/volume_teacher_education.pdf.

⁴⁴ The curriculum offered by the University of Bologna for Science of Primary Education is very similar to the curriculum offered by the other Italian universities for the same university degree.

⁴⁵ Università degli Studi di Bologna; Scienze della Formazione Primaria, LMCU per Matricole 2017/18, (Accessed 12/09/17). Available online: <http://corsi.unibo.it/laurea/scienzeformazioneprimaria/Pagine/PianiDidattici.aspx?CodCorso=8540&AnnoAccademico=2017&Orientamento=000&Indirizzo=000&Progressivo=2017>.

⁴⁶ G. Cerini, P. Mazzoli, D. Previtali, M. R. Silvestro; Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione, (2012).

poolt kehtestatud miinimumnõuetega⁴⁷.

Õpetajate koolitus Hispaania nelja ülikooli haridusteaduskonnas võib ülikooliti pisut erineda. Need ülikoolid on Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), Universidad Pública de Navarra (UPNA) ja Universidad de Oviedo (UNIOVI). Osades õppekavades toimub teadusõpe sotsiaal- ja loodusteaduste perspektiivist ning osades õppekavades on lisaks ka praktiline lähenemine (füüsika- ja keemiateaduste labor)⁴⁸.

Eesti

Eestis õpetatakse õpetajaid kõrgemates haridusasutustes. Klassiõpetaja õpe põhineb bakalaureuse- ja magistriõppe integreeritud õppekaval. Ülikoolilektorite õpe viiakse läbi magistri-, doktori- või täiendõppena. Et alustada õpetajaks õppimist, tuleb täita kõrgema haridusasutuse vastuvõtutingimused. Eeltingimuseks klassiõpetajaks õppimisel on keskharidus või sellele vastav muu kvalifikatsioon. Õpetajate puhul, kes soovivad õpetada lisaõppeaineid või mingit ametit, on vastuvõtu eeltingimuseks õpetajate õppe valdkonna mistahes õppekava läbimine ning kõrgema haridusasutuse teaduskraad.

Koolieelse haridusasutuse, klassiõpetaja, põhikooliõpetaja, keskkooliõpetaja, üldharidusõppeainete, kutseharidusasutuste, kutseõpetaja, tegevusjuhendaja või huvikooliõpetaja õppekavale kandideerimise eeltingimus on lisaks ka sobivustesti läbimine. Eestis saavad tulevased õpetajad õppida Tallinna Ülikooli haridusteaduskonnas, kus teadusõpingud

keskenduvad õppeainetele nagu matemaatika, tervishoid, teaduse didaktika ja loodusteadused⁴⁹.

Leedu

Leedus õpitakse eelkooli- ning alg/põhikooliõpetajaks. Eel- ja algkooliõpetajate õpe toimub kõrgemas haridusasutuses. Keskkooliõpetajad õpivad Vilniuse Ülikoolis, Vilniuse Pedagoogilises Ülikoolis, Šiauliai Pedagoogilises Ülikoolis, Vytautas Magnuse Ülikoolis (Kaunases) ja Klaipeda Ülikoolis. Seal õpivad tulevased õpetajad mitmeid teadusaineid nagu algebra, statistika elemendid, moodne matemaatika, geomeetria ja terviseteadused⁵⁰. Kõrgharidusasutused pakuvad nelja-aastaseid kursuseprogramme. Magistrikraad annab õiguse õpetada gümnaasiumis ja kolledžis. Vastuvõtt toimub bakalaureusekraadi ja vähemalt ühe aasta õpetamiskogemuse baasil. Mõned kõrgharidusasutused pakuvad koheselt kvalifikatsioonini viivaid õppeprogramme, teised üheaastaseid kursusi kvalifikatsiooni saamiseks pärast tavaprogrammi läbimist⁵¹.

Poola

Poolas tegelevad õpetajate esialgse õppega kaks haridussüsteemi sektorit:

1. Kõrghariduse sektoris on kraadiprogrammid, mis koosnevad esimesest, teisest ja pika tsükli programmidest ning mitte-kraadi magistriprogrammid.
2. Koolihariduse sektoris olid (kuni aastani 2015) kõrgkooliprogrammid (mis on nüüdseks lõpetatud), mis

⁴⁷ Formación Inicial del Profesorado. Ministerio de Educación. <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/profesorado/no-universitarios/formacion/formacion-inicial.html>.

⁴⁸ Plan de Estudios Maestro en Educación Primaria 2017-2018. UCM. <http://educacion.ucm.es/estudios/grado-educacionprimaria-estudios-estructura>.

⁴⁹ http://ois.tlu.ee/pls/portal/ois2.ois_public.main.

⁵⁰ The curricula offered by the courses of Educational Science in Lithuanian universities present the similar focus on scientific subjects.

⁵¹ <http://www.euroeducation.net/prof/lithuaco.htm>.

koosnesid õpetajaid ja võõrkeele õpetajaid õpetavatest kolledžidest.

Kõik haridusinstituutsioonid töötavad nii avalikus kui mitte-avalikus haridussektoris. Õpetajate õpe on Poolas organiseeritud kaht mudelit kasutades: samaaegne ja järjestikune mudel. Samaaegset mudelit kasutatakse Poolas rohkem. Osa kõrgemate haridusasutuste kraadiprogrammidest individuaalsetes õppevaldkondades on spetsialiseerumine, mille saavad õppurid ise valida. See tähendab, et nad saavad paralleelselt üldõppeainetealast ning kõrvalerialana pedagoogilist koolitust. Õpetajad, kes ei vali spetsialiseerumist ja otsustavad ameti hiljem valida, saavad õpetaja kvalifikatsiooni mitte-kraadi magistriprogrammi või kvalifikatsioonikursuse läbimisel.

Viimane variant esindab järjestikust õppemudelit. Õpetajate hariduse ja õppe standardid koostati Kõrgharidus- ja Teadusministeeriumi 2012. aasta regulatsiooniga. Õpetajate haridus ja õpe koosneb etteantud aine (bioloogia, matemaatika jne) tunni ettevalmistamisest ja pedagoogilisest koolitusest (õppemeetodid, psühholoogia, pedagoogika). Vastavalt ülalmainitud regulatsioonile peaks eel- ja algkooliõpetajatel olema vähemalt bakalaureusekraad ning põhi- ja keskkooli ja baaskutsekoolide õpetajatel vähemalt magistri- või sellega võrdsustatud kraad⁵². Varssavi Ülikooli haridusteaduskonnas õpivad tulevased õpetajad kolmeaastase varajase lapsepõlve hariduse kursuse jooksul mitmeid teadusaineid nagu teadus ja tehnoloogia õpetajatele, matemaatikaharidus ning loodusteaduste haridus⁵³. Lublini UMCS Ülikooli haridusteaduskonnas õpivad

tulevased õpetajad samuti teadusaineid nagu pedagoogika ja didaktika, matemaatika ning loodus- ja sotsiaalteadused⁵⁴.

2.6. NAISTE OSALUS ITAALIA, HISPANIA, LEEDU, EESTI JA POOLA TEADUSHARIDUSES

Riigi majandusliku arengu ja teaduse kõrge kvaliteedi tagamiseks on vajalik naiste suurem roll teaduse ja tehnoloogia maailmas. Need faktid tähendavad, et peame palju vaeva nägema, et korrigeerida seda tasakaalutust, mida on põhjustanud naiste puudumine teadusmaailmas. Naised peaksid teaduse loomise ja levitamise juures rohkem osalema mitte ainult oma enda karjääri edendamiseks, vaid ka sotsiaalse kasuteguri tõttu. Euroopa Uurimisvaldkonna strateegiline visioon, mis võeti kasutuses aastal 2010, seab eesmärgiks, et aastaks 2030 peavad pooled kõikide teadussüsteemi tasemete ja alade töötajad olema naised. Sellega üritati murda horisontaalset ja vertikaalset eraldatust, mis praegu Euroopa teaduses valitseb.

Euroopas on naistele palju programme, näiteks „Euroopa tüdrukud STEMis“, mis on uuring, mida vahendab Microsoft ja professor Martin W. Bauer Londoni Majanduskooli psühholoogia ja käitumisteaduste osakonnast. See on esimene tõeline põhjalik uuring naistest STEMis. Kokku küsitleti 11 000 noort naist vanuses 11–30 kaheteistkümnest Euroopa riigist – Belgia, Soome, Prantsusmaa, Saksamaa, Iirimaa, Itaalia, Holland, Poola, Tšehhi, Ühendkuningriigid, Venemaa ja Slovakkia.

⁵² Foundation for the Development of the Education System, Polish Eurydice Unit, *The System of Education in Poland*, Warsaw (2014) http://eurydice.org.pl/wp-content/uploads/2014/10/THE-SYSTEM_2014_www.pdf.

⁵³ <http://informatorects.uw.edu.pl/en/programmes-all/PEMD/NZ1-PEMD/>.

⁵⁴ Kuigi ülikooliõpilased ei ole SCILIT projekti sihtrühm, on tulevaste õpetajate teaduslik koolitamine ülikoolis antud dokumenti kaasatud, et anda õpetajate teadustaustast täielikum ülevaade.

Allpool analüüsitakse naiste seotust teadusharidusega Itaalias, Hispaanias, Eestis, Leedus ja Poolas.

Itaalia

Itaalias käivad vastavalt „Euroopa tüdrukud STEMis” uuringule vaid 12,6% ülikoolis käivatest naisõpilastest STEMi loengutes. Uuringu algus eeldas teistsugust tulemus. 42,1% Itaalia naisüliõpilastest ütlesid, et neile meeldivad matemaatikatunnid ning 41,7%, et neile meeldivad numbrid, vastuseks Euroopa keskmisele, mis on 37,6%. 49,2% meeldib arvutiteadus, Euroopas on see number 42,2%. Siiski usub 59% noori Itaalia tüdrukuid, et nad suudaksid STEMis sooritada suurepäraseid tulemusi ning 60% ei karda, et neid teadusvaldkonda õppimamineku pärast nohikuks peetakse. Täpsemalt ütlesid 66,1% vastanutest Itaalias (Euroopa keskmine on 59%), et nad tunneksid ennast mugavamalt, kui teaksid, et tööturule sisenedes koheldakse neid meestega võrdselt. Kuigi on palju näiteid Itaalia naistest, kes on panustanud teadusmaailma revolutsioneerimisse (Rita Levi Montalcini, Margherita Hack, Samantha Cristoforetti, Elena Cattaneo, Fabiola Gianotti jne), on noorte naiste teadusalase karjääri tegemise juures Itaalias suurimaks takistuseks inspireerivate naissoost eeskujude puudumine. See probleem eksisteerib ainult Itaalias ning seda kutsutakse ka grupi surveks.

Kui tüdruk on STEMi ainetest huvitatud, aga tema sõprusringkond mitte, kaotab lõpuks temagi huvi. Selles mõttes on naised iseenda vaenlased ning sellele lisandub veel viis, kuidas teadusaineid koolis õpetatakse. See teema on seotud suure teoreetiliste õpingute koormaga ning praktiliste kogemuste

puudumisega, mis on põhiline element, tekitamaks teaduse vastu huvi.

Hispaania

Hispaanias on õiguslik raamistik, mis sisaldab endas Euroopa ja Ameerika Ühendriikide poolt tehtud arvukaid ettepanekuid. Koos soolise võrdsõiguslikkuse seadusega (2007) ja ülikooliseadusega (LOMLOU, 2007) hõlmab teaduse, tehnoloogia ja innovatsioonisedus (peatükk 3, Libro Blanco. Situación de las Mujeres en la Ciencia Española, Lühiülevaade naiste positsioonist Hispaania teaduses.) valdkondi, milles tuleb kehtestada erimeetmed, et kaotada eelarvamused ja barjäärid ning vähendada kõrgelt kvalifitseeritud inimkapitali raiskamist⁵⁵.

Teaduse, tehnoloogia ja innovatsiooniseadus sisaldab erimeetmeid järgnevas kuues valdkonnas:

1. Selle seadusega reguleeritud asutuste, nõukogude ja komiteede koosseis ning Hispaania teaduse ja tehnoloogiasüsteemi asutuste koosseisu hindamine ja valimine on kooskõlas meeste ja naiste võrdse osaluse põhimõtetega vastavalt riiklikule seadusele 3/2007, 22. märts, mis puudutab meeste ja naiste võrdsust.
2. Hispaania teaduse ja tehnoloogia strateegia ning riiklik teadusliku ja tehnilise uurimuse plaan edendab soo perspektiivist ristfunktsionaalsete teadus- ja tehnoloogiauuringute liitmist sellisel viisil, mis on kõikidele protsessi aspektidele asjakohane, alates teaduslik-tehnilise uurimuse prioriteetide definitsioonist, uurimisprobleemist, teoreetilistest ja selgitavatest raamistikest, meetodist,

⁵⁵ Sánchez de Madariaga, I., de la Rica, S. and J. J. Dolado (coord.): White Paper on the *Situation of Women in Science in Spain*. Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación,

Madrid (2012). Saadaval Internetis: http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/UMYC/WhitePaper_Interactiva.pdf.

andmete kogumisest ja tõlgendamisest, järelduste tegemisest, tehnoloogilistest rakendustest ja arengutest ettepanekuteni tulevasteks uuringuteks. See edendab ka soo- ja naiste õpinguid ning erimeetmeid, et suurendada naiste osalust uurimisrühmades ning kindlustada nende tunnustus.

3. Teaduse, tehnoloogia ja innovatsiooni infosüsteem kogub, töötleb ja avaldab kõik soo järgi jaotatud andmed ning lisab kohaloleku ja produktiivsuse indikaatorid.
4. Avaliku sektori ja avalike ülikoolide uurimispersonalil valiku ja hindamise protseduurid (Libro Blanco. Situación de las Mujeres en la Ciencia Española, Lühiülevaade naiste positsioonist Hispaania teaduses, peatükk 11): Üldise riigijuhtimise uurimisasutuste toetamise ja tasakaalustamise protseduurid, mis antakse välja teadustöö rahastajate poolt, seavad sisse mehhanismid, mis kõrvaldavad soolise eelarvamuse ning mis sisaldab, kus iganes võimalik, konfidentsiaalseid hindamismehhanisme, mis välistavad hindajal näha taotluse esitaja isiklikke andmeid, kaasa arvatud nende sugu või rassi.
5. Riiklik innovatsioonistrateegia edendab kõigil arendusaladel ristfunktsionaalsete kategooriate liitmist soo perspektiivist.
6. Avalikud uurimisasutused võtavad maksimaalselt kahe aasta jooksul pärast selle seaduse avalikustamist kasutusele soolise võrdõiguslikkuse plaani ning neid jälgitakse igal aastal. Need plaanid peavad oma iga-aastases tagasiside sisaldama

algatusi keskuste sooindikaatorite edendamiseks.

Eesti

Eestis on teadus- ja üldharidus soospetsiifiline. Võrreldes meestega käivad naised kauem koolis ning neil on kõrgem haridustase. Mehed kipuvad oma haridusteed varem lõpetama ning kõrgema hariduse omandamine on nende puhul vähem tõenäoline. Mehed ja naised õpivad ja töötavad erinevates valdkondades ning see tendents ei alane. Lisaks sellele on enamik haridustöötajatest naised – nad domineerivad igal haridustasemel, välja arvatud kõrgem haridus. Aina vähem noori mehi võetakse kõrgharidusasutustesse vastu, sest nad ei suuda naistega vastuvõtutingimustes võistelda. Aastal 2012 võeti iga 130 naise kohta vastu 100 meest. Kõrgharidust omandavate naiste osakaal on 58%. Soolist ebaproportsionaalsust põhjustab kindlasti ka naistele mõeldud õppekavade ülekaal. Näiteks bakalaureuseõppel domineerivad naised kaheksast õppekavast viiel – suurim naiste ülekaal on hariduse, tervise ja humanitaarteaduste valdkonnas. Rohkem noori mehi õpivad loodus- ja täppisteadusi (eriti infotehnoloogiat) ning teenindust. See on Euroopa Liidu riikides tavaline tendents⁵⁶.

Vastavalt Eesti Vabariigi põhiseaduse paragrahv 12-le on kõik seaduse ees võrdsed, kedagi ei tohi diskrimineerida rahvuse, rassi, nahavärvuse, soo, keele, päritolu, usutunnistuse, poliitiliste või muude veendumuste, samuti varalise ja sotsiaalse seisundi või muude asjaolude tõttu. Vastavalt vabariigi valitsuse akti muudatusele aastal 2000, vastutab sellel alal soolise

⁵⁶ <http://www.wikigender.org/countries/europe-and-central-asia/gender-equality-in-estonia/>. (Viimati vaadatud: 14/09/2017)

võrdõiguslikkuse edendamise, töö koordineerimise ja vastavate seadusaktide kavandamise eest Sotsiaalministeerium. 1996. aastal loodi Sotsiaalministeeriumi alla soolise võrdõiguslikkuse büroo (see nimetati 2004. aastal ümber soolise võrdõiguslikkuse nõukoguks). Alates 2004. aastast kehtib Eesti Vabariigis soolise võrdõiguslikkuse seadus. See keelab soolise diskrimineerimise ja kohustab avalikke asutusi ja töötajaid soolist võrdõiguslikkust edendama.

Leedu

Leedus rakendatakse naiste teadustegevuses osalemisele kaasa aitamiseks järgmiseid põhimeetmeid: noorte naiste teadusalase karjääri valimise ergutamine, noorte naiste kõrgema teaduskvalifikatsiooni saamise ning suurema produktiivsuse ja tulemustega teadusuuringute läbiviimise ergutamine, noorte naiste õhutamine teadusasutustes töötama ja teadusasutuste kõrgematele juhikohtadele kandideerima ning avalikkuse teadvuse tõstmine naiste olukorrast teaduses ja teadusasutustes struktuurides. Põhivahendid nende mõõtmete realiseerimiseks on organisatoorsed ja rahalised.

Organisatoorsed vahendid:

paljudes Leedu teadus- ja kõrgharidusinstituutides on teadlaste positsioonide avaliku konkurentsi mehhanism täiuslikkusest kaugel. Niisiis võtab Leedu Vabariigi valitsus lähiajal kasutusele reguleerimisaktid, mis sätestavad minimaalsed kvalifitseerumisnõuded teadus- ja kõrgharidusasutuste õpetajaskonnale ja teadlastele, samuti konkurentsi organiseerimiskavad, et hoida kohti ning kinnitada ja autasustada teaduslikke pedagoogilisi tiitleid keskkoolides.

Need aktid on osa tähtsaimatest dokumentidest, mis aitavad rakendada

võrdsete võimaluste printsiipe teadus- ja kõrgharidusasutuste struktuurides. Leedu Vabariigi seadused võimaldavad sotsiaalset lisagarantiid naistele, kes on õppetööst sünnitamise või lapse eest hoolitsemise tõttu ajutiselt eemale jäänud. Need sotsiaalsed lisagarantiid aitavad naistel oma töökohta hoida ja pakuvad võimalusi edasi õppida ja kvalifikatsiooni tõsta.

Leedus on 63 teadus- ja kõrgharidusasutust (29 riiklikku teadusinstituuti, 15 riiklikku keskkooli ja 4 erakeskkooli ning 15 riiklikku teadusasutust). Kõigist neist asutustest on naissoost direktor vaid neljal. Leedu teadusvolikogu koosneb 23st liikmest, kellest vaid kaks on naised. Kui üldine naisteadlaste osakaal on 45%, varieerudes teadusharuti 10%-75%, siis on vaid vähesed naised teadusjuhtimisasutustes kõrgetel kohtadel.

Põhilised rahalised vahendid:

vastavalt konkurentsikorraldusele võivad Leedu teadlased saada riigilt järgmisi toetusi: riiklik noorte teadlaste stipendium, mida antakse kuni 35-aastastele teadlastele, riiklik kõrgeima kraadi stipendium, mida antakse silmapaistvatele teadlastele ning Leedu riikliku teadus- ja haridusfondi poolt antavad stipendiumid, mida antakse üksikutele teadlastele või gruppidele nende mitmete teadusprojektide või teaduslike väljaannete avaldamise eest.

Välismaal õppimise või töötamise toetamist (reisikulud, päevaraha, stipendiumid) pakub Haridus- ja Teadusministeeriumi teaduse ja kõrghariduse osakond vastavalt erinevate alade allkirjastatud koostöölepingutele. Hetkel ei suuda Leedu valitsus sisse seada lisastipendiume naisteadlastele. Ometi on ainult 25% üldmainitud stipendiumitele kandideerijatest naised. Et kasutada maksimaalselt ära olemasolevaid võimalusi, pakub Leedu Naiste Eduprogrammi (2001-2005) meeste ja naiste võrdsete võimaluste plaan teadus- ja

kõrgharidusasutustele lisainformatsiooni mees- ja naissoost teadlaste konkurentsivahekorra ning õhutab kõrgharidus- ja teadusasutuste juhtkondi julgustama naisi üldmainitud stipendiumitele kandideerima, et saada paremaid teaduslikke tulemusi⁵⁷.

Poola

Poolas arvab vastavalt Poola pressiagentuurile 69% naistest, et neid diskrimineeritakse. Ei ole teada, millises ulatuses tunnevad seda naissoost teadlased, sest teemat pole kunagi uuritud põhjusel, et naisteadlased, kes võiksid probleemist kompetentselt rääkida, on liiga hõivatud muude asjadega. Ometi viitab statistika sellele, et naiste formaalne võrdsus teadusaladel ei peegeldu täielikult nende akadeemilises karjääris. Teadusliku karjääri edendamise ebavõrdsus meeste ja naiste vahel on Poolas palju vähem nähtav kui naiste osalus teaduse juhtimises ja teaduspoliitika kujundamises, mille lahknemist on isegi peetud negatiivseks. Viimane teema on äärmiselt tähtis ning tundub ilmsem. Teadusuuringute riigikomitee kõrgeim juhtorgan riikliku teaduspoliitika aluste muutmiseks loodi 12. jaanuari 1991. aasta aktiga, 60st valitud teaduskogukonna esindajatest neli on naised (6,6%). Poola Teaduste Akadeemias, mis on samuti üheks otsustavaks ja nõustavaks organiks teadusuuringute alal, on 9 naist 328st. Parlamendis (Poolas on 38,7 miljonit elanikku) on 2 naisliiget (2,7%) ning akadeemia juhtimisnõukogus on 31 liikme hulgas vaid üks naine (3,2%)⁵⁸.

Vastavalt uuele põhiseadusele, mis võeti

kasutusele aastal 1997, peab Poola tagama võrdsed õigused meestele ja naistele kõikidel elualadel. Eelkõige ütleb põhiseaduse paragrahv 33, et „meestel ja naistel on võrdsed õigused (...), mis puudutab haridust, töötamist ja ametikõrgendusi ning neil on võrdne õigus saada võrdse väärtusega töö eest võrdset kompensatsiooni, sotsiaalkindlustust, olla ametis ning saada avalikke auhindu ja aumärke“⁵⁹.

2.7. PISA RAPORT

Rahvusvaheline Õpilaste Hindamise Programm (The Programme for International Student Assessment, PISA)⁶⁰ on iga kolme aasta tagant läbi viidav uuring, mis hindab 15-aastaste õpilaste tänapäeva ühiskonnas hakkama saamiseks vajalike teadmiste ja oskuste ulatust.

PISA andmed viitavad õpilastele, kes on 15-aastased ning kes ei võta SciLit programmist osa. Veelgi enam, need andmed võimaldavad siiani tehtud analüüsides saada veelgi terviklikuma pildi. Hinnang ei näita ainult seda, kas õpilased suudavad teadmisi taasesitada, vaid uurib ka seda, kui hästi oskavad õpilased võõras kontekstis, nii koolis kui väljaspool seda, õpitut ekstrapoleerida ning kasutada. Selline lähenemine peegeldab fakti, et moodne ühiskond ei tasusta indiviide mitte selle eest, mida nad teavad, vaid selle eest, mida nad oma teadmistega teha oskavad.

Need andmed annavad ülevaate hariduspoliitikast ja tavadest ning aitavad jälgida õpilaste teadmiste ja oskuste omandamise trende erinevates riikides ning demograafilistes alagruppides. Järeldused

⁵⁷ Group on Women and Science, *WOMEN AND SCIENCE: Review of the situation in Lithuania*, Helsinki, (2000) Available online: http://cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women_national_report_lithuania.pdf.

⁵⁸ Helsinki group on *Women and Science* November 2001. Saadaval Internetis:

http://cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women_national_report_poland.pdf.

⁵⁹ Directorate General for Internal Policies, *The Policy on Gender Equality in Poland*, (2011). Available online: <http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201107/20110725ATT24649/20110725ATT24649EN.pdf>.

⁶⁰ <http://www.oecd.org/pisa/> (Vaadatud: 12/07/2017).

lubavad poliitika väljatöötajatel hinnata oma riigi õpilaste teadmisi ja oskusi ning võrrelda neid teiste riikidega. See annab võimaluse seada uusi poliitikaeesmärke ning õppida mujal rakendatavatest poliitikatest ja meetmetest. Asjakohaseid PISA uuringu andmeid leiti Itaalia, Hispaania, Eesti ja Poola kohta.

Itaalia õpilased said teaduses keskmiselt 481 punkti. See tähendab, et Itaalia tulemused jäävad alla OECD keskmise ning on võrreldavad Horvaatia, Ungari ja Vene Föderatsiooni õpilaste tulemustega. 15-aastased Itaalia õpilased said üle 50 punkti vähem kui Eesti, Jaapani ja Singapuri õpilased ning 10-40 punkti vähem kui Austria, Prantsusmaa, Portugali, Sloveenia ja Šveitsi õpilased. Ainult 3% Itaalia õpilastest ei pea võtma ühtegi teadusainetundi. Veelgi enam, Itaalia koolidirektorid on teatanud, et teadusosakonnad on võrreldes teiste OECD riikide koolidega hästi varustatud ja mehitatud. Näiteks teatas 81% Itaalia koolide direktoritest, et praktilised teadustegevused on teiste OECD riikidega võrreldes samas ulatuses heas seisukorras⁶¹.

Hispaanias on matemaatika, lugemise ja teaduste tulemused jäänud napilt OECD keskmisest allapoole, kuigi alates 2003. aastast on hariduskulutusi tõstetud 35% ning riiklikul ja regionaalsel tasandil on läbi viidud mitmeid reformipüüdlusi⁶².

Eesti õpilased on keskmiselt 534 punktiga Euroopas esimesel ning maailmas Singapuri ja Jaapani järel kolmandal kohal (OECD keskmine on 493). Üle 90% Eesti õpilastest on kõikidest teadusõppeainetest,

geograafiast, füüsikast ja keemiast, vähemalt baasteadmised. Võrreldes teiste Euroopa riikidega on Eestis kõige vähem õpilasi, kelle teadmised on baastasemest allpool. Mis puutub teadusalastesse teadmistesse, pole poiste ja tüdrukute vahel mingeid erinevusi⁶³.

Hispaania lugemistulemused jäävad samuti keskmisest allapoole, hoides 488 punktiga 27.–35. kohta. Keskmine lugemistulemus püsib muutumatuna alates aastast 2000 (see langes 493-lt punktilt 488-le, mis pole märkimisväärne muutus). Saksamaa, Liechtenstein, Poola ja Šveits said Hispaaniast 2000. aastal vähem ning 2012. aastal rohkem punkte. Iisrael, Läti ja Portugal said 2000. aastal Hispaaniast madalama tulemuse, kuid olid 2012. aastal Hispaaniaga võrdsel tasemel. Hispaania teadustulemused jäävad napilt keskmisest allapoole, hoides 496 punktiga 26.–33. kohta. Teadustulemused on jäänud 2006. aastast samale tasemele, paranedes küll mõnevõrra, kuid mitte märgatavalt (488-lt punktilt 496-le).

Poolas on viimase aja reformid viinud haridustulemuste kiire paranemiseni. See riik jääb 2012. aasta PISA uuringus üle OECD keskmise, parandades pidevalt oma tulemusi matemaatikas, lugemises ja teaduses. Sotsiaalmajandusliku tausta mõju õpilaste matemaatika tulemustele Poolas jääb OECD keskmise piiridesse. Varajase lapsepõlve hariduses osalemine jääb OECD keskmisest allapoole, tõustes vanemate laste hulgas, (52% 3-aastastest lastest ning 86% 6-aastastest lastest). OECD keskmine on 74% 3-aastastest lastest ning 97% 6-aastastest lastest⁶⁴.

⁶¹ Programme for International student Assessment. Results from Pisa, Country Note Italy (2015), (Vaadatud 12/07/2017). Internetis saadaval: <https://www.oecd.org/pisa/PISA2015-Students-Well-being-Country-note-Italy-Italian.pdf>.

⁶² Programme for International Student Assessment and to access the full set of PISA 2012 (Vaadatud: 14/09/2017) <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-spain.pdf>.

⁶³ Programme for International student Assessment; Results from Pisa, Country Note Estonia (2015). (Accessed 05/09/2017). Saadaval Internetis: https://www.hm.ee/sites/default/files/pisa_2016_booklet_eng.pdf.

⁶⁴ OECD, *Education Policy Outlook: Poland*, (2015) Saadaval: www.oecd.org/education/policyoutlook.htm.

Poola on saavutanud 2012. aasta PISA uuringus üle keskmise tulemused matemaatikas, lugemises ja teaduses ning need on järgnevate uuringutega järjest tõusnud. Õpilaste sotsiaal-majandusliku staatuse mõju matemaatikatulemustele (16,6%) jääb OECD keskmise (14,8%) lähedale. Täiskasvanute (16–65-aastased) kirjutamis- ja arvutamisoskus jääb alla 2013. aastal OECD Täiskasvanute Oskuste Uuringus osalenud riikide keskmise, kuid noorte täiskasvanute (16–24-aastased) tulemused jäävad arvutamisoskuses OECD keskmise piiridesse ning lugemisoskuses keskmisest ülespoole.

2.8. JÄRELDUSED

Tsiteerides raporti „Teadusharidus Euroopas: kriitilised teemad“ autoreid J. Osborne'i ja J. Dillonit: „Teadus on tähtis osa Euroopa kultuuripärandist. See pakub meile tähtsamaid selgitusi materiaalsest maailmast. Lisaks on mõnede teadusprotsesside ja tavade mõistmine oluline selleks, et vastu astuda mitmetele tänapäeva ühiskonna probleemidele.“⁶⁵

Selles dokumendis on vaadeldud, kuidas teadushariduse edendamine on olnud alates 1990ndate aastate lõpust paljude Euroopa riikide eesmärk ning kui palju projekte on sellest alates loodud⁶⁶.

Põhiülesanne on olnud teaduse õppimise soodustamine ning avalikkuse teadlikkuse suurendamine sellel alal. Selles suunas on alates varastest kooliaastatest võetud kasutusele mitmeid meetmeid, üritades kasvatada õpilaste huvi teadushariduse vastu. Nende meetmete hulgas on õppekavareformide rakendamine, koolide, firmade, teadlaste ja uurimiskeskuste vaheliste partnerluste loomine ning nende

pideva professionaalse arengu projektide algatamine.

Selle uuringu tulemusena võib vaadelda, kuidas SciLit'i partnerriigid esitlevad sarnast õiguslikku ja poliitilist raamistikku ning teadushariduse õppekavu lasteaedades ja algkoolis. Kõik nad on võtnud kasutusele nii riiklikud kui regionaalsed poliitika regionaalsete süsteemide rakendamiseks, esitanud riiklikud juhendid õpetajate õppeks ning nende riikide ülikoolid pakuvad tulevastele õpetajatele õppekavasid, mis sisaldavad teadusalaseid aineid. Andmed naiste osalemise kohta teaduses ei ole positiivsed. Teadusharidus tundub ikka veel olevat soospetsiifiline, vaatamata kasutusele võetud meetmetest ning naiste õhutamist teadustegevusest osa võtma Euroopa ja riiklikul tasandil.

Hariduse aspektide arendamiseks kasutusele võetud strateegiaid võivad oluliselt erineda. Need võivad olla üleüldised strateegilised programmid, mis sisaldavad kõiki hariduse ja koolituse samme (varasest lapsepõlvest täiskasvanute hariduseni) kuni projektideni, mis keskenduvad teatud haridusstaadiumitele või õppimisaladele. Kuigi mitmed tulemused on juba saavutatud, on siiski veel pikk maa minna. Euroopa ja riiklikud tasandid peavad jätkama aktiivset koostööd, mis puudutab teaduse õpetamise uute meetmete rajamise ning nende parandamise strateegiate ühist poliitikat.

⁶⁵ J. Osborne, J. Dillon, Nuffield Foundation, *Science Education in Europe: Critical Reflections*, London (2008).
Saadaval: http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf.

⁶⁶ European Commission; *Science Education in Europe National Policies practices and research*, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, (2011).

KOLMAS OSA

**ETTEPANEK TEADUSE
ÕPPIMISE TÄIUSTAMISEKS
VARAJASES
HARIDUSSTAADIUMIS**



3. ETTEPANEK TEADUSE ÕPPIMISE TÄIUSTAMISEKS VARAJASES HARIDUSSTAADIUMIS

3.1. AJALOOLINE ÜLEVAADE

Nende osade üldine eesmärk on mõelda ühiskonna teadusliku kirjaoskuse kontseptsioonide arengule alates 20. sajandi keskpaigast kuni tänapäevani. Selle perioodi jooksul on väljendi tähenduses toimunud teatud muutused, mille saab jagada kolme perioodi: esimene etapp, mida iseloomustab kriteeriumide väljatöötamine, teine periood, mis keskendub teadusliku uurimistöö olemusele (NSR) ja lõpuks nn kolmas etapp, mis on pühendatud nn teaduse olemuse visioonile (VNOS).

Vastavalt Euroopa H2020 suunistele, peaksime kaaluma ka olemasolevate tõkete kõrvaldamist, mis põhjustavad naiste diskrimineerimist teadusega seotud erialades.

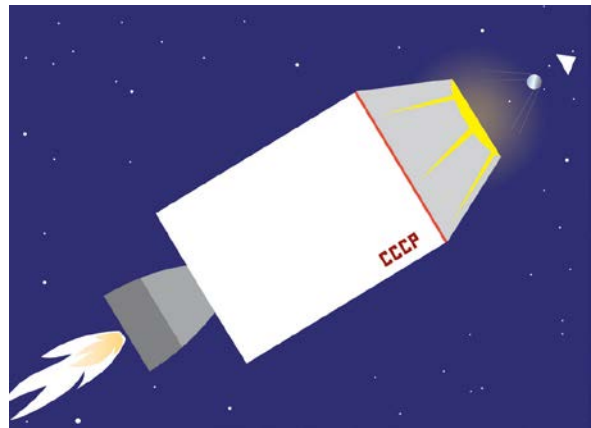
Kuni 1957. aastani (Sputniku välja saatmise aasta) kestis nn romantiline periood. Tänu selliste oluliste teadlaste mõjule, nagu Thomas Huxley, Charles Lyell, Michael Faraday ja John Tindall, hakkasid keskklassid huvi tundma teadusliku maailmavaate vastu. Õppijate kujunemisega kaasnevad eelised tulenesid peamiselt selle nägemuse ilust, praktiseerimise loovusest ja teadusele omasest mõtlemisvabadusest ja kriitilisest mõtlemisest, kui mis tahes praktilistest põhjustest. Nende kaalutluste tõttu jõuab teadus ametlikesse õppeprogrammidesse.

Seega läheneme 1957. aastale – käimas on külm sõda ja maailm on siiani üllatunud otseselt II maailmasõjaga seotud teaduslikest avastustest ja tehnoloogilistest arengutest, lääneblokk on enesekindel. Muu hulgas peegeldus see enesekindlus ka selles, et oldi kindlad, et siinpool raudset eesriiet oli haridussüsteem parem kui

ükski teine ja seega ei vajanud mingeid muudatusi.

Selles atmosfääris, kõigi hämmastuseks, saatis Nõukogude Liit 4. oktoobril 1957 esimese kosmosesatelliidi orbiidile. See põhjustas (eriti Ameerika Ühendriikides) tohutu šoki, mis võttis ära turvatunde ning usu teaduse ja tehnika paremusse, millele viitasime.

Sputnik oli tõsine oht, mis tuli neutraliseerida. Selleks tuli käivitada mitmeid väga kulukaid teadus- ja arendusprogramme. Kuid kuna USA oli demokraatlik riik, pidid sellise riigieelarve loomist tingimata toetama ka kodanikud, eriti kui püüdlus pidi kestma vähemalt 15 aastat.



Sputniku illustratsioon.

Lisaks sellele on demokraatlikus ühiskonnas, mis põhineb üha enam uutel tehnoloogiatel (geenmuundatud põllukultuurid, loomade kloonimine, kasutatavate energiaallikate valik jne), on vaja kindel olla, et kodanikud teavad, mida need tehnoloogiad tähendavad, et nad saaksid teha teadlikke valikuid eri lähenemisviisidega poliitiliste programmide vahel. See töö kaasa teadusliku kirjaoskuse uue kontseptsiooni, mille kohaselt peaks see jõudma kõigi kodanikeni samamoodi nagu kirjanduslik kirjaoskus sajandeid varem.

Nagu on kohustuslik ükskõik missuguse riigi poolt suunatud sotsiaalse muudatuse puhul, keskenduti varases staadiumis õpetamisele ja sellest tulenevalt ka nende õpetajate väljaõppele ja õpetamismeetodite uurimisele.

Kuna sellel hetkel ei olnud kellelgi selget ettekujutust sellest, millised teadmised teaduslikuks kirjaoskuseks vajalikud olid, töötati iga eriala jaoks välja teaduslike materjalide nimekirjad, mis mõnel juhul erinesid ka riigiti. See on kriteeriumide periood, mille läbikukkumine on nüüd ilmne.

Meie arvates ei olnud mõistet kunagi täpselt määratletud, ja nagu Bybee oma 1997. aasta töös märkis, tuleks terminit teaduslik kirjaoskus pidada loosungiks, mis on kasulik vaid teadushariduse tähtsuse väljendamiseks.

Arvestades, kui keeruline on materjalidele loetelu abil teadusliku kirjaoskust määratleda, tekkis uus ettepanek: usk, et teadus on teada, kui teatakse, kuidas seda tehakse, kuidas teadlased seda konstrueerivad.

See idee on tekkis tänu Nobeli preemia laureaadile George Charpakile, kes 1995. aastal alustas programmi „La main a la Pâte“, mis oli inspireeritud „Hands on“ programmist, mida alustas Leon Lederman, kes oli samuti Nobeli preemia laureaat, seda 1991. aastal⁶⁷.



Leon Lederman ja George Charpak.

Materjalide nimekirjade kaudu teadusliku kirjaoskuse määratlemise ebaõnnestumisega hakkas tekkima idee, et inimesed teavad, mis teadus tõesti on, kui nad teavad, kuidas teadlased teadust teevad. Sellega lõppes kriteeriumide periood ja algas teadusliku

uurimistöö olemuse periood, mis põhines uurimisel.

Kuid pärast välja arendamist osutus see uus viis sama segaseks kui eelmine. See oli tingitud asjaolust, et igal distsipliinil olid oma eripärad. Astronoomia ei sisaldanud eksperimenteerimist, teoreetilist füüsikat tehti mõnel juhul mõtlemiskatsetega ja mõned suured avastused olid tingitud juhusest.

Mõni aasta pärast uurimisperioodi algust leidis aset teaduslike teadmiste olemuse sügavam analüüs, mida viis näiteks läbi John Durant, kes 1993. aastal oma raamatus „What is scientific literacy“ määratleb kolm erinevat taset:

1. Madalam, mis viitab ajaloo jooksul kogunenud teadmiste (üldiselt tuntud kui sisu).
2. Keskmine tase, mis kirjeldab seda, kuidas teadlased teadustööd teevad (hiljutise ajani kutsuti seda teaduslikuks meetodiks, kuid see on vale).
3. Kõrgem tase, mis uurib teaduslike teadmiste struktuuri ja omadusi, on otseselt seotud teadmiste kujutamisega.

Kolm tasandit koos moodustavad nn *teaduse olemuse*.

Nagu võib kergesti näha, vastab esimene tase kriteeriumide määratlemisele, teine sellele, kuidas teadust tehakse, ja kolmas, mis oli uus, on see, mida määratletakse *teaduse olemuse visioonina* (VNOS).

Kuigi võis arvata, et teadusliku kirjaoskuse eelmistelt etappidelt päritud VNOSi määratlus on ebatäpselt määratletud, on see antud juhul peamiselt seetõttu, et see on aktiivne teadusuuringute valdkond ja toimub pidev läbivaatamine, milles osalevad nii teadlased kui õpetajad (peamiselt nooremate õpilaste õpetajad).

On selge, et VNOSi mõistmiseks peab meil olema teadmisi teadusliku sisu kohta. Selle sisu peavad

⁶⁷ Lederman, J. S. & Lederman, N. G. *Early elementary students' and teachers understandings of nature of science and scientific inquiry: Lessons learned from Project ICAN*.

Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Vancouver, British Columbia. 2004.

määrama õpetajad vastavalt õpilaste vanusele ja nende kultuurilisele staatusele.

Teaduse olemuse visioon on, nagu väidab Durant, kõrgema taseme teadmine. See käsitleb teaduse ülesehitamise viise, teaduslike teadmiste genereerimist, andmete sisemist teaduse struktuuri, seadusi ja teooriaid ning kuidas need teooriad asendavad üksteist ajaloo vältel.

Võiksime öelda, et teaduse olemuse visioon on seotud teadusliku sisuga, nagu lingvistika on seotud keelega. Keeleteadus tegeleb erinevate keelte, grammatiliste struktuuride, nendevaheliste suhete ja transformatsioonidega.

Nüüdseks on teaduse õpetamine muutunud valdkonnaüleseks uurimisvaldkonnaks, kus klassikaliste alade kõrval lähenevad ka teadmiste esitamise ideed ja teadmiste juhtimine. Esimeselt võtab see mentaalse esituse meetodid, mis sobivad suurepäraselt Piaget' ja Vygotsky mudelite ja Kuhni⁶⁸ sotsiaalsete vaadetega, teistelt selgesõnalised ja vaikimisi teadmiste kontseptsioonid, mis klapivad vendade Dreyfusede teadmiste eksperttasemete uuringutega.

Selle uue perspektiivi kohaselt sisalduvad teaduslik sisu ja otsesed teadmised õpikutes, aruannetes ja mälestustes. Kaudsed või vaikimisi teadmised seevastu elavad ainult spetsialistide mõtetes ja neid ei saa aruannetes ja märkustes väljendada ega lihtsalt seletada.

Teaduse õpetamise valdkonna uurimistöö jätkudes muutub üha selgemaks, et teaduse olemuse visioon on vaikimisi või kaudne teadmine, mille õpetajad peavad omandama, et seda oma õpilastele edastada. Praeguse projekti peamine eesmärk on aidata koolidirektoritel see teadmiste tase saavutada⁶⁹.

3.2. TEADUSE OLEMUS JA SELLE SEOS HARIDUSEGA: JUHTUMIUURING POOLAS

Küsitluste tulemused **TEADUSE OLEMUSE VISIOON (VNOS C) JA ARHEOLOOGIA** *Poola koolis*

21.–23. veebruaril 2017 organiseeriti Kujawy ja Pomerania õpetajate täiendusõppe keskuses (Bydgoszcz, Poola) teaduskoolitus nimega „TEADUSE OLEMUS JA SELLE SEOS HARIDUSEGA“.

Osalejateks olid 30 naissoost lasteaia- ja algkooliõpetajat, kes olid sellest teemast huvitatud. Nad olid esimesed, kes vastasid kõigile Bydgoszczi ning Kujawy ja Pommeri provintsi kaheksa maakonna lasteaedadele ja algkoolidele saadetud kutsetele. Need on piirkonnad, kuhu KPCEN Bydgoszczi õpetajate arendustegevus on peamiselt suunatud.

Koolituse alguses paluti osalejatel täita teaduse olemuse visiooni (C) küsimustik. Iga osalev õpetaja allkirjastas oma küsimustiku hüüdnime või sümboliga.

Koolituse viimasel päeval täitsid kõik osalejad uuesti sama küsimustiku ja allkirjastasid selle sama hüüdnime või sümboliga.

See protseduur võimaldas võrrelda samade inimeste vastuseid alguses ja lõpus ning uurida osalejate teadmiste kasvu ja nende teadusvaadete muutust. Teemat „Arheoloogia klassiruumis“ uuriti sama moodi.

⁶⁸ Kuhn, T. S. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago Ülikool. 1962.

⁶⁹ McComas, W. F.; Clough, M. P.; Almazroa, H. *The role and character of the nature of science in science education*.

In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holland. 1998.



Õpetajate koolitus teemal „Millest on maailm tehtud?“ (Bydgoszcz).

Õpetajate koolitamine kestis kaks päeva ja koosnes 10 õppetunnist. Seminaride ajal olid õpetajad väga huvitatud soovitatud katsete tegemisest. Nad analüüsisid neid teaduslikust vaatenurgast, otsisid seletusi ja küsisid iseseisvalt, miks nii juhtub.

Küsitluse tulemuste analüüsis võrreldi vastajate vastuste pikkust ja põhjalikkust enne ning pärast seminare.

Suhteliselt suurel määral suurenes vastuste põhjalikkus, mis keskendusid seminari ajal vaadeldud teemadele. See näitab, et teemad olid huvitavad ja stimuleerisid osalejaid mõtlema teaduse ja hariduse vahelistele seostele.

Küsitluste tulemused

I. KÜSIMUSTIKU NIMETUS:

Teaduse olemuse visioon

KÜSIMUSTIKU EESMÄRK:

Osalejate teaduse üldiste seisukohtadega seotud teadmiste kasvu uurimine.

TEADUSUURINGUS OSALEJATE TUNNUSJOONED:

- Küsimustik „Teaduse olemuse visioon“⁷⁰ anti seminaril „Teaduse olemus ja selle

seos haridusega“ osalejatele enne ja pärast seminari.

- Osalejad valisid endale küsimustiku jaoks hüüdnimed, mis võimaldasid vastuste võrdlemist.
- Tagasi saadi 23 paari küsimustikke (enne + pärast) ja need on võrdleva analüüsi aluseks.
- 9 seminarieelsel küsimustikul puudus seminari järel täidetud küsimustik.
- 3 seminarijärgsel küsimustikul puudus seminarile eelnev küsimustik.

TEADUSE OLEMUSE VISIOON – KÜSIMUSED:

1. Mis on teie arvates teadus? Mis eristab teadust (või teaduslikku eriala, nagu füüsikat, bioloogiat jms) teistest uurimissuundadest (nt religioon, filosoofia)?
2. Mis on eksperiment?
3. Kas teaduslike teadmiste areng nõuab eksperimente?
 - Kui jah, siis selgitage, miks. Tooge oma arvamuse toetamiseks näide.
 - Kui ei, siis selgitage, miks. Tooge oma arvamuse toetamiseks näide.
4. Teadusõpikud kujutavad sageli aatomit nii, et sellel on keskne tuum, mis koosneb prootonitest (positiivselt laetud osakesed) ja neutronitest (neutraalsed osakesed) ning tuuma ümber tiirlevad elektronid (negatiivselt laetud osakesed). Kui kindlad on teadlased aatomi struktuuris? Milliseid konkreetseid tõendeid või tõendite liike kasutasid teie arvates teadlased aatomi välimuse määratlemiseks?
5. Kas teadusliku teooria ja seaduse vahel on erinevus? Lisage enda vastuse illustreerimiseks näide.
6. Kui teadlased on välja töötanud teadusliku teooria (nt aatomiteooria, evolutsiooniteooria), siis kas teooria võib kunagi muutuda?

⁷⁰ NG Lederman et al. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 39, nr 6 lk 497-521 (2002).

- Kui usute, et teaduslikud teooriad ei muutu, siis selgitage, miks. Kaitske oma vastust näidetega.
- Kui usute, et teaduslikud teooriad muutuvad.

(a) Selgitage, miks teooriad muutuvad.

(b) Selgitage, miks on mõtet teaduslikke teooriaid õppida. Põhjendage oma vastust näidetega.

7. Teadusõpikud määratlevad sageli liigi kui organismide rühma, millel on sarnased omadused ja mis võivad üksteisega paljunedes viljakaid järeltulijaid saada. Kui kindlad on teadlased liigi definitsioonis? Milliseid konkreetseid tõendeid kasutasid teie arvates teadlased otsustamaks, mis on liik?

8. Teadlased teostavad eksperimente/uurimusi, kui nad püüavad leida vastuseid enda esitatud küsimustele. Kas teadlased kasutavad uuringute käigus loovust ja kujutlusvõimet?

- Kui jah, siis millistes uurimisetappides usute, et teadlased kasutavad kujutlusvõimet ja loovust: planeerimine ja disain / andmete kogumine / pärast andmete kogumist?

Selgitage, miks teadlased kasutavad kujutlusvõimet ja loovust. Esitage vajadusel näiteid.

- Kui arvate, et teadlased ei kasuta kujutlusvõimet ega loovust, siis palun selgitage, miks.

Esitage vajadusel näiteid.

9. Usutakse, et umbes 65 miljonit aastat tagasi surid dinosaurused välja. Teadlaste poolt väljasuremise selgitamiseks sõnastatud hüpoteesidest on laialdane toetus kahel neist. Esimene, mille koostas üks teadlaste rühm, ütleb, et 65 miljonit aastat tagasi tabas Maad suur meteoriit ja põhjustas hulga

sündmusi, mis tõi kaasa väljasuremise. Teise teadlaste rühma poolt koostatud hüpotees väidab, et tohutud ja võimsad vulkaanipursked põhjustasid väljasuremise. Kuidas on need erinevad järeldused võimalikud, kui mõlema rühma teadlastel on nende järelduste tegemiseks juurdepääs samadele andmetele?

10. Mõned väidavad, et teadust mõjutavad sotsiaalsed ja kultuurilised väärtused. See tähendab, et teadus peegeldab seda praktiseeriva kultuuri sotsiaalseid ja poliitilisi väärtusi, filosoofilisi eeldusi ja intellektuaalseid norme. Teised väidavad, et teadus on universaalne. See tähendab, et teadus ületab rahvuslikke ja kultuurilisi piire ning seda ei mõjuta praktiseeriva kultuuri sotsiaalsed, poliitilised ja filosoofilised väärtused ega intellektuaalsed normid.

- Kui usute, et teadus peegeldab sotsiaalseid ja kultuurilisi väärtusi, selgitage, miks ja kuidas.

Kaitske oma vastust näidetega.

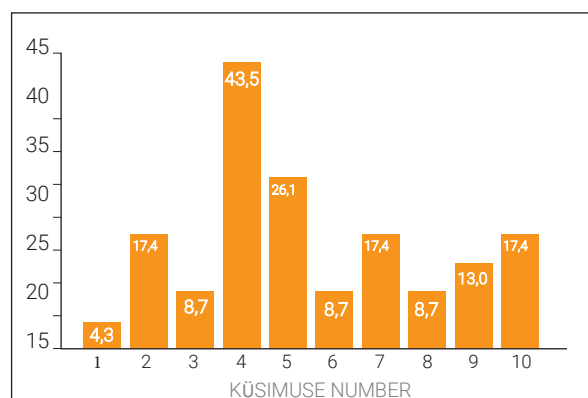
- Kui usute, et teadus on universaalne, siis selgitage, miks ja kuidas. Kaitske oma vastust näidetega.

Kõige enam pikenesid 4. küsimuse vastused.

43,5% osalejatest täiendasid vastuseid.

TEADUSE OLEMUSE VISIOONI KÜSITLUSE VASTUSED

Seminaris osalejate protsent, kes VNOSi iga küsimuse vastust pikendasid või täiustasid.



Küsimus 4: Teaduseõpikud kujutavad sageli aatomit nii, et sellel on keskne tuum, mis koosneb prootonitest (positiivselt laetud osakesed) ja neutronitest (neutraalsed osakesed), ning tuuma ümber tiirlevad elektronid (negatiivselt laetud osakesed). Kui kindlad on teadlased aatomi struktuuris? Milliseid konkreetseid tõendeid või tõendite liike kasutasid teie arvates teadlased aatomi välimuse määratlemiseks?

Näidisvastused:

ENNE	PÄRAST
Vastamata	Külge tõmbavad ja eemale tõukavad osakesed „+“ ja „-“
Kuna nad said tänu kaasaegsele tehnoloogiale aatomi struktuuri teada.	- Kvantmehaanika teooriad - Radioaktiivsuse uurimine - Arvutiteadus
Mul pole õrna aimugi.	Nad uurisid erinevaid objekte ja leidsid nende omadused erinevates tingimustes.

Suhteliselt palju pikenesid ka 5. küsimuse vastused. 26,1% osalejatest täiendasid vastuste sisu.

Küsimus 5: Kas teadusliku teooria ja seaduse vahel on erinevus? Lisage enda vastuse illustreerimiseks näide.

Näidisvastused:

ENNE	PÄRAST
Vastamata	Teadusteooria on hüpotees, mida on kinnitanud ja toetanud paljud uuringud. Kui teaduslik teooria on üldtunnustatud, võib see saada teaduslikuks seaduseks.
Jah, on küll.	Teooria on see, mida me arvame. Teaduslik seadus – mida me tõestame, näiteks eksperimendiga.
Ei ole. Ma arvan, et iga teooria juhindub teatud seadustest.	Teaduslik teooria võib saada teaduslikuks seaduseks. Meil on teooria selle kohta, et objektid tõmbavad üksteist ligi – loome eksperimendi. Kui näide toetab seda teooriat, muutub see teaduslikuks seaduseks.

„Teaduse olemuse visiooni“ küsimustiku tulemused ja seminaride käigus väljendatud osalejate arvamused näitavad, et õpetajad:

- Pidasid koolitust ja läbiviidud katseid rikkalikuks teadusliku teabe allikaks.
- Analüüsisid seminaride ajal katsete tulemusi hoolikamalt ja sügavalt kui varem lastega selles valdkonnas tehtud töö käigus.
- Eksperimenteerides hakkasid tundma rohkem huvi uuritavate nähtuste teadusliku aluse kohta.
- On inspireeritud otsima ise lahendusi noorte õppurite tõhusa teadusliku hariduse valdkonnas.
- Lähenesid teaduslikele teadmistele väga konkreetset, praktiliselt.
- Rääkisid lihtsas keeles „keeruliste“ teaduslike teadmiste kohta.
- Välja pakutud katsete tegemisel ärkas nende kognitiivne uudishimu.
- Tundsid rõõmu eksperimentide tulemuste avastamis üle.
- Neil on suur vajadus teaduspõhise koolituse järele.

II. KÜSIMUSTIKU NIMETUS:

Arheoloogia klassiruumis

KÜSIMUSTIKU EESMÄRK:

Arheoloogia seminaril osalejate teadmiste kasvu uurimine.



Õpetajate koolitus „Arheologia klassiruumis“ (Bydgoszcz).

TEADUSUURINGUS OSALEJATE TUNNUSJOONED:

- Küsimustik „Arheologia klassiruumis“ anti seminaril "Teaduse olemus ja selle seos haridusega" osalejatele kahel korral – enne ja pärast seminari.
- Osalejad valisid endale küsimustiku jaoks hüüdnimed, mis võimaldasid vastuste võrdlemist.
- Saadi 26 paari küsimustikke (enne + pärast) ja need on võrdleva analüüsi aluseks.
- 7 seminarieelsel küsimustikul puudus seminari järel täidetud küsimustik.
- 3 seminarijärgsel küsimustikul puudus seminarile eelnev küsimustik.

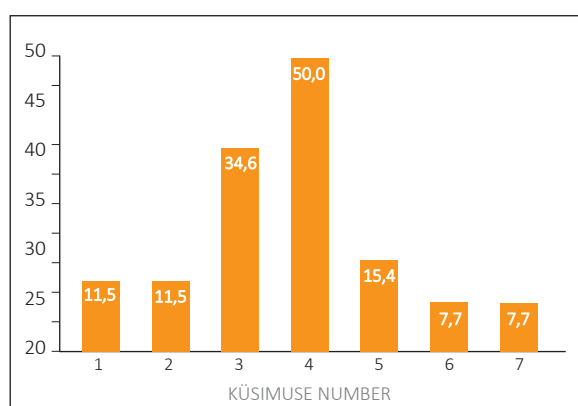
„ARHEOLOOGIA KLASSIRUUMIS“ KÜSIMUSED:

1. Mis on teie arvates arheoloogia? Millega see tegeleb?
2. Kas on olemas suhe arheoloogia ja teiste erialade vahel?
3. Mis on arheoloogia peamine teabeallikas?
4. Kas teate, mis on arheoloogide poolt kasutatavad põhilised tehnikad?
5. Kas arvate, et arheoloogia võib kasutada teaduslikke teooriaid? Miks?
6. Märkige mõned valdkonnad, kus arheoloog töötada võib.
7. Tänapäevase inimese päritolu selgitamiseks väidavad mõned arheoloogid, et *Homo sapiens* evolutsioon toimus samaaegselt

planeedi erinevates osades, teised aga väidavad, et *Homo sapiens* arenes Aafrikas, kolmandad usuvad, et kolm kontinenti arenesid eraldi, kuid toimus mõningane geenide ülekandumine. Kuidas on võimalik, et tehakse nii erinevad järeldused, kui kõik need teadlased uurivad samu andmeid?

„ARHEOLOOGIA KLASSIRUUMIS“ KÜSITLUSE TULEMUSED:

Seminaris osalejate protsent, kes „ARHEOLOOGIA KLASSIRUUMIS“ iga küsimuse vastuse pikendasid või täiustasid



Kõige enam pikenesid 4. küsimuse vastused. 50% osalejatest täiendasid vastuste sisu.

Küsimus 4: Kas teate, mis on arheoloogide poolt kasutatavad põhilised tehnikad?

Näidisvastused:

ENNE	PÄRAST
Ei	Ta teeb jooniseid, pilte, leitud asjade põhjal märkmetega kaarte, laboritöö.
Kahjuks ei tea ma ühtegi.	Vaatlused, arhiivid, töö leitud materjalidega, nende omadused erinevates tingimustes.
Vastamata	- Kaartide analüüs - Artefaktide analüüs - Väljakaevamiste analüüs - Vaatlused - Märkused, visandid

Suhteliselt palju pikenesid ka 3. küsimuse vastused. 34,6% osalejatest täiendasid vastuste sisu.

Küsimus 3: Mis on arheoloogia peamine teabeallikas?

Näidisvastused:

ENNE	PÄRAST
Leitud objektid	- Materiaalsete säilmete analüüs - Geofüüsikaliste meetodite kasutamine - Muistise jälgimine ja ülevaade - Kartograafia - Inseneriteadus (hooned, masinad)
Näitused, leitud esemed	Otsimine ja uurimine – arheoloogilised muistised, väljakaevamised, artefaktid – esemed, asjad, mis analüüsimisel kujundavad teatud ajaperioodil elanud inimeste ühiskonna kohta pildi.
Avastamine	- Statsionaarsed objektid, nt ehitised - Objektid - Artefaktid

„Arheoloogia klassiruumis“ küsimustiku tulemused ja seminaride käigus väljendatud osalejate arvamused näitavad, et õpetajad:

- Enne koolitust ei olnud nad arheoloogiaga seotud küsimustest huvitatud (või ainult pinnapealselt ja üldiselt).
- Nad osalesid aktiivselt kavandatud tegevustes ja tundsid huvi.
- Hindasid koolitusmaterjale kõrgelt.
- On avastanud, et arheoloogid ei kaeva vaid maast leide välja.
- Laiendasid oma teadmisi arheoloogi töö kohta.
- Rõhutasid asjaolu, et arheoloogi töö näiliselt keerukaid aspekte saab väljendada lihtsas keeles, mis on lastele selge ja arusaadav.
- Tahavad seminaridel omandatud teadmisi oma töös kasutada.
- Hoolimata arheoloogia seminari lühikesele kestvusele olid nad äärmiselt inspireeritud, et uurida arheoloogiaga seotud teemade kohta.
- Väljendasid vajadust jätkata sellist tüüpi koolitustel osalemist.

Kokkuvõttes võib öelda, et küsitluste „TEADUSE OLEMUSE VISIOON“ ja „ARHEOLOOGIA KLASSIRUUMIS“ vastuste analüüsimine näitab, et lasteaja ja algkoolide õpetajad tunnistavad, et:

- Nende teaduslikud teadmised ei ole kõrgel tasemel.
- Nad peavad eespool nimetatud fakti muutma.
- Nad on laste teaduslike huvide kujundamisel avatud uutele lähenemisviisidele.
- Lastega teaduslike küsimuste käsitlemist ei tohiks vältida vaid seetõttu, et nad on väga noored.
- Pärast koolitust nägid nad lastega eksperimentide arutamise kogemust erinevalt.

Alates 2017. aasta septembrist on Kujawy ja Pomerania õpetajate täiendusõppe keskuse (Bydgoszcz, Poola) töötajad laiendanud õpetajate arendamise ja koolitamise pakkumist lasteadeade ja varajase haridusastme õpetajatele. Moodulid on seotud ümbritseva maailma õppimisega teaduslikku lähenemist kasutades.

3.3. Metoodika ettepanek: NOSist edasi

Ajaloolises perspektiivis, mida me just kirjeldasime, põhineb teaduse õpetamise metodoloogilise ahela viimane seos teaduse olemusel. Selle konstruktsiooni aluseks olev filosoofia ehk NOS on postulaat, et teadusel on oma struktuur – struktuur, mida õpilane peab looduse käitumise mõistmiseks avastama. Meie arusaama kohaselt on see ekslik lähenemisviis, mis ajab segi reaalsuse ja mentaalse esituse. **NOS ütleb meile, et teaduse struktuur ei ole enam kui mentaalsete esituste struktuur, mida inimesed arendavad, et omandada looduse piiratud aspekti käitumist.**

Need esitused langevad kokku Piaget' skeemidega, mille peamised komponendid on

teaduse puhul suurused, seadused ja mudelid või teooriad⁷¹.

Teaduse olemuse teadmine asendatakse meie õppimise vaatevinklist sellega, et õpilane peab saama teadlikuks inimeste teadmiste olemusest ja sellest, kuidas see on üles ehitatud.



Jean Piaget, psühholoog ja bioloog.

Selle vaate kohaselt tuleks õppimise arengut selle teadmiste konstrueerimise kognitiivse protsessi seisukohalt pidada küsimuste poolt juhitud uuringuks (juurdlus). Selles protsessis muutub õpilane teadlaseks ja nad avastavad ja kasutavad loomupäraseid mentaalseid struktuure, millele tugineb meie reaalse maailma teadmiste kujutamine – kontseptualiseerimine ja seaduste avastamine. Need kaks mentaalset tegevust arenevad samaaegselt kõigis inimestes, kes omandavad emakeelt, lähtudes nendest mõistetest⁷².

Esimesed teadmiste mudelid arendati muidugi Vana-Kreekas. Need põhinevad mõistete mentaalsel esitusel, mida Plato nimetas ideedeks ja Aristoteles universaalideks. Kuigi mõlemad kirjeldavad, miks need meie mõistuses olemas on (Plato arvates sünnipärane ja Aristotelese arvates kogemuste vili), ei mõelnud kumbki neist välja mehhanismi, mille abil neid teadmisi kontrollitakse või asendatakse. Nagu juba öelnud, on hetkel ainus inimteadmiste arengu

mudel see, mille Piaget välja pakkus. See põhineb väga lihtsustatud reaalsuse esitustel ja on struktureeritud mõisteteks, seadusteks, mudeliteks või teooriateks⁷³.

Need esitused on konsolideeritud, välja töötatud ja modifitseeritud assimilatsiooniprotsesside (pädevuste omandamine) ja kohandamise kaudu (varieerides kontseptsioone, mudeleid või teooriaid, millest esitus koosneb). Piaget' teadmiste ehitamise mudel on samaväärne, kui mitte identne sellega, mida Kuhn kasutas hiljem teaduslike teadmiste evolutsiooni jaoks teaduslikes ühiskondades (vt nt teaduslike revolutsioonide struktuur).



Thomas Kuhn. Füüsik, ajaloolane ja filosoof.

Lisaks sellele kasutatakse seda mudelit tehisintelligentsis, kus arvuti üritab jäljendada inimese mõistust. See on kognitiivses revolutsioonis (modelleerides aju kui arvutit) tutvustatu pöördmudel, ning on kognitiivses psühholoogias endiselt valdav. Õpetajad peavad olema teadlikud asjaolust, et teaduse areng on sotsiaalne protsess, millel on väga selge kokkusobivus Vögtski sõnastatud protsessidega, mis hõlmavad ka Piaget' assimilatsiooni- ja kohanemisprotsesse (rakendatakse inimühiskondadele)⁷⁴.

⁷¹ Piaget, J. The Principles of Genetic Epistemology. New York: Basic Books. 1972.

⁷² Pinker, Steven. "Words and rules" (essee, 1999).

⁷³ https://en.wikipedia.org/wiki/Piaget%27s_theory_of_cognitive_development.

⁷⁴ Vygotsky, L. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. 1979.



Leo Vögotski, psühholoog.

Meie arvates on meie uurimisprotsessi tähtis protsess see, et õpilastes tekib teatud vastupanu uutele mudelitele (kui need pole õpilaste poolt ise üles ehitatud), kui need piiravad või muudavad varasemad mudelid kehtetuks, sarnaselt Kuhni kirjeldatud sotsiaalsele käitumisele, mis esineb, kui tavaline teadus asendub edasijõudnuma nägemusega.

Neist kaalutlustest lähtudes on meie reaalsuse kujutamise püramiidi allosas mõisted. Teaduse puhul on ainsaks erinevuseks teiste esituste tüüpidega võrreldes asjaolu, et teadmiste koostisosadeks loetakse ainult mõõdetavaid mõisteid (suurusi). See nõue võimaldab meil kasutada mõõdetud väärtustega tegelemiseks matemaatilist formalismi ja teha kvantitatiivseid prognoose.

Nagu kinnitab dimensionaalanalüüs, on kõigi teaduslike esituste aluseks viis olulist või esmast suurust: ruum, aeg, aine, energia ja informatsioon. Viimane parameeter lisati Shannonini poolt 20. sajandi keskel, kuna see on informatsiooniteooria fundamentaalne suurus. Seda uut suurust laiendati kõigile teadmiste valdkondadele, põhiliselt arvutiteadusele ja robotikale (mida on võimatu mõista ilma selle kontseptsioonita). See on oluline ka bioloogias, et mõista geneetilise koodi ulatust ja krüpteeritust. Kuid me uurime seda teemat järgnevates projektides.

Metoodika rakendamine projektile „Millest on maailm tehtud?“

Kui õpilased tulevad meie klassiruumi siis, nagu oleme juba öelnud, teavad nad juba, kuidas seadusi täiuslikult kontseptualiseerida ja välja töötada. Sel põhjusel saame me neid panna olukordadesse, kus nad saavad neid vaimseid võimeid kasutada⁷⁵.

Alustame *loodusnähtuse* jälgimisest. Nagu näiteks protsessiga, mille käigus riided kuivavad, kui need välja riputatakse, või sellele vastupidise protsessiga – külmale aknaklaasile tekib udu. Seejärel analüüsime sellega seotud nähtusi ja valime ühe, mida klassiruumis uurida.

Esimene samm meie uurimises seisneb katsete tegemises ehk tegelikkuse manipuleerimises eesmärgiga valitud nähtust klassis korrata. Selleks kasutame klassiruumis leiduvat *tehnoloogiat*: käärid, liim, kirjaklambrid, klaasid jms. Selle projekti jaoks valisime intermolekulaarsete jõudude, oleku muutuse, pindpidevuse jms seotud eksperimendid.

Täpsemalt vaatame kohesiooni ja adhesioonijõude, mis panevad veetilga meie nimetissõrme ja pöidla vahel seisma, ja elastset käitumist, kui me need eraldame.



Kohesiooni- ja adhesioonijõud vees.

Teine samm koosneb katse ajal juhtuva kirjeldamisest, keskendudes ainult olulistele elementidele. Kirjeldus peaks panema meid avastama uusi protsesse ja leidma nendele nime.

⁷⁵ López Sancho, J.M. La Naturaleza del conocimiento. Madrid. 2003.

See toimub kohesiooni ja adhesiooni puhul, põhinedes vedeliku tendentsil jääda sõrmede vahele kinni ja venitada veetilka, mis takistab selle katki tegemist. Me nimetame need nähtused (me **kontseptualiseerime** need) adhesiooniks ja kohesiooniks. Peame õpilastele selgitama, et selleks, et eksperiment oleks kasulik, peavad katse tulemused olema alati samasugused ning neid ei tohi mõjutada katse läbiviimise asukoht ega läbiviija.

Kolmas samm seisneb protsessi enda veidi üksikasjalikumalt vaatlemises.

Selleks kasutame küsimuste rada. Miks vesi kleepub meie sõrmede naha külge? Kas see jääb ainult sõrmede või mis tahes objekti külge? Kuidas tilk venib ilma katki minemata? Need küsimused võivad viia meid teiste eksperimentide juurde, mis annavad meile vastuse, või mõtteprotsessi juurde, mille abil saame seda punkti täpsustada.

Järgmisena räägime õpilastega, kuidas kõige paremini kirjeldada looduse käitumist kooskõlas Leukippose filosoofiaga, ja avastame seadused, mis seda käitumist reguleerivad, teisisõnu kindlad juhised, mis on alati looduses täidetud. Selleks saame kasutada erinevaid kindaid, et näha, kas vedelik jääb igat tüüpi materjali külge kinni. Võime kasutada ka muid vedelikke, nagu toiduõli või karastusjooke, et näha, kas iga vedelik käitub samamoodi.

Kui oleme jõudnud järeldusele, et kõik kasutatud vedelikud on elastsed ja jäävad tahkete ainete külge kinni, võime defineerida seadused: kõik vedelikud näitavad kohesiooni ja adhesiooni.

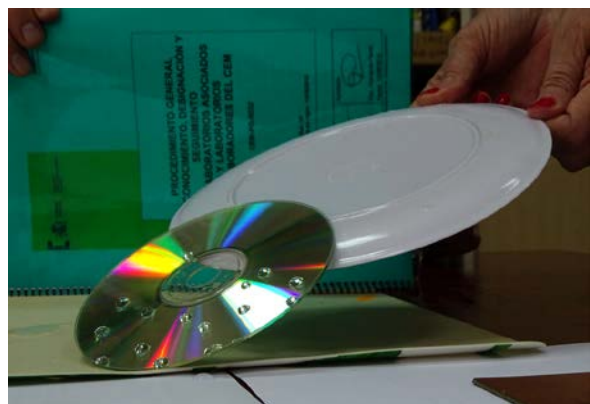
Oleme jõudnud nende seadusteni induktsiooniga (st eeldades, et iga vedelik käitub samamoodi nagu meie poolt kasutatud vedelikud). Õpilastega võime arutada ka võimalust, et keegi avastab kunagi kusagil vedeliku, mis pinna külge ei jää. Kui selline olukord tekib (mis on alati võimalik), peaksime viivitamatult oma seadusi muutma.



Pindpidevus.

See fookuseerib meid põhiküsimusele – miks vesi järgib neid seadusi? Kindlasti seisneb vastus vee iseloomus. Selle probleemi lahendamiseks peame teadma, millest vesi tehtud on.

Kui tahame välja selgitada, millest vesi on tehtud, peame selle panema äärmuslikesse olukordadesse, näiteks kasutama protsesse, mille käigus see meie silmist kaob ja taas tagasi ilmub. Veeauru kondenseerumine külmal pinnal (joogipurk) või vee aurustunime laualt pärast niiske lapiga pühkimist võib meile vastuse anda.



Adhesioonijõud CD pinnal.

Sel moel jõuame mudelite konstrueerimiseni, mis võivad sisaldada asju, mida me ei suuda oma meeltega tajuda, sest nad on kas liiga väikesed (nagu molekulid ja aatomid) või seetõttu, et me ei ole nende suuruste suhtes tundlikud, näiteks kaugjuhtimispuldi poolt kasutatav ultraheli või ultraviolettkiirgus, mida üldiselt nimetatakse mustaks valguseks.

Loovust kasutades võime eeldada, et vesi on õhus väga väikeste osakeste kujul, mida me ei

näe, kuid kui need ühinevad suurtes kogustes purgi külmal pinnal, moodustavad nad tilgad.

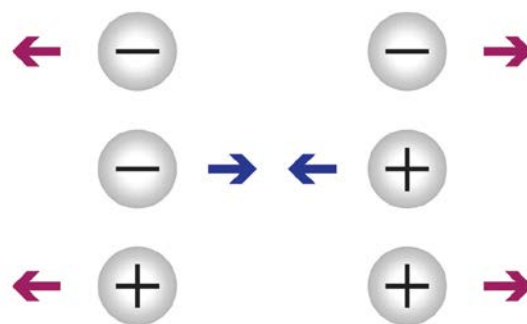
Ja kui vesi on valmistatud molekulidest, siis võime eeldada (induktsiooniga), et ka muud asjad, nagu jää ja muud tahked ained, koosnevad molekulidest. Sel moel suudame välja töötada hüpoteesi, mida me saame väljendada järgmiselt: kõik materjalid koosnevad väga väikestest osakestest, mis on paljale silmale nähtamatud ja mida me nimetame molekulideks.

Kui need on üksteisest väga kaugel, moodustavad nad gaasid. Kui need puutuvad kokku, kuid ei ole üksteise küljes kinni, nagu kotis olevad klaaskuulid, on nad vedelas olekus. Kui nad on teineteise küljes kinni nii, et nende liikumine on takistatud, siis ütleme, et nad on tahkes olekus. Me saame kasutada nimetatud klaaskuule analoogmudeli loomiseks.

Järgmisena peame katsetama oma mudelit, kasutades seda, et proovida seletada meie katsetes täheldatud ja meie seadustes kirjeldatud kohesiooni ja adhesiooni protsesse. Miks vee molekulid ühinevad, tekitades kohesiooni? Miks jäävad vee molekulid naha ja teiste ainete külge kinni?

Selleks, et selgitada täheldatud makroskoopilist käitumist, peame kasutusele võtma uued molekulidevahelised jõud, mis panevad need üksteise külge liituma. Kui ühinevad molekulid on samad, nimetame jõude kohesiooniks. Kui need on erinevad, nimetame neid adhesiooniks.

Jätkates meie näitega, kus järgime küsimustele tuginevat teadusliku uuringu rada, et aidata meil avastada teaduslike teadmiste olemust (mõisted, seadused ja mudelid), peame pöörduma teise teadusharu – elektri – juurde. Tänu uutele eksperimentidele avastame, et molekulidevahelised jõud tulenevad molekulide vahelisest laengu jaotusest ja et need järgivad elektri üldisi seadusi – sama märgiga laengud tõukuvad ja erineva märgiga tõmbuvad ligi.



Elektriseadused.

Kui õpilased on järginud kirjeldatud küsimustel põhinevat katseteed, teevad nad kokkuvõtte järgitud teekonnast, keskendudes sellele, kuidas nad on oma mentaalseid esitusi välja töötanud. Teekonna jooksul on nad moodustanud uued mõisted, uued seadused, mida nad ei teadnud, ning on kasutanud ka eelnevaid teadmisi (elekter), et selgitada ja põhjendada avastatud seaduste põhjendusi. Õpilased on integreerinud NOS-i ja NOSI metakognitsiooni protsessis, mille kohta selged teadmised on kogu elu jooksul väga kasulikud.

Metodoloogilise piiritlemise näide: „Arheoloogia klassiruumis“

„Arheoloogia klassiruumis“ osa keskendub, nagu nimigi ütleb, arheoloogiale, mis on iidsete ühiskondade uurimine, mis põhineb põhiliselt nende materiaalsete säilmete analüüsil. Arheoloogia kuulub seega sotsiaal- ja inimteaduste valdkonda. Selle aine olemus muudab selle suuresti interdistsiplinaarseks, sest on vaja teha koostööd paljude teaduslike erialadega ja kasutada erinevaid tehnoloogiaid. Arheoloogiaga paralleelselt arendatakse geoloogiat, geograafiat, matemaatikat, bioloogiat, inseneriteadust jms.

See muudab arheoloogia ideaalseks distsipliiniks õppimise jaoks. Selle ideega sobivalt, oli esmase koolituse peamine eesmärk see, et õpetajad mõistaksid selgelt ennekõike seda, et iidsete ühiskondade uurimine ja eelkõige arheoloogilised uuringud pakuvad hariduse algetapis palju võimalusi teaduse õpetamiseks. Selles mõttes võiksime öelda, et projekti

liikumapanevaks jõuks on arheoloogia kasulikkuse näitamine klassis nii sotsiaal- kui ka humanitaarteaduste õpetamise vahendina kui ka selle poolt pakutavad teadusliku põhjenduse õpetamise võimalused. Seda selgitatakse mitmete tihedalt omavahel seotud aspektide uurimisega: näiteks kultuur ja selle olulisus inimese erilise osana, keskkonna ja ühiskonna vastastikmõju ning selle tegevuse seosed keskkonnaprobleemide ja maastiku kujunemisega või näiteks seoses üldtööstusega, maastiku analüüsi roll ja maastiku areng aja jooksul, et mõista ühiskondade muutuste protsesse (teisistõnu ruumiliste suhete mõistmise olulisus ühiskondade mõistmisel), või arusaam sellest, et ühiskondade mitmekesisus ajas ja ruumis toob tingimata kaasa selle mitmekesisuse austamise ja meie kultuuripärandi hindamise. Maastikud, arheoloogilised kihid ja muuseumites eksponeeritavad ja kaitstavad säilmed on materiaalne ja nähtav minevik, meie mälu, ning arheoloogial on tohutu vastutus selle kohta rohkem teada saada ja seda kaitsta ja säilitada



Arheoloogiline maastik. Las Medulas, Hispaania.

Koolitusprojekti põhisuunda otsides, sisu sõnastades ja lastega klassiruumis tehtava töö struktureerimiseks tegevusi välja mõeldes valiti fookusena **arheoloogiline meetod**. Metoodika küsimus tundub esialgu liialt lihtsustav, kuid lõpuks otsustasime seda meetodit järgida, arvestades, et see, koos arheoloogia interdistsiplinaarse olemusega, võimaldas meil meie ettepanekut paremini kooli erinevate haridusastmete õppekavadega kohandada (alates lasteaiast kuni algkooli viimaste klassideni). Lisaks sellele toetab see

mitmesuguseid aineid (matemaatika, keeled, visuaalne kunstiharidus jne) sisaldavate transversaalsete tegevuste arendamist.

Lisaks arvame, et see suund pakub lugematuid võimalusi teaduse jaoks vajalike põhiliste kognitiivsete oskuste arendamiseks. Teisest küljest võimaldab see sisu paremini kohandada projekti partnerite (Leedu, Eesti, Poola, Itaalia ja Hispaania) haridusliku mitmekesisusega.

Esialgsed koolitussessioonid olid jagatud 6 temaatiliseks osaks. Kõik need 6 osa olid suunatud arheoloogia teadusliku arutluse aluspõhimõtte mõistmisele ja seega õpilaste keskkonna mõistmisele: need mõisted on „materiaalne kultuur“ või „arheoloogiline arhiiviallikas“ (teine osa: arheoloogia alused), „muistis“ ja „maastik“ (kolmas osa: arheoloogilised meetodid I); „aeg“ ja „stratigraafia“ (neljas osa: arheoloogilised meetodid II); „kontekst“ (viies osa: arheoloogia labor) ja lõpuks „pärand“ (kuues osa: miks on minevik oluline?) Nendele viiele osale peaks eelnema esimene osa (esialgne hindamine), kus õpetajad täidavad küsimustiku, mis on struktureeritud VNOS-i küsimuste ümber. Küsimustik täidetakse koos tegevusega, DARTi testiga („Arheoloogi joonistamine“), mis on näidanud suurt potentsiaali valede müütide ja eelnevate ideedega tegelemiseks, nii õpetajate koolitusel kui ka klassiruumis, kus on väga erinevas vanuses lapsed.

Nagu näete arheoloogia klassiruumis teemale pühendatud juhendis, muudeti neid osi projekti väljatöötamisel, et kohandada koolituse sisu nii, et see töötaks klassis. Seetõttu ei vasta juhendi struktuur rangelt kindlaksmääratud algsele rajale. Nende muutuste põhjuseks on see, et pärast põhikoolituse saamist saavad õpetajad klassiruumis töötada ja tegevusi juhtida vastavalt nende konkreetsetele huvidele.

Igal juhul austavad uus struktuur ja käesolevas juhendis esitatud tulemus neid suuri „kontseptsioone“, mis on olulised selleks, et mõista meie vahetut keskkonda, selle ajaloolist sügavust ja eelneva teadustöö väärtust.



DARTi test: arheoloogi joonistamine.

Selle projekti realiseerimisel pärast esialgset hindamist, võimaldasid erinevad osad juhendada õpetajaid mööda õpperada, kus nad avastasid arheoloogia ja selle sisu transversaalse olemuse. Tänapäeval määratletakse arheoloogiat kui eriala, mis keskendub mineviku materiaalse kultuuri leidmisele, kirjeldamisele ja süstemaatilisele uurimisele, pakkudes ülevaadet ühiskondadest, mis neid löid.

Rõhutame vajadust piiritleda mõistet „minevik“ – arheoloogia ei hõlma kivide ja dinosauruste uurimist, mis käivad geoloogia ja paleontoloogia alla. Arheoloogia algab siis, kui ilmusid esimesed äratuntavad tööriistad ja ulatub tänapäevani – alates kõige varasemate küttide-korilaste ühiskondadest kuni näiteks hiljutise Hispaania kodusõjani. Nende kontseptsioonide põhjal on koolitus välja töötatud „aja“ ja „muutuse“ läbi, mida illustreerivad näiteks lihtsad stratigraafilised järjestused.

Konteksti idee on omandanud erilise tähtsuse, mis võimaldab ülalnimetatut sidusalt ühendada pärandi väärtuse ja selle eest hoolitsemise vajalikkusega, mis tuleneb sellest, et see annab tunnistust meie minevikust ja on püsiv jõukuse allikas.

Need mõisted on samuti võimaldanud meil tutvustada fundamentaalset aspekti ehk seda,

kuidas teadusuuringud (antud juhul ajaloolised ja arheoloogilised uuringud) loovad sotsiaalset väärtust ja annavad jätkusuutlikke ressursse. Lühidalt öeldes on need aspektid, mis on lühidalt siin loetletud ja arheoloogiaga seotud juhendis välja töötatud, võimaldanud meil täpsustada ja edastada tõsiasja, et kõik need kasulikud aspektid on arheoloogia valdkonnad, mis tähendab, et seda teemat on klassis mõtet õpetada.

On oluline, et seda sisu käsitletaks klassis juba varajases haridusstaadiumis ja erinevatele kognitiivsetele etappidele kohandatult, mis on saanud kinnitust kogu Erasmus+ projekti väljatöötamise ajal ning kajastub ka „ARHEOLOOGIA KLASSIRUUMIS“ juhendis.

Teadus Euroopa pärandi kontekstis

On üldtunnustatud, et mineviku kultuuripärand on ainus viis mõista oleviku reaalsust. Reaalsuse mõistmine on ainus, mis garanteerib kriitilise vaimu, mis on igas demokraatias oluline.

Neid ideid väljendas Aldous Huxley oma teoses „Hea uus ilm“⁷⁶. Selles hoiatab ta meid soovimatute totalitaarsete poliitiliste süsteemide eest, mis on võimalikud ainult pärast kultuuripärandi, st ajaloo uurimise keelamist.

Paul Prestoni palju korratud sõnade järgi: „Need, kes ei mäleta minevikku, on mõistetud seda kordama.“

Selles projektis on teadus esitatud viisina, mille kaudu inimesed mõistavad reaalsuse osa, mida saab kirjeldada piiratud arvu mõistete abil, mida saame mõõta, kaaluda või lugeda, teisisõnu, magnituudide kaudu.

Kuid seda tegevust ei saa mõista, kui me ei pea seda oluliseks inimkonna ajaloo osaks kõige laiemas tähenduses – teaduslikud läbimurded on ühiskondi põhjalikult muutnud ja ühiskondade hoiakud on viinud teaduslikke teadmisi palju edasi.

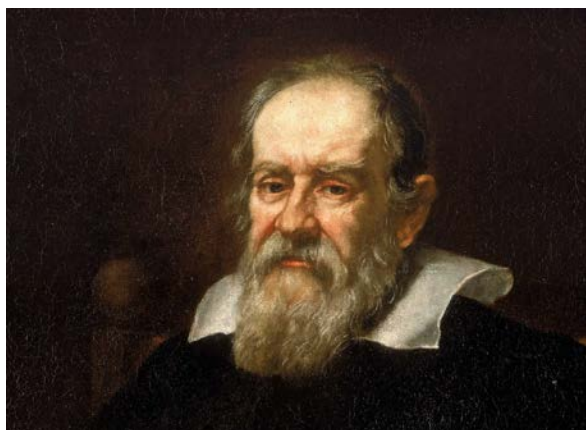
⁷⁶ Huxley, Aldous. *Brave New World*. (First Perennial Classics ed.) New York: HarperCollins Publishers.

Teadustööd ei saa uurida väljaspool konteksti, mille loovad ajaloolised paradigmad (nende väärtuste ja uskumustega), milles teadlased tööd tegid, ega võtmata arvesse teadlastele kättesaadavaid tehnoloogiaid (näiteks Galileo teleskoop) või iga perioodi matemaatilisi piiranguid.

Kõigil neil põhjustel on ilmne, et seda väära eraldatust ei saa säilitada. C. P. Snow, inglise füüsik ja kirjanik mõistis seda väga õigesti selles kontekstis hukka ja kutsus seda kahe kultuuri olemasoluks⁷⁷.

Suuri ajaloolisi ajastuid, alates kivi-, pronksi- ja rauaajast kuni tänapäevase informatsiooniajastuni, on iseloomustanud tollal valitsenud tehnoloogia, mis muudab järjekindla teaduse mainimata jätmise ajaloost rääkides naeruväärseks. Arthur Koestler teeb selle enda raamatu „Kuutõbised“ eessõnas selgeks⁷⁸: „Arnold Toynbee raamatu „Uurimus ajaloost“ 600-leheküljeline lühendatud versioon ei sisalda selliseid nimesid, nagu Copernicus, Galileo, Descartes ega Newton.“

Kuid humanistid pole ainsana süüdi. Enamik teaduserialade kohta käivaid lugusid, sealhulgas Kuhni „Teaduslike revolutsioonide struktuur“, keskenduvad teadlaste gruppidele, arvestamata seda, kuidas ühiskond ja selle uskumused ning ebausk mõjutasid nende mõtteviisi ning nende avastusi ja teadustöö eesmärke.



Galileo Galilei portree.

Selles uues pärandi kontseptsioonis peaks meie arvates ELis varajase staadiumi õpetamisel arvestama kolme eesmärki. See peaks:

- a) Asetama kodanikud Euroopa kultuuripärandi kontekstis õigesse kohta ajaloos.
- b) Andma neile piisavalt teadmisi demokraatlikus ühiskonnas otsuste tegemiseks.
- c) Valmistama neid ette nii, et nad suudaksid teha produktiivset tööd kiirete ja ettearvamatute teaduslike ja tehnoloogiliste muutuste maailmas, mis võimaldaks neil väärikat ja rikastavat elu elada.

Mis puudutab esimest punkti, siis meie konkreetsetes kontekstis Euroopas on teadus ja filosoofia koos jõudsalt arenenud. Võiks öelda, et kõige olulisemad vanad kreekelased olid võrdselt nii teadlased kui filosoofid.

Parmenides, Mileetose Thales, Leukippos, Sokrates, Platon, Aristoteles, Ptolemaios ja Archimedes ning paljud teised tegelesid oluliste probleemidega, nii konkreetse küsimuste kohta käivate teadmiste kui ka teadmiste olemuse enda seisukohalt. Väga varsti pärast seda ühines kunst teaduse, tehnoloogia ja inseneriteadusega.

Pantheoni võlv taasloodi pärast ristvõlvi kasutamist Brunelleschi poolt Firenzes, Peetri kirikus Roomas ja Püha Pauli katedraalis Londonis. Matemaatika abil leidis Euroopa ühistele probleemidele ühised lahendused ja neil oli ühine esteetika, mis sellest ajast alates esitas idast tulnud reisijatele ühtse näo, mida domineeris alguses romaani ja hiljem gooti stiil.

Alates 12. sajandist tunti suurt huvi Vana-Kreeka teadmiste vastu, mis paljudel juhtudel tulenes araabia keelde tõlgitud käsikirjadest, mis imekombel Aleksandria raamatukogust päästeti. Toledo tõlkijate koolis ladina keelde tõlgitud ja üle Euroopa palverännakuteid mööda levitatud käsikirjad põhjustasid varsti kultuurilise revolutsiooni – renessansi, mis kujundas Euroopa kultuuripärandi, mis kunagi ei kao.

⁷⁷ Snow, Chales Percy, *The Two Cultures*, The New Statesman, Jan 2013.

⁷⁸ Koestler, Arthur, *The Sleepwalkers*, Hutchinson (1959).



Santa Maria del Fiore katedraali kuppel (arhitekt Brunelleschi).

Selles projektis esitame teaduslikke avastusi inimkonna (antud juhul Euroopas) poolt arendatud kultuuri ühe osana ja see on kahtlemata osa Euroopa kultuuripärandist.

Sel põhjusel on üks Euroopa ametivõimudele esitatavatest soovitustest see, et teadlaste poolt välja töötatud mudelid ja teooriad peaksid sisalduma Euroopa pärandi teemades. Me ei taha praegu sattuda samasse lõksu, kuhu Toynbee langes veidi vähem kui sajand tagasi ja mida me mälestame 2018. aastal: Euroopa kultuuripärandiaasta eesmärk on innustada inimesi avastama ja uurima nii oma kui laiemalt Euroopa kultuuripärandit ning tugevdada ühisesse Euroopa ruumi kuulumise tunnet. Meie pärand – kus minevik kohtub tulevikuga⁷⁹.

⁷⁹ https://europa.eu/cultural-heritage/about_es.

NELJAS OSA

**SOOVITUSED TEADUSLIKU
KIRJAOSKUSE PARANDAMISEKS
VARAJASES HARIDUSETAPIS**



4. SOOVITUSED TEADUSLIKU KIRJAOSKUSE PARANDAMISEKS VARAJASES HARIDUSSETAPIS

Meie soovitused on inspireeritud kahest ideest: esimene neist on esitleda teadust osana inimloomingust, millel on samad iseloomulikud jooned nagu kõikidel teistel meie liigi teadmistel ning on seega arendatud, kasutades samu meetodeid ja mõtteprotsesse. Teine on vajadus integreerida teadusalased teadmised neid arendanud ja mõjutanud ajaloolisse konteksti, rõhutades selle olulisust Euroopa kultuuripärandi osana.

1. Tutvustage teaduse õpetamist Euroopa kultuuripärandi mõistes juba varajases haridusstaadiumis, kasutades Euroopa ajaloo tähtsamaid sündmusi teadusavastuste paigutamiseks ajas. Meie arvates on teadus ja tehnoloogia Euroopa Liidu riikide tõeline tunnusmärk ja ühislooming. Teaduse õppimine varajases haridusstaadiumis on teaduse sotsialiseerimiseks vajalik ühenduslüli.
2. Tutvustage teaduharidust soolise võrdõiguslikkuse kontekstis. Õpetajad peavad teadustegevusi poistele ja tüdrukutele võrdselt õpetama, kasutades ajalooliseid näiteid ja viiteid kuulsatele naisteadlastele. Tavaliselt tekivad esimesed soolised suundumused varajases staadiumis, umbes 7–8-aastaselt. Pärast seda perioodi saame vaid püüda muuta eelnevalt omandatud käitumist.
3. Õpetage teadust sellest perspektiivist, kuidas see on üles ehitatud. Fakt, et lapsed teavad, kuidas teadus on üles ehitatud, mõjutab nende suhtumist ja

lähenemist teadusalastele läbimurretele, pseudoteadustele ja esoteerilistele uskumustele, et nad saaksid mitte-teadusliku kõrvale heita.

4. Teaduse õppekava ühtlustamine varajases haridusetapis või vähemalt ühiste teadmistetuuma rajamine kõikidele Euroopa Liidu riikidele.
5. Õpetage teadust teadushariduse uute uuringute raamistikus, nt NOS ja NOSI.
6. Teadvustage õpetajatele ja nende õpilastele, kuidas on üles ehitatud teaduslike teadmiste hankimise mehhanism – selle teatud aspektide lihtsustatud mentaalsed kujutised reaalsusest, mida saab eksperimentaalselt muuta. Kontseptsiooni väljatöötamine ja mudelid on mentaalsed tegevused, millel põhinevad teadusalased teadmised.
7. Kõik Euroopa Liidu riigid nõustuvad, et koolis on vaja teadust õpetada. Pakume välja, et teadusasutused kaasaksid ennast mitte-ülikooli õpetajate teadusalaste teadmiste täiendamisse kogu nende professionaalse karjääri jooksul.
8. Toetage alaliste teaduskoolituse programmide loomist teadusasutustes, mis garanteeriksid, et õpetajad ja nende tulemused klassiruumis oleksid alati põhjalikud ja ajakohased.
9. Meie jaoks on viga eraldada teadus ülejäänud ajaloost. Teadusalaste teadmiste ja ülejäänud teadmiste erinevus on see, et teadus tegeleb ainult väga piiratud mõistetega – nendega, mida saab mõõta, kaaluda ja loendada ning mida kutsume suurusteks.
10. Looge õpetajatele ja teadlastele segakogukonnad, et vältida nende elukutsete üksteisest eraldumist (veebiruumid ja -platvormid).



Kõik SciLit projekti partnerid.

