

Eesti Teadusagentuur ja Tallinna Reaalkool esitlevad:

# Reaal- ja loodushariduse konverents

Tallinna Reaalkoolis 15.–16. septembril 2017



Alates aastast 2008 oli direktor Gunnar Polma 1. septembri või viimase koolipäeva kõnedes oluline osa viide Reaalkooli ajaloolisele hoonele:

*„Suur ja pääkesepaisteline suvi on selja taga ja teie ees 1881–1883 arhitekt Max Hoepeneri ja insener Carl Jacoby loodud kolmekorruseline lameda kelpkatusega historitsistlik hoone. Peafassaadi liigendab rustikaalsete pilastritega portikus, mille lõpetab kolmnurkne frontoon. Peakorruseid kaunistavad pilastrid ja karniisid. Külgfassaadile avanevate aula akende vahele on paigutatud skulptor August Volzi loodud kariatiidid.“*

Kariatiid – maani ulatuvus rüüs seisva naise kuju, mis talastikku kandes täidab samba või muu toendi ülesannet. Viimane oli inspiratsiooniks ka käesoleva kogumiku kaane kujundamisel.

Esikaane kariatiidi on joonistanud Tallinna Reaalkooli 133. lennu õpilane Eliise Koitla, juhendas Tallinna Reaalkooli kunstioptetuse ja kunstiajaloo õpetaja Maarja Kell.

Käesolevas kogumikus on illustratsioonidena kasutatud Tallinna Reaalkooli keemiaõpetaja ja õppealajuhataja Martin Saare erakogusse kuuluvaid kooliõpikuid. Valiku tekstidest on teinud Martin Saar, õpikud on jäädvustanud Rait Tuulas (vil! 121). Reaali Poisi loo koostas Tallinna Reaalkooli ajalooõpetaja ja õppealajuhataja Madis Somelar. Poisi loo koostamisel on kasutatud järgnevaid allikaid: „Ühe vabadussamba lugu“ (Märt Karmo 1993) ning „Mustkuldne müts me peas... II“ (Märt Karmo 2011), „Mehed Vabaduse puiesteelt“ (Jüri Remmelgas 1972), „Voldemar Panso. Päevaraamat“ (Ene Paaver 2007).

Ettekannete ja töötubade juurde kuuluvad fotod ja joonised pärinevad erakogudest, kui pole teisiti märgitud.

Tagakaane foto Reaali Poisist on jäädvustanud Rait Tuulas (vil! 121).

Kogumiku koostaja tänab koostöö eest Märt Karmot (vil! 76), Tiia Luuki, Mirja Särge, Karin Kundlat ning ettekannete ja töötubade kokkuvõtete autoreid.

Kogumiku valmimist toetas Euroopa Sotsiaalfond ja Euroopa Regionaalarengu Fond.

Väljaandja:	Tallinna Reaalkool
Koostaja:	Madis Somelar (Tallinna Reaalkool)
Keeletoimetaja:	Anu Kell (Tallinna Reaalkool, Gustav Adolphi Gümnaasium)
Tõlkijad:	Katariina Sofia Päts (vil! 132) ja Mikael Raihhelgauz (vil! 132)
Kunstilised toimetajad:	Madis Somelar ja Andraš Tšitškan
Küljendaja:	Andraš Tšitškan

Tallinn 2017



Eesti Teadusagentuur  
Estonian Research Council

TeaMe+



Euroopa Liit  
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti  
tuleviku heaks



Euroopa Liit  
Euroopa  
Regionaalarengu Fond



Eesti  
tuleviku heaks

## Sisukord

Tallinna Reaalkool.....	3
Tallinna Reaalkooli direktori Ene Saare tervitus.....	4
Eesti Teadusagentuur.....	5
Ettekanne „Õpilase arengu vajadusi toetav õpe Eesti üldhariduskoolis Euroopa kontekstis“ (Pille Liblik) .....	6
Ettekanne „Õppekavast ning terviklikku mõtlemist toetavatest õppevormidest loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonnas“ (Ülle Kikas).....	7
Ettekanne „Uudne lähenemine loodusainete ja matemaatika õpitulemuste välishindamisel“ (Regina Multram, Elle Reisenbuk) .....	8
Ettekanne „Loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonna koostöine edendamine nii Euroopas kui Eestis – eesmärgid ja võimalused“ (Terje Tuisk) .....	9
Ettekanne „Kastist (klassist) välja: aineülesed õppekäigud“ (Piret Karu, Tiina Talvi) .....	10
Ettekanne „„GIS kooli“ ja „GeoMentor“ – haridusprogrammid koolidele“ (Ranel Suurna) .....	11
Ettekanne „Muutustest hindamises Soome 2016. aasta riikliku õppekava järgi“ (Päivi Kousa) .....	12
Ettekanne „Geograafia ja bioloogia. Keskkonna tundaõppimine vaatlusmeetodi abil“ (Bart de Wolf).....	13
Ettekanne „Kas ühiskondade tekke ja arengu mõistmiseks on vaja teadmisi bioloogias?“ (Kersti Veskimets) .....	14
Ettekanne „Õpilaste karjääriteadlikkuse tõstmine teadusega seotud valdkonnas sidusrühmade koostöö abil“ (Miiia Rannikmäe).....	15
Ettekanne „Tippsooritusest, sellega kaasnevast õppimise ja õpetamise ekspertisist Anders Ericssoni järgi“ (Einar Rull) .....	16
Ettekanne „Inimene piiridel: meetodist tervikuni“ (Joonas Hellerma) .....	17
Töötuba „Kujundav hindamine – lihtne nagu matemaatika!“ (Riin Saar) .....	18
Töötuba „Teadus meie kätes – patsiendi DNA analüüs PCRi ja elektroforeesi abil“ (Rändav bioklass) .....	19
Töötuba „Interaktiivsed kaardirakendused alternatiivina esitlustele ja referaatidele“ (Piret Karu, Aile Poll) .....	20
Töötuba „Demonstratsioonkatsed põhikooli 7. klassi loodusõpetuse, füüsika ja keemia ainetundides“ (Janno Puks) .....	21
Töötuba „Õlle ja radioaktiivse lagunemise vaheline seos“ (Erkki Tempel) .....	22
Töötuba „Uurimuslik õpe on lahe“ (Mario Mäeots, Meelis Brikker).....	22
Töötuba „Laseriga inimese kallal!“ (Toomas Reimann, Reivo Maasik) .....	23
Töötuba „Funktsioonide õpetamine matemaatikas ja loodusainetes“ (Hanna Britt Soots).....	24
Töötuba „Praktiline looduse tundmine RMK Sagadi looduskooli programmide näitel“ (Tiina Reintal, Tiina Jamsja) .....	25
Töötuba „Matemaatikatundides iseseisvaks õppijaks“ (Katriin Uutsalu) .....	26
Töötuba „Ainekavale tuginev koostöö muuseumitundide korraldamisel Eesti Tervishoiu Muuseumis“ (Andres Raa, Katriin Kütt, Kennet Roosipuu) .....	27
Töötuba „Kirjanduse ja keemia lõimimine J. Verne'i romaani „Saladuslik saar“ põhjal“ (Anu Kell, Martin Saar) .....	28
Töötuba „Mahlajäätise sulamise kalorimeetriline uurimine“ (Riina Murulaid).....	29
Töötuba „Linnaruumiõppe rakendamise võimalused Eesti Arhitektuurimuuseumis“ (Kadi Kriit).....	30

Töötuba „Ühe linnapuu lugu“ (Tõnu Ploompuu).....	31
Töötuba „STEM-õppeainete lõimitud õpetamine“ (Tiia Rüütmann) .....	32
Töötuba „Ümberpööratud klassiruum kooliklassis“ (Taavi Vaikjärv).....	33
Töötuba „Loovad ja uurimuslikud tööd õppija üldoskuste kujundamise toetajana“ (Katrín Uutsalu) .....	34
Töötuba „AHHAA-õpe – mis see on?“ (Liina Kraun, Verner Mägi).....	35
Töötuba „Mis on <i>camera obscura</i> ja kuidas seda teha?“ (Tanel Liira, Tiit Sepp).....	36
Töötuba „Keemilise reaktsiooni kiirust mõjutava teguri uurimine IGCSE eksamitöö ülesande põhjal“ (Martin Saar).....	37
Töötuba „Uurimislabor – muna uurimine“ (Karin Hellat, Grete-Liliane Küppas, Jörgen Metsik).....	38
Töötuba „Mida astronoomid päriselt teevad?“ (Janet Laidla) .....	39
Töötuba „Olukorrast metsas“ (Kristi Parro).....	40
Töötuba „Arvutipõhine statistika“ (Ülle Kikas, Sirje Sild).....	41
Töötuba „UNESCO pärandi uurimine: koostöös partneritega teostatavad projektid“ (Natalja Nagajšenko, Anna Pitkina).....	42
Töötuba „Formaalharidust toetavad õppeprogrammid Tallinna loomaaias – kellele ja miks ning kuidas võtta tunnist maksimum“ (Helina Manso) .....	43
Töötuba „Fragmente Ida-Aafrika alanguvööndi loodusest pearõhuga nn Serengeti ökosüsteemil“ (Mati Kaal) ...	44
Töötuba „Soome kogemus interdistsiplinaarsusega“ (Ville Tilvis, Teppo Harju, Elisa Mehtälä).....	45
Töötuba „Loodusteadused ja infotehnoloogia kunsti uurimise teenistuses uurimisprojekti „Christian Ackermann, Tallinna Pheidias, ülbe ja andekas“ (2016–2020) näitel“ (Hilkka Hiiop, Tiina-Mall Kreem) .....	46
Töötuba „Õpilaste individuaalse arengu ja erihuvide toetamine muuseumis“ (Helene Uppin) .....	47
Töötuba „Planetaariumi kasutamine helilainete levimise fenomenide demonstreerimiseks“ (Aare Baumer).....	48
Töötuba „Uued teadushuviringi näidisõppekavad aitavad tunni põnevaks teha“ (Katrín Saart, Kairi Põldsaar) ..	49
Töötuba „Elektrivool, mis see on, kus ta on ja milleks?“ (Ken Tilk) .....	50
Konverentsi kava .....	51–52

## Tallinna Reaalkool

**Liis Hiie (vil! 132), Karmen Markov (vil! 132) ja Katariina Ildla (Tallinna Reaalkooli 133. lend)**

**Madis Somelar (Tallinna Reaalkool)**

1872. aastal, Venemaa keisri Peeter I 200. sünniaastal, anti Venemaal välja kooliseadus. Viimasega tunnustati reaalkoolid seniste klassikaliste gümnaasiumide kõrval täieõiguslikeks üldhariduslikeks keskkoolideks. Kuna seda tüüpi koole vajati linna majanduse, kaubanduse ja tööstuse arengu ergutajana, võttis ka Tallinna linnavõim suuna reaalkooli rajamiseks. Olulise tõuke reaalkooli rajamiseks andis Balti raudtee ehitus – vajati tehnikatundvaid spetsialiste. Et kooli avamisega n-ö kindla peale minna, seoti kooli asutamine Peeter Suure 200. sünnipäeva ja tema nimega. **1881. aastal asutatigi saksa õppekeele Tallinna Peetri Reaalkool.**

Uue poeglaste kooli avaaktus toimus 20. augustil 1881. aastal. Võeti vastu 29 poissi, kellest suurem osa olid sakslased. Õppetöö algas üüritud ruumides Lai tänav 49, kuid juba **1883. aastal valmis uus, praegune uusklassitsistlik koolihoone Estonia puisteel.** Uue hoone projekti autor oli Max Hoepfener, kuid kui ehitamiseks läks, liitus linnaarhitekt Carl Jacoby. **See oli esimene hoone Tallinnas, mis ehitati konkreetselt koolitöö tarvis.** Õppetöö selles majas on järjepidevalt kestnud tänaseni, kuigi kool on kandnud erinevaid nimesid ja õppekorralduski on aegade jooksul muutunud. Aga muutumatuks on jäänud kooli suunitlus: tähtsad on reaal- ja loodusained ning suur osa õpilastest läks ja läheb ka nüüd edasi õppima kõrgematesse tehnilistesse õppeasutustesse.

Tallinna Reaalkoolile on omane **Reaali Vaim**, mida veidi teistsuguse nurga alt mõtestab lahti reaalkooli vilistlane Henn Saari. Ta avab Reaali Vaimu läbi kolme komponendi, mille all ta mõtleb reaali vaimu lätteid – keskmisest kõrgem õpetajate legendaarsusaste, tavalisest sügavamale ulatuv ühistunne ja ainulaadsete sümbolkommete palett.

**Realisti kolm tunnust – müts, sõrmus ja märk** – antakse õpilastele kindla tseremoonia alusel vastavalt 10., 11. ja 12. klassis. Sõrmuse ja märgi kättesaamist tähistatakse pidudega. Sada päeva enne lõpetamist tantsivad pidulikes kleitides ja ülikondades abituriendid ballil ning viimasel koolipäeval helistavad rahvariietes lõpukella. Reaalkooli sünnipäeva peetakse igal aastal 29. septembril ühise sünnipäevatordi söömisega. Igal talvel toimub gümnaasiumi-õpilastele teatrikülastus ühte väljaspool Tallinna asuvasse teatrisse. Oluline koht on Reaalkoolis muusikal ja spordil. Koolis tegutsevad poiste-, laste- ja segakoor ning mitmed ansamblid. Kevaditi toimub vilistlase Georg Lurichi sünniaastapäevale pühendatud Reaali Ramm, et välja selgitada kooli mitmekülgseim rammumees. Lisaks toimuvad aasta jooksul klassidevahelised jõukatsumised erinevatel spordialadel. Kõik traditsioonid, sümbolid ja üritused aitavad tugevdada Reaali Vaimu ja hoida reaalikaid ühtsena. **Alati kehtib deviis: üks kõikide, kõik ühe eest!**

Tallinna Reaalkool on suutnud üles ehitada omanäolise, reaal- ja loodusainete poole kalduva õppekava, mis ei hõlma ainult gümnaasiumiosa, vaid rakendub juba esimesest klassist alates. Alklassides on rakendunud nn R-õpe, mis on läbi põimitud teiste riiklikus õppekavas ettenähtud õppeainetega. R-õpe tähendab loodusteaduste rõhuasetusega ja praktilise meetodiga emakeele- ja käsitöötunde, rääkimata matemaatika ja loodusõpetuse tundide kasutamisest. Neid tunde, mis toimuvad keskmiselt üks kord nädalas, viivad läbi ka loodusteaduste, tehnoloogia ja tööõpetusega seotud nn „suure maja õpetajad“. Põhikoolis on huvilistel võimalik osaleda matemaatika, füüsika, keemia ja ökoloogia valikutunnis. Nii nagu inglise, vene, prantsuse ja saksa keeles, on rühmatunnid ka 7. klassi loodusõpetuses ja bioloogias ning 8. ja 9. klassi füüsikas.

Kooli traditsioonilisest, reaalainete kallakust lähtuvalt on gümnaasiumi õppekava eesmärgiks süvendada õpilaste huvi loodus- ja reaalainete vastu ning tõsta õpilaste matemaatika- ja loodusteaduslikku pädevust. Selle võimaluse loovad kõik õppesuunad ja suur hulk valikaineid, kus on põhiohk praktiliste teaduslike oskuste arendamisel. Tihe koostöö kõrgkoolidega on toonud õppejõud kooli ja võimaldab kasutada ülikoolide laboreid. Oluline läbiv teema kooli õppekavas on *realica*, millega süvendatakse kooli ajaloo tundmist ning seostamist Eesti Vabariigi ajalooga.

2017. aasta sügisel avati uus gümnaasiumiastme õppesuund: reaal-meditšiini õppesuund, mille kaudu saavad õpilased kujundada parema arusaamise inimese anatoomiast ja füsioloogiast, organismides kulgevatest protsessidest ning tervisekäitumisest. Õppesuuna väljatöötamisel ja rakendamisel tehakse koostööd Eesti tervishoiuasutustega.

2017. aasta septembris õpib selles majas 979 õpilast. Põlvkonnad vahetuvad, kooli traditsioonid ja realistide põhihoiakud – saada võimalikult head haridust, saada võimalikult head reaalharidust sellest majast – püsivad. Reaalkooli õpetajaskond annab selleks oma parima.

Tallinna Reaalkooli tegemistest saab lugeda aadressil [www.real.edu.ee](http://www.real.edu.ee).

*„Palju toredaid mõtteid ...“*

## Eessõna

2014. aasta sügisel istus Tallinna Reaalkooli ajaloolises direktorikabinetis koos grupp reaal- ja loodushariduse pärast südant valutavaid kooliinimesi, kes otsustasid haarata initsiatiivi ja reaalselt kõneleda reaal- ja loodusainete õpetamise ja õppimise kitsaskohtadest Eesti Vabariigis. Kohe alguses võeti eesmärk pakkuda ka häid metoodilisi lahendusi õppetöö korraldamiseks ja rikastamiseks nendes ainetes. Tänu headele partneritele Eestist ja välisriikidest (Belgiast, Kanadast, Taanist, Ühendkuningriigist) toimus 2015. aasta septembris Tallinna Reaalkoolis esimene reaal- ja loodushariduse konverents, mis oli pühendatud direktor Gunnar Polma mälestusele. Juba esimese konverentsi lõpus anti lubadus, et kahe aasta pärast kohtume taas.

15.–16. septembril 2017 Tallinna Reaalkoolis toimuvale teisele rahvusvahelisele reaal- ja loodushariduse konverentsile on jällegi oodatud haridustöötajad, üliõpilased ning haridusasutuste partnerid. Konverentsil on kolm suurt rõhuasetust: kooli ja partnerite koostöö, lõiming ja interdistsiplinaarsus ning õpitulemuste hindamine. Konverentsiga soovime innustada õppima ning õpetama reaal- ja loodusaineid.

Eesti Vabariigi president Kersti Kaljulaid on öelnud: „Teadusele mõtlen viimasel ajal väga palju, sest maailm kasvatab inimesi, kes ei tee vahet teadusel ja pseudoteadusel. Väga oluline on aidata inimestel eristada teadust meelelahutusest. Tänapäeval, kui arvestatav osa inimestest on harjunud iga aasta alguses aastahoroskoopi ootama, on väga tähtis võidelda lapiku maailma teooriate vastu.“

Gunnar Polmal oleks kindlasti huvitav ja intrigeeriv lugeda arvamusi lameda maa teooriast, millest viimasel ajal ajakirjanduses palju juttu on olnud. Väljaandes Telegramm kirjutatakse: „Kas sa oled kunagi mõelnud, et kust sa tead seda, et Maa, millel sa elad, on ümmargune? Kas sa teadsid, et meie tsivilisatsiooni esimesed 4000 aastat uskusid kõik viis suuremat religiooni, et Maa on lame ja liikumatu ning meie kohal võlvub kuppel? /.../ Kas sa oleksid valmis kaaluma võimalust, et Maa ongi lame ja kogu rahvusvaheline kosmoseprogramm on fars?“

Mida sellest kõigest arvata? Loodusteadlastena on meie jaoks loomulikult tegemist meelelahutusega ja me tahame loota, et seda laadi teooriaid Eestis ei usuta ja inimesed niisuguste uudiste lugemiseks aega ei raiska. Ometi – tegelikkus näitab, et on kuulajaid isegi nendele, kes soovivad ravida lapsi sooda või väävelhappe vesilahusega.

Loodan, et muutunud õpikäsitus jääb ikka tuginema teaduslikele tõdedele ja hakkab kasvatama ka noortes soovi ja tahtmist saada õpetajaks.

Head konverentsil osalejad!

Soovin meile kõigile jõudu, tarkust ja tarmukust kasvatada noortes teadlikkust loodusseadustest ning usku ja armastust teaduse vastu. Et meie lapsed ikka teaksid, et üks pluss üks on kaks ja gloobus on maa mudel. Nii taandub pseudoteadus.

**Ene Saar**

**Tallinna Reaalkooli direktor**



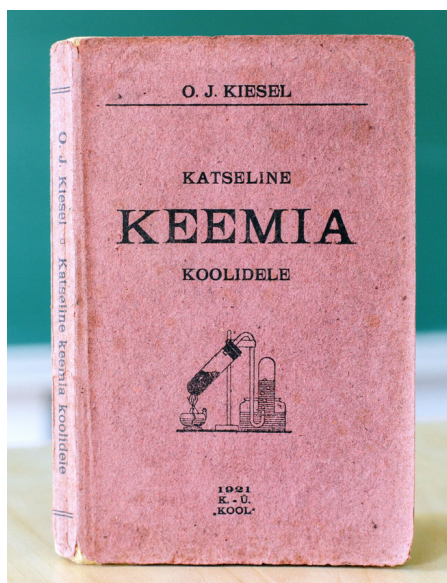
## Eesti Teadusagentuur

Eesti Teadusagentuur on Haridus- ja teadusministeeriumi haldusalasse kuuluv sihtasutus, mis on asutatud avalikes huvides riikliku teaduspoliitika elluviimise toetamiseks ning nähtav partner teadlastele, teadusasutustele, ettevõtjatele ja riigile.

- Toetame teadlasi, pakkudes rahastusvõimalusi erinevateks teadustöö vajadusteks.
- Esindame Eestit erinevates rahvusvahelistes organisatsioonides, koordineerime koostööprogrammides osalemist ning toetame rahvusvahelist koostööd nii nõustamise kui rahastamise abil.
- Analüüsime teadusteavet ja rahastamisotsuste mõju, hindame uurimistoetuste kasutamise tulemuslikkust ja mõju ning teadusliku info avalikku kättesaadavust.
- Pakume tuge Eesti Teaduse Infosüsteemi (ETIS) kasutajatele, mis koondab informatsiooni teadus- ja arendusasutuste, teadlaste, teadusprojektide ning erinevate teadustegevuse tulemuste kohta.
- Toetame Euroopa struktuurifondide toel Eesti teaduse muutumist rahvusvahelisemaks, teadlasmobiilsust, teaduse tegemist ühiskondlike ja sotsiaal-majanduslike probleemide lahendamiseks ning soodustame rakendusuuringuid nutika spetsialiseerumise valdkondades.
- Viime ellu tegevusi, mis aitavad tekitada noortes inimestes huvi teaduse, tehnoloogia, inseneeria ja matemaatika vastu. Pakume tuge ja motivatsiooni teaduse populariseerijatele, õpetajatele, õpilastele ja üliõpilastele ning tõstame laiemat avalikkust teadusest ja selle olulisusest ühiskonnale. Koostöös mitmete heade partneritega korraldame iga-aastaselt **noorte leiutajate konkursi, õpilaste ja üliõpilaste teadustööde ning kasvatusteaduslike tööde riiklikke konkursse ning anname välja teaduse populariseerimise auhinda. Õpilaste Teadusliku Ühingu** kaudu leiavad noored tuge oma teadusehuvile ja võivad leida endale teadlasest juhendaja (noore uurija stipendium), kelle suunamisel edasi minna. Paljud meie tegevused koonduvad ja on nähtavad kevadisel **Õpilaste Teadusfestivalil**.

Lisainfo:

- loe lähemalt Sihtasutus Eesti Teadusagentuuri (ETAg) tegevustest: [www.etag.ee](http://www.etag.ee),
- ETAg teaduse populariseerimise osakond: [www.etag.ee/tegevused/teadpop](http://www.etag.ee/tegevused/teadpop),
- veebiportaali loodusteadustest, tehnoloogiast ja inseneeriast: [www.miks.ee](http://www.miks.ee),
- kontakt: [TeadPop@etag.ee](mailto:TeadPop@etag.ee).



### Otto Johannes Kiesel „Katseline keemia koolidele“ (1921)

„Katseline keemia koolidele“ on määratud käsiraamatuks õpilastele: lühidalt ja kokkuvõetult on korratud see materjal, mis tundides näitlik-katseliselt läbitöötatud.

Milgi viisil ei ole raamatu ülesanne keemiat raamatulikult õpetada.

Katse ja vaatlus ühes ilmuwuste loogilise seletustega, – need on keemia – õpiaine alused, mis tale kasvatulise ja üldharidulise tähtsuse annawad. [...]

Materjal on käesolewas raamatus nii korraldatud, et õpetaja järjestada võib seda ise õpilaste wõimise kohaselt.

## Ettekanne „Õpilase arengu vajadusi toetav õpe Eesti üldhariduskoolis Euroopa kontekstis“

Pille Liblik (Haridus- ja Teadusministeerium)

Euroopa Liidu Nõukogu hariduse ja koolituse valdkonna strateegiline koostööraamistik „Education and Training2020“ seab liikmesriikidele eesmärgiks tagada kvaliteetne kooliharidus ja võimalus õppes osaleda igale õpilasele. Üldhariduse valdkonnas keskendutakse neljale omavahel sidustatud põhiteemale: kooli kvaliteedi ja arengu toetamine, õppija arengu toetamise järjepidevus, õpetaja professionaalsus, võrgustike tegevused ja ressursikasutus.

Teemade käsitlemisel on oluline arvesse võtta, et lisaks tehnoloogiavaldkonna edenemisele peavad võimalikult kiiresti jõudma kooliharidusse kaasajased teaduslikud arusaamad inimkäitumisest ja psühholoogiast, mis keskenduvad mitmekesistele viisidele, et pakkuda kvaliteetset haridust eri taustaga õppijate vajadusi arvestades.

Kooli ja laiema hariduse kvaliteedi hindamine näitab, mil määral õppijad saavad oma arengus toetatud. Kvaliteedi hindamine ei ole ei Eestis ega üheski teises liikmesriigis eesmärk omaette. Õpetamine peab toetama õppimist, mille tulemuslikkus sõltub sellest, kuidas on õpilased kaasatud õppe korraldamisse ja kuidas antakse edenemise kohta tagasisidet. Perioodiliselt tuleb üle vaadata, kas vahendid, mille abil kooli ja hariduse kvaliteedi kohta tagasisidet antakse, on nüüdisaegsed. Eesti kontekstis saame infot kooli kvaliteedi ja õpilase arengu toetamise kohta välis- ja sisehindamise kaudu: ainealaseid akadeemilisi teadmisi ja oskusi hindavad eksamid, tasemetööd ja nende kõrval rahuloluküsimustikud, mille eesmärk on koguda tagasisidet õpilaste ja õpetajate õpistrateegiate ja -uskumuste kohta, ning üldpädevuste hindamise vahendid ja -metoodika. Õppijakeskse õppimise toetamiseks peab õpetaja teadma, kuidas ja miks õpilane õpib ning saama peegelduse ka enda tegevustele.

Enamikus Euroopa riikides on kasutusel kombinatsioon erinevatest kvaliteedi hindamise vahenditest. Kasutusele võetakse uusi siseriiklikke kvaliteedi hindamise vahendeid, aga põhjalikumalt tähelepanu pööratakse ka rahvusvaheliste uuringute, nt PISA tähenduslikumale tõlgendamisele ja tulemuste kasutamisele. Eesti mõistes tähendab see, kuidas tõlgendatakse ja mil määral tähtsustatakse riigieksameid ja kas nende kõrval on muid võimalusi koolide tõhususe hindamiseks. Meie e-hindamisvahendite ja tegevusnäitajate süsteem, samuti tasemetööde sisu arendus on tekitanud elavat rahvusvahelist huvi. Kõik liikmesriigid peavad oluliseks, et hariduse kvaliteedi hindamise käigus kogutud andmed oleksid sisult objektiivsed ja usaldusväärsed, avalikkusele arusaadavad ning võimaldaksid välja töötada võimalikult head lahendused, mis soodustavad õppijate võimekuse toetamist.

Autonoomses haridussüsteemis tähendab kvaliteedi kindlustamine, et seatakse eesmärgid ja võetakse vastutus nende saavutamise eest. Seda teeb iga liikmesriik vastavalt välja kujunenud tavadele ja süsteemile. Kui Eesti kooli ülesanne on võrdselt hariv ja kasvatav, noore ettevalmistamine loovaks, mitmekülgseks isiksuseks ning selleks vastava õppimist ja arengut toetava õpikeskkonna kujundamine, siis selle eesmärgi saavutamise kvaliteeti me ka mõõdame.

Paindlikuks ja avatud õppetegevuseks peab kool leidma õpetamisviisi, mille abil iga õpilane saaks parima õpikogemuse ja säilitaks usu oma võimetesse. Õpiteed võivad olla erinevad ja üksnes õpetajate, koolijuhtide ning lapsevanemate koostöös selgub parim toetusviis ja õiged otsused lapse arenguks. Õpilase tervikliku arengu toetamiseks on vaja hoida õppeprotsessis tasakaalus teadmised ja oskused selliste hoiakutega, mida ootab ühiskond tulevaselt kodanikult. Seejuures peetakse silmas kõige laiemat spektrit tuge vajavatest õpilastest – haridusliku erivajadusega, uus-sisserändajad, tagasipöördunud, õpilased, kes vahetavad kooli või õppekava jne. Õpilase arengu toetamisel kaasavas keskkonnas ei ole ühte mudelit, mis sobiks kõigile.

Varasemaga võrreldes tähtsustatakse õppija arengus järjest enam näiteks nn suvevaheaja kadu, mis tähendab, et sügisel kooli naastes saame aru, mil määral üht või teist on eelnevalt õpitud sügavamalt ja tähenduslikumalt. Eesti kontekstis toetab seda nt tasemetööde sooritamise tulevikus mitte kooliastme lõpus, vaid järgmise alguses. Eesti kogemusest on liikmesriikidele huvi pakkunud võrgustikutööd toetav algatus Huvitav Kool, tugispetsialistide süsteem ning Rajaleidja keskuste tegevus. Me oleme arendamas õppimist toetava hindamise aluseid ja korraldust, kus standardile vastavuse kõrval peame oluliseks ka õpilase individuaalselt arengut; taotleme, et õpetamine toimuks ühtsetel alustel, kuid oleks korraldatud erinevaid võimeid arvestades nt kehalises kasvatuses, lihtsustatud õppe korral; juhul, kui õpilasel on juba osa teadmisi ja oskusi omandatud (VÕTA). Eesti hariduspoliitilised suundumused õpilaste arengu toetamiseks on osa Euroopa hariduspoliitikast ja vastupidi – Eesti kogemust väärtustatakse Euroopa hariduspoliitilise raamistiku väljatöötamisel.



## Ettekanne „Õppekavast ning terviklikku mõtlemist toetavatest õppevormidest loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonnas“

Ülle Kikas (Tartu Ülikool, MTÜ Teaduskera)

Kaks aastat tagasi oli mul au rääkida loodus-, täppisteaduste ja tehnoloogia valdkonna (LTT) hariduse arengutest Tallinna Realkooli korraldatud sarnasel konverentsil. [Reaal- ja loodushariduse konverents Gunnar Polma mälestuseks. Koostanud Madis Somelar. Tallinna Realkool ja SA Eesti Teadusagentuur, Tallinn 2015, lk 10–11]

Mis on kahe aasta jooksul muutunud rohujuure tasandi tegija vaatevinklist vaadates?

Palju positiivset on korda saadetud huvihariduses ja klassivälises tegevuses. See kõik ei ole vähetahtis – avatud keskkonnas õppimise, huviringide ja võistluste kaudu avardub laste maailmapilt, kasvab motivatsioon LTT valdkonnas ise midagi korda saata ja võimekus kompleksseid ülesandeid ette võtta. Ka PISA näitab kõrgemaid testitulemusi nendel Eesti lastel, kes osalevad LTT tegevustes väljaspool tunde.

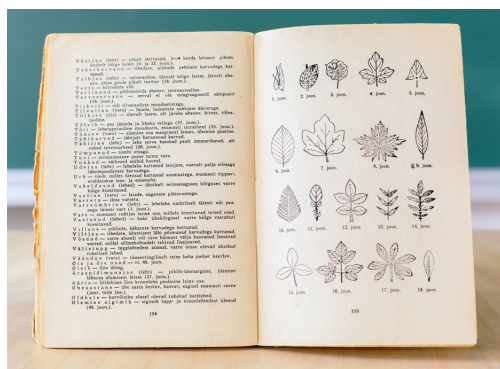
Kuidas on aga uus õpikäsitus ja LTT valdkonna lõimitud õpe juurdunud igapäevases õppetöös?

Riiklik õppekava toetab nii lõimimist kui üldpädevuste arengut kindlasti üldosa õpieesmärkide tasemel. Kuid ainekavade õppesisu ja -tulemuste tasemel on soovitusel üsna ebakonkreetsed ning kool ja õpetajad peavad ise välja mõtlema, kuidas „läbi viia projekt, soovitavalt koostöös mõne teise aine õpetajaga“. Seega sõltub uutemoodi õppimise juurdumine suuresti kooli õppekavast, õppetöö korraldusest ning muidugi õpetaja valmisolekust teistmoodi õpetada. Tähelepanekud olümpiaadidelt ja Uurimislaborist näitavad, et kooliti on õpilaste IT-oskused ning aineülene mõtlemine väga varieeruvad. Tundub ka, et uue õpikäsitus ning LTT valdkonna lõimingu praktiliseks elluviimiseks on seni pakutud vähe tuge nii õppematerjalide kui täiendkoolituste osas.

Käesoleva konverentsi töötubades tutvustatakse lähemalt kontseptuaalselt uusi õppematerjale arvutipõhiseks õppeks matemaatikas ning TÜ Teaduskooli Uurimislaborit, mis toetavad ainete lõimimist ja uue õpikäsitluse juurutamist.

Arvutipõhise statistika (APS) interaktiivsed õppematerjalid on süsteemne komplekt statistika ja tõenäosuse teemade õppimiseks põhikoolis ja gümnaasiumis. Esimene versioon valmis 2014. aastal. Nüüdseks täiendatud ja tehniliselt parandatud materjalid on kõigile kättesaadavad kodulehel [koolistatistika.ut.ee](http://koolistatistika.ut.ee). TÜ on ka teinud ettepaneku ministeeriumile muuta matemaatika ainekava arvutipõhise õppe võimalusi arvestades. Töötoas saab APS-õppematerjalidega tutvuda ning arvutipõhises tunnis õpilasena osaleda.

Tartu Ülikooli Chemicumis tegutsev Uurimislabor on 2016. aasta novembrist kuni 2017. aasta maini pakkunud loodusteaduste eksperimentaalset õpet ligi 1500 õpilasele. Eesmärgiks on anda praktilise õppe võimalus kõigile õpilastele, mitte ainult andekatele huvilistele. Õpilased tulevad Uurimislaborisse klasside kaupa ning osalevad 3- või 4-tunnises õppesessioonis, kus sageli uuritakse looduslikke objekte (muna, kartul, vesi, jm) bioloogia, keemia ja füüsika meetoditega. Metoodiliselt on oluline eksperimente siduv legend ning sessiooni lõpus tehtav kokkuvõte, kus õpilased saavad oma tulemusi arutada. Töötoas tutvustatakse katseid Uurimislabori munalaborist.



### Gustav Vilbaste „Taimemääraja koolidele“ (1936)

Uued keskkooli õppekavad nõuavad õpilastelt süvenemist kodumaa taimkattesse. Sellepärast peavad õpilased juba esimesest klassist peale koguma taimi, neid määrama kindlaks ja korraldama taimestikoguks. Et võimaldada õpilastele taimemääraja omandamist soodsamail tingimusi, tegi kirjastus allkirjutatule ettepaneku koostada määramis-käsiraamat, mis sisaldaks vaid harilikumaid kodumaal kasvavaid taimi ja oleks ka mahult väiksem; selle järgi muutuks ka hind odavamaks, mistõttu oleks võimalik raamatu levik laiematesse hulkadesse. See äratas muiski ringkondades kahtlemata huvi taimede vastu, mille tagajärjeks oleks üldiselt parem taimede tundmine.

## Ettekanne „Uudne lähenemine loodusainete ja matemaatika õpitulemuste välishindamisel“

Regina Multram ja Elle Reisenbuk (SA Innove)

„Eesti elukestva õppe strateegia 2020“ näeb ette hindamis põhimõtete muutumist ja „Üldhariduse välishindamise ülesanded, põhimõtted ja arendamise alused aastani 2020“ on seadnud eesmärgiks:

- suurendada õpitulemuste välishindamisest saadavat kasu õpilasele, õpetajale ja koolile ning riigile,
- tagada õpitulemuste mõõtmise usaldusväärsus ja hindamisvahendi jätkuva värskendamise võimalused,
- siduda erinevate mõõtmiste tulemused,
- tõsta infotehnoloogiliste lahenduste kasutuselevõttuga õpitulemuste välishindamise efektiivsust.

SA Innove arendab neid eesmärke Digipöörde programmi Euroopa Sotsiaalfondi tegevuse „Kaasaegse ja uuendusliku õppevara arendamine ja kasutuselevõtt“ raames. Eesmärgiks on võetud aastaks 2020 välja töötada viies valdkonnas (keel ja kirjandus, matemaatika, võõrkeel, loodusained ja sotsiaalsed) uuendatud tagasisidevõimalustega tasemetööde ja eksamite kontseptsioonid, prototüübid ning viia läbi uuendatud funktsionaalsusega e-testide katsetused.

Loodusvaldkonnas ja matemaatikas alustati tööd 2015. aasta sügisel õpetajate töörühmaga uute suundade väljatöötamiseks ja e-hindamise kontseptsioonide esmaste versioonide loomiseks.

Matemaatika I ja II kooliastme õpitulemuste välishindamise kontseptsiooni esmane versioon valmis koostöös Tartu Ülikooli ja Tallinna Ülikooli spetsialistidega. Kontseptsiooni arenduse ja prototüüpide väljatöötamisega tegeleb selle aasta suvest OÜ JukuLab.

Arendustöö loodusvaldkonnas hoogustus jõudsalt 2016. aastal, kui arendajatega liitus Tartu ja Tallinna ülikooli ühine töögrupp professor Margus Pedaste juhtimisel. Nüüdseks on ühiste jõududega valminud kontseptsioon koos hindamismudeliga, koostatud ülesanded ja testid ning läbi viidud nii eelkatsetamine kui katseline e-tasemetöö I ja II kooliastmes. 2017. aasta suvel alustasime uute suundade väljatöötamisega III kooliastmes ja gümnaasiumis Tartu ja Tallinna ülikooli ühise töögrupi eestvedamisel professor Miia Rannikmäe juhtimisel.

Loodusvaldkonna õpitulemuste välishindamine hakkab suunama koole nüüdsest enam pöörama õpetamis- ja õppimisprotsessis tähelepanu igapäevaelu probleemide lahendamisele ja uurimisoskuste arendamisele. Välishindamise arendustöö eesmärgiks loodusainetes on liikuda konkreetsete teadmiste ja spetsiifiliste oskuste hindamiselt üldisema loodusteadusliku kirjaoskuse hindamisele, mis annab võimaluse võrrelda õpilaste tulemusi eri kooliastmetes. Loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamine on rahvusvaheliselt ja ka meie riikliku õppekava järgi loodusainete õppimise ja õpetamise üldiseks eesmärgiks.

Loodusteaduslikku kirjaoskust kirjeldati arendustöö käigus kümne hinnatava tunnuse kaudu. Täiesti uudne on nende tunnuste hindamine. Uutes tasemetöodes liigutakse punkte ja koondtulemust arvesse võtvalt hindamiselt tasemepõhisele hindamisele. Iga tunnuse juures eristatakse igas kooliastmes kolme taset. Hindamise usaldusväärsuse tõstmiseks hinnatakse iga tunnust igal tasemel kahel korral.

Kuna arendustöö jätkub, võib esineda muutusi tunnuste sõnastamisel ning põhikoolis ja gümnaasiumiastmes võib lisanduda veel tunnuseid.

Uudne on ka see, et kõik testid on elektroonsed ja kõigis kooliastmetes peale I kooliastme on internetiotsingu ülesanne. Lisaks on muutunud tasemetööde läbiviimise eesmärk – see ei ole enam õppimist kontrolliv, vaid õppimist toetav vahend.

2017. aasta lõpus toimuvad uued katselised e-tasemetööd I ja II kooliastmes, 2018. aasta algul aga juba III kooliastmes.

## Ettekanne „Loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonna koostöine edendamine nii Euroopas kui Eestis – eesmärgid ja võimalused“

Terje Tuisk (Eesti Teadusagentuur)

Suur puudus loodus- ja täppisteaduste, tehnoloogia ja inseneeria valdkonna töötajatest on enamiku Euroopa riikide tänane reaalsus. Selle üheks põhjuseks tuuakse haridussüsteemi, mis ei motiveeri noori inimesi selles valdkonnas õppima ja tööelu alustama. Edasiõppimistee valikul peab noor aru oma sõpradega, kuulab vanemaid ja vaatab õppekavade tutvustusi, aga liiga sageli puudub edasiõppijal info, millised võimalused avanevad tulevikus, kui minna õppima näiteks füüsikat või matemaatikat. Nende ametite kohta ei oska noortele infot anda ka õpetajad ega karjääriinõustajad, kelledest väga paljudel puudub reaalne kokkupuude nende valdkondade sisulise töö ja sellega seotud ametitega.

Teisest küljest on keeruline täna ka karjääriinfot anda, kui tööde iseloom muutub kiiresti ja arvatakse, et 10–15 aasta pärast on 60% ametitest sellised, mida praegu veel olemaski ei ole. Mida kiirem on tehnoloogia areng ja innovatsioon, seda olulisemaks muutuvad reaalvaldkonna oskused ja teadmised. Seda on mõistetud igal pool maailmas ja kus rohkem, kus vähem, asutud ka midagi muutma.

### Koostöö Euroopas

Euroopas on loodud STEM<sup>1</sup> Koalitsioon (STEM Coalition), mille töös teadusagentuur Eestit esindab. Tegemist on võrgustikuga, mille eesmärgiks on tõsta Euroopas riigi, ettevõtjate ja haridussektori teadlikkust teaduse, tehnoloogia ja inseneeria olulisust ühiskonnas. Koos töötatakse selle nimel, et riigid looksid ja rakendaksid oma STEM-strateegiad, mis sobivad just nende haridus- ja majanduskeskkonnaga. Eesti jaoks on sellisesse võrgustikku kuulumine oluline, sest see annab meile võimaluse saada osa teiste riikide kogemusest STEM-valdkonna arendamisel, samas on mitmed meie tegevused Euroopa kontekstis uuenduslikud ja väärtuslik õppimiskogemus teistele riikidele.

### Koostöö üle-eestiliselt ja valdkondade-ülevalt

Loodus- ja täppisteaduste, tehnoloogia ja inseneeria valdkonna ühiseks edendamiseks haridusasutuste, kohalike omavalitsuste, ettevõtete ja riigi vahel on Haridus- ja Teadusministeeriumi ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt algatatud teadus- ja tehnoloogiapakt. Pakt on kokkulepe, millega liitumisel võetakse ühiseks eesmärgiks tõsta ühiskonna ja eriti noorte teadlikkust STEM-valdkonna olulisusest ning väärtustada seal töötamist. Pakti koostöövõrgustik pakub tuge ja uut infot oma tegevuste kavandamisel ning elluviimisel, võimaldab saada osa teiste liitunute parimast praktikast ning jagada oma kogemusi. Ühe tegevusena soovime järjest enam liikuda selles suunas, et siduda õppetööd süsteemselt ettevõtete igapäevategevusel põhinevate praktikatega, olgu selleks üksikud koolide õppekavadega haakuvad ülesanded ja teemakäsitlused, erinevaid aineid lõimivad praktilised õppeprojektid või ka lihtsalt ettevõtete külastused.

Kutsume haridusasutusi teadus- ja tehnoloogiapakti võrgustikuga liituma! Pakti eesmärkidega saab lähemalt tutvuda aadressil [www.etag.ee/TeadusJaTehnoloogiapakt](http://www.etag.ee/TeadusJaTehnoloogiapakt), samast leiab juhised liitumiseks. Pakti partnerite tegevustega saab tutvuda uuenenud [www.miks.ee](http://www.miks.ee) portaalis.

Ühine ka teadus- ja tehnoloogiapakti Facebooki grupiga aadressil [www.facebook.com/TeadusJaTehnoloogiapakt](https://www.facebook.com/TeadusJaTehnoloogiapakt). Nii hoiad ennast kursis tegevustega, mida teaduse, tehnoloogia ja inseneeria valdkonna edendamiseks tehakse.

<sup>1</sup> STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics (reaalteadused, tehnoloogia, inseneeria, matemaatika).

## Ettekanne „Kastist (klassist) välja: aineülesed õppekäigud“

Piret Karu ja Tiina Talvi (Tallinna Reaalkool)

Tallinna Reaalkooli õppekavas on kirjeldatud õppekeskkonna mitmekesistamiseks kavandatud tegevustena aineülesed õppekäike. Aineülesed õppekäikude süsteem pärineb 2011. aasta õppekavast ja seda on hiljem täiendatud. Õppekäikude süsteemi loomise eesmärgiks on loomida erinevaid õppeaineid ja pöörata rohkem tähelepanu üldpädevuste ning läbivate teemade arendamisele ([www.real.edu.ee/index.php/81-oppekaval/2766-oppekaik](http://www.real.edu.ee/index.php/81-oppekaval/2766-oppekaik)). Aineülesed õppekäigud on eesmärgistatud vastavalt kooli õppekavas olevatele ainekavadele. Õppekäik on fikseeritud ka seotud ainete ainekavades loimumisena.

Aineülene õppekäik kestab tavaliselt terve koolipäeva ja õppekäik kantakse e-kooli vastavalt ainetevahelisele kokkuleppele. Ainekavas oleva õppekäigu kirjelduses on fikseeritud loimuvad õppeained, seotud läbivad teemad ja üldpädevused, vajalikud õppevahendid ja finantseerimine. Õppekäikude läbiviimiseks kasutatakse RMK, loodusmajade jt organisatsioonide projektipõhiseid pakkumisi. Viimastel aastatel on koolivälist õpet toetanud Tallinna Haridusameti ja Lehola Keskkonnahariduskeskuse õppekäikude projektid.

I kooliastmes (1.–4. klass) toimub kooliaastas üks aineülene õppekäik, mille eest vastutab klassijuhataja. II ja III kooliastmes (5.–9. klass) toimub õppeaastas kaks aineülest õppekäiku. Üks õppekäikudest on eesmärgiga arendada kultuurilist identiteeti ja teine õppekäik on loodusharidusliku suunaga. Vastutab aineõpetaja koostöös klassijuhatajaga. Gümnaasiumiastmes toimuvad kooliastme jooksul järgmised õppekäigud: loodusteaduslik õppekäik, üldkultuuriline õppekäik (tavaliselt etenduse külastamine, muuseumide ja näituste külastamine), kultuurilooline õppekäik Vargamäele ja karjääri planeerimisega seotud õppekäik Tartusse.

Eriliselt hästi õnnestunud ja pika ajalooga on 7. klasside loodusainete õppepäev Harku metsas, 9. klassi Põlevkivimaa külastus ja mitu korda toimunud uurimusliku õppe päev 10. klassile Aegnal.

Nende õppepäevade ettevalmistus nõuab aineõpetajatelt põhjalikku eeltööd ja ning head koostööd klassijuhatajatega. Õppepäevi valmistatakse ette mitmes bioloogia, geograafia või loodusõpetuse tunnis: õpilased jagatakse rühmadeks, määratakse rühmaliikmete ülesanded, tutvutakse tööülesannete ja kaardimaterjaliga, õpitakse määrajate ning mõõtmis- ja vaatlusvahendite kasutamist. Eeltööd tunnis tasub tähtsustada, sest mida parem ettekujutus on õpilastel välitööst, seda kindlamini nad ennast tunnevad ja ülesannete täitmine sujub mõnusamalt. Õppekäigu ettevalmistamisel pöörame tähelepanu ka õpperajal käitumise ja rühmaga liikumise reeglitele. Üheskoos vaadatakse üle õpperajale saabumise teekond ja võimalikud liiklusohhtlikud kohad.

Õppepäeval tegutsevad õpilased rühmana, õpetajad toetavad ja juhendavad, kuid lõpptulemuse eest vastutavad õpilased ise. Selleks, et õpilased saaksid süvenenult ettenähtud ülesandeid täita, peab olema aega olukorda sisselamiseks, vastutuse võtmiseks ja omavaheliseks suhtlemiseks.

Õppepäevad lõppevad kokkuvõttega. 10. klassi õppepäev lõpeb seminariga, kus iga rühm teeb uurimistulemustest ettekande. 9. klassi õpilased teevad rühmatööna esitluse või video. Harku õppepäev lõpeb õpimapi esitamise ja iga õpilane saab võimaluse rääkida oma õpielamustest. Õpilased saavad ka õpetajatelt suulist tagasisidet. Hinde kujunemisel võetakse arvesse rühma enesehindamist.

Õpilased hindavad õppekäike kõrgelt. Tuuakse välja õppekäikude kogemuslikku poolt, õpitu kinnistumist või hoopis tegeliku arusaamise tekkimist loodusnähtustest, võimalust teha koostööd klassikaaslastega, pingutamist heaks toimetulekuks ja eduelamust.

Aineõpetajaid motiveerib õppepäeva korraldama õpilaste loodusehuvi ja seikluslust, liikumine ja värske õhk, õpilaste rõõm hakkamasaamisest ja uutest oskustest ning mõnus koostöö kolleegidega.



## Ettekanne „GIS kooli“ ja „GeoMentor“ – haridusprogrammid koolidele“

Ranel Suurna (AlphaGIS OÜ)

Eesti üldhariduskoolidele suunatud „GIS kooli“ programm on algatatud AlphaGIS OÜ poolt koostöös ettevõttega Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc.), mis on maailma juhtivaim GIS- ja kaarditarkvara tootja.

„GIS kooli“ algatusega on tegemist osaga üleeuroopalisest programmist „Esri GIS School Program Europe“ ([www.esri.com/school-program-europe](http://www.esri.com/school-program-europe)), mille eesmärk on arendada õpilaste digitaalseid oskusi, motiveerida STEM-valdkonna (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) aine õpet ning edendada kaarte kasutades andmeanalüüsi ja ruumilise mõtlemise võimekust ning pakkuda tulevikuks karjäärivaliku võimalusi. Eesti koos teiste Baltimaadega on esimese kuue Euroopa riigi seas, kus programmi juurutatakse ning tänaseks on juba ca 20 üldhariduskooli ka algatusega liitunud.

Programmi „GIS kooli“ raames on Eesti üldhariduskoolidele tasuta kättesaadavad:

- maailmas enim levinud kaarditarkvara ehk ArcGIS Online'i pilveteenus koos valmiskaartide ja rakendustega (sh eesti- ja venekeelne kasutajaliides),
- andmekihid ja kaardid (maailm, Eesti),
- õppematerjalid ja koolitusprogrammid õpetajatele,
- „GeoMentor“ avalik portaal koolide ja õpetajate nõustamiseks spetsialistide poolt ([giskoolis.maps.arcgis.com](http://giskoolis.maps.arcgis.com)),
- tehniline tugi ja nõustamine koolide kontaktisikutele ja sellega seotud administreerimine.

Täpsem info „GIS kooli“ programmi ja sellega liitumise kohta on leitav aadressil [www.alphagis.ee/koolitus/gis-kooli-programm](http://www.alphagis.ee/koolitus/gis-kooli-programm).



Foto 1. ArcGIS temaatiline koolitus geograafia aineõpetajatele



## Ettekanne „Muutustest hindamises Soome 2016. aasta riikliku õppekava järgi“

Päivi Kousa (Maunulan yhteiskoulu ja Helsingin matematiikkalukio, Soome)

Ettekanne keskendub õpilase tegevuse hindamisele Soome 2016. aasta riikliku õppekava järgi ja selle rakendamisele *Maunulan yhteiskoulu* ja *Helsingin matematiikkalukio*'s. Praegune Soome riiklik õppekava gümnaasiumidele jõustus 2016. aasta augustis ning selles on oluline rõhk õpilase pideval ja mitmekesisel hindamisel.

*„Õpilase hindamise eesmärk on suunata ja julgustada õppimist ning arendada enesehindamise oskusi. Õpilaste õppetööd tuleb hinnata mitmekülgset.“*

Samuti on õppekavas rõhutatud, et numbrilise hinne panemine on üks võimalus hindamiseks, kuid siiski ainult üks mitmetest võimalustest. Regulaarselt peaks kindlasti kasutatama ka tagasisidestamist õpingute vältel (vastupidiselt lõpptulemuse hindamisele) ja õpilaste omavahelist üksteise hindamist.

Mida see praktikas tähendab? Mida nõuab see õpetajalt, mida õpilaselt? Kuidas seada eesmärke ning koostada ülesandeid, mis aitaksid kaasa selle protsessi elluviimisele? Praegusel digiajal on paljuski abiks tehnoloogia ja erinevad digitaalsed õppeplatvormid, mis aitavad kaasa uute eesmärkide saavutamisele. Samas tuleb jälgida, et digivahendeid ei kasutataks ainult selleks, et linnuke kirja saada, vaid et neil oleks ka tegelik pedagoogiline kasutegur. Samuti sätestab Soome riiklik õppekava, et õpilase õppimissoovi kaardistamine ja hindamine aitab õpetajatel ja kooli kogukonnal mõõta hariduse efektiivsust.

Mida tähendab see meie kooli õpetajatele? Kuna Soomes puudub välishindamise süsteem, siis tähendab see vajadust tõhusamaks sisehindamiseks – enda töö ja eesmärkide hindamist. Kuidas veenda õpetajaid realselt aega võtma ja sellesse aspekti pühendumisele? Lõpuks taandub kõik sellele, et pedagoogidel tuleb mõista, et uus lähenemine õpilaste hindamisele tähendab uut õppimisprotsessi ka neile endale. Kõige keerulisemaks selle juures võib osutuda õpilastega uute asjade koos avastamine ja aktsepteerimine, et selles protsessis ei ole nad ise eksperdid.

### Maunulan yhteiskoulu ja Helsingin matematiikkalukio

Helsingi matemaatikagümnaasium on erakool, mis pakub 16–19-aastastele õpilastele süvendatud reaal- ja loodusharidust. Helsingi matemaatikagümnaasium on 1995. aastal Maunula kooli juurde asutatud osakond. Maunula kool ise tegutseb 1913. aastast alates. Matemaatikagümnaasiumis on suurim valik erinevaid matemaatikaalaseid kursusi terves Soomes. Igal aastal võetakse katsete alusel sinna õppima 31 õpilast.

Helsingi matemaatikagümnaasiumi õpilased saavad lisakursuseid matemaatikas ja loodusteadustes, nad õpivad teadustööd sooritama ning samuti kuulub nende õppekavasse interdistsiplinaarseid aineid. Õpilased on edukad nii riiklikel reaal- ja loodusteaduste võistlustel kui rahvusvahelistel matemaatika ja informaatika olümpiaadidel.



### Andrei Tomberg „Esimesed praktilised tööd keemiast“ (1924)

*Käesolev raamat tahab olla abiraamatuks neile, kes anorgaanilist keemiat mingi raamatu järgi õpivad. Et ainult teoreetiliselt mitmesuguste keemiliste nähtustega tutvumisel aine käsitlemine pealiskaudseks jääb ja küllalt selget pilti ei anna nende nähtuste üle, tahaksin käesoleva raamatuga osalt abiks olla nende puuduste kõrvaldamiseks ja ühes sellega ka virgutada keemia-õppijaid iseseisvale tööle ja keemiliste nähtuste hindamisele.*

*„Palju toredaid mõtteid ...“*

## Ettekanne „Geograafia ja bioloogia. Keskkonna tundaõppimine vaatlusmeetodi abil“

**Bart de Wolf (Lyceum Sancta Maria, Holland)**

Bioloogial ja geograafial on palju ühist, mõlemad on pühendunud planeet Maa ja selle asukate uurimisele. Samuti on mõlemat ainet väga lihtsalt võimalik lõimida paljude teiste valdkondadega, bioloogid teevad koostööd keemikutega ja füüsikutega, geograafid peamiselt ajaloolaste ja majandusteadlastega. Käesoleva konverentsi ettekandes pühendun siiski põhjustele, miks Sancta Maria Lütseumis on otsustatud lõimida just bioloogiat ja geograafiat.

Bioloogia ja geograafia mõlema tuumaks on terviklik lähenemine süsteemile. Geograafid seostavad ühiskondlikke suhteid loodusliku keskkonnaga ning ammutavad selle jaoks materjali nii ajaloost kui majanduse printsiipidest. Bioloogid seevastu uurivad elu igal võimalikul mõõtmel molekulidest biosfääriini. Just selle laia haarde tõttu kulub Hollandis vähemalt viis aastat, et õpilased saaksid selgeks põhitõed. Isegi kolleegid naljatavad, et me õpetame kõigest natuke, aga mitte millestki kõike.

Mis aga juhtub siis, kui kaks sellist ainet kokku panna? Kas kahekordne maht muudab õpetuse hoomamise võimatuks? Oma koolis oleme otsustanud keskenduda mõlema aine ühisele eesmärgile, milleks on õpetada noor maailma jälgima. Teadmiste omandamine ei ole meie peamine eesmärk, oluline on õpetada õpilasi armastama kogemust, mille võtab hästi kokku Marilyn Vos Savanti ütlus: „Selleks, et saada teadmisi, peab õppima, aga selleks, et omandada tarkust, tuleb vaadelda.“

Kui Sancta Maria Lütseum kandideeris UNESCO ühendkoolide programmi, andis kooli juhtkond kõigile ainevaldkondadele ülesandeks oma äranägemise järgi luua õpilastele huvitav õpikogemus. Geograafid ja bioloogid leidsid kiiresti ühise keele ning sündis otsus korraldada õppereis Islandile. Kõige olulisemateks märksõnadeks said seiklus, uudishimu ja hämmastumine. Me tahtsime, et õpilased õpiksid maailma nägema teadlase pilguga ja mõistaksid, kui huvitav see on. Õhtusöögi valmistamine kuumaveeallikas ja suplemine sooja veega jões annab suurepärase aluse õppimaks geotermaalenergiat ja selle mõju saareriigi floorale ja faunale.

Selle koostöö käigus õnnestus meil õpilastele näidata, kui lõbus võib õppimisprotsess olla ning samuti oli see äärmiselt meeldejääv kogemus õpetajatele. Oma ettekandes püüan teiega jagada samasugust entusiasmi, millega kogu projekt läbi viidud sai.

### **Sancta Maria Lütseum**

Sancta Maria Lütseum tegutseb Haarlemi linnas Hollandis. Kool asutati 1931. aastal tüdrukutele mõeldud katoliku koolina, täna on tegemist segaõppeasutusega, kus õpib 1500 erineva taustaga õpilast vanuses 12–18.

Sancta Maria Lütseum pakub õpilastele kahte erinevat õpiprogrammi sõltuvalt sellest, kuidas õpilane plaanib oma haridusteed jätkata. Lisaks üldistele ainetele saab keskenduda akadeemilise teadustöö meetodite harjutamisele või ladina ja vanakreeka keele õppimisele. Samuti pööratakse eraldi tähelepanu õpilastele, kes on andekad muusikas või spordis.

2016. aastal võeti Sancta Maria Lütseum UNESCO ühendkoolide võrgustiku liikmeks. Nimetatud võrgustik koondab umbes 10 000 erinevat haridusasutust eesmärgiga toetada inimestevahelist paremat läbisaamist, kultuuridevahelist dialoogi, jätkusuutlikku arengut ja rahu maailmas.

Sancta Maria Lütseum püüab kooliga seotud tegevusi võimalikult palju siduda päriseluga, nii korraldatakse pidevalt väljasõite, õpilasvahetusi ja osaletakse mudel-ÜRO sessioonidel. Samuti on õpilastel võimalus õppida rahvusvahelistele keeletestidele suunatud tasemega inglise ja prantsuse keelt.

Igal aastal toimuvad koolis maailmakodanikuks olemise päevad, mille raames õpilased saavad uusi teadmisi inimõiguste, jätkusuutliku arengu ja kultuuridevahelise suhtlemise valdkondades. Sageli on külalisteks inimesed Amnesty Internationalist, Greenpeace'ist ja LGBT kogukonnast.

Oma tegevuses püüdleb kool selle poole, et lõpetajatel oleks tulevikuks olemas vajalik teadmiste- ja oskustepagas, millega olla hooliv ja keskkonnasõbralik maailmakodanik.

## Ettekanne „Kas ühiskondade tekke ja arengu mõistmiseks on vaja teadmisi bioloogias?“

Kersti Veskimets (Tallinna Reaalkool)

Miks kuulub tänapäeva rikkus ja võim Euraasiast pärit rahvastele? Teame hästi, et põllumajanduse tekkest kasvasid välja riigid, kuid miks üldse hakati kunagi toiduaineid kasvatama, kui on teada, et kütid-korilased kulutasid palju vähem aega elatise hankimiseks kui põllupidajad?

Vastus: kunagise Mesopotaamia alal, kus gaselle ja kitsi kütiti väga intensiivselt, algas nende arvukuse langemine, see põhjustas kõrreliste lopsakama kasvu ja inimesed leidsid suureteralistes kõrrelistes – nisu ja oder – valgurikka toidu. Seda oli kergem saada kui väheks jäänud gaselle küttes. Esialgu korjati neid vaid loodusest, kuid paikseks jäämise seoses tekkisid esimesed „aiamaad“ – käimlakohad, süljelarakad, millesse oli sattunud seemneid.

Samas taimed kaitsevad oma seemneid ärasöömise eest mitmel erineval moel, nt kõrrelistel on vajalik, et terad küpsena kohe variseksid, et neid keegi mugavalt kätte ei saaks. Metsnisul ja -odral takistab ühe geeni mutatsioon terade varisemist, inimesed said just selliseid mutantseid vorme hästi kätte. Nii tegid inimesed looduslikus valikus täieliku pöörde: edukas geen kõrvaldati ja mutantne levis. Nisu- ja odrasordid on kõik sellest ajast mutantse geeniga. Kas see on geenitehnoloogia?

Miks ei tekkinud maaviljelus nii viljakates piirkondades nagu California, Euroopa, Edela-Austraalia, lähisekvatoriaalne Aafrika? Vajalik on terve pakett looduslikke taimi, mis varustaksid nii süsivesikute, valkude, õli kui kiududega, mida kõike leidis vaid Mesopotaamia aladel. Kütid-korilased ei saa kodustada ainult ühte või kahte taime ja siis lõpetada rändlemist. Mesopotaamia alal oli välja kujunenud korralik pakett: 3 teravilja, 4 kõrge valgusisaldusega kaunvilja, 1 kiu- ja õliallikas – lina – ning 4 kodustatavat looma: kits, lamma, siga, veis.

Miks loomade kodustamine lõppes juba 4500 aastat tagasi? Miks ei ole kodustatud kõiki rohusööjaid suuri loomi? Ka siin on vastused loomade füsioloogias ja etoloogias. Kõik loomad, kelle puhul see oli võimalik, on tänaseks kodustatud. Näiteks gasellide mittekodustamise põhjus on nende vähemalt kilomeetripikkune kiirjooks pulmamängus, ilma milleta sugurakud ei küpse ja järglasi ei saa.

Miks Austraalias ei kodustatud ühtegi looma, Ameerikas vaid kaks, Euraasias aga arvukalt? Vastuse leiame evolutsiooniliste muutuste kiirust mõistes. Inimkonna häll on Aafrika, seal kujunes paari miljoni aasta jooksul välja nüüdisinimene, *Homo sapiens*, kes suutis tappa kaugelt – noolega. Loomad, kes kaks miljonit aastat elasid samas elupaigas inimestega, kohastusid sellega, et inimest peab kartma juba väga suures kauguses. Nii säilisid Aafrikas suurimetajad – nad hoidusid inimesest eemale.

Umbes 50 000 aastat tagasi olid inimestel juba nii head küttemise vahendid, et nende arvukus kasvas, leviti Austraaliasse, Ameerikasse, kus loomad ei kartnud inimest ja tulemuseks oli kõigi suurloomade täielik väljasuretamine, sest loomade kohastumused ei saa kujuneda nii kiiresti. Nad ei õppinud inimest kartma. Aborigeenidele ja indiaanlastele ei jäänud kedagi, keda oleks saanud kodustada. Ja kui ei ole kodulooma, keda vankri ette rakendada, siis ei tule ka mõtet ratast leiutada. Põllundus oli vaevaline või puudus üldse (nt Austraalias). Siit ka põhjus, miks ühiskondade areng kulges väga aeglaselt.

Miks aastaks 1500 olid Euraasiast pärit rahvastel nakkushaigused, eelkõige millega alistati suuharud mujal maailmas? Miks Ameerikas elavatel rahvastel puudusid nakkushaigused? Vastus on taas bioloogias: paikseks jäämine tõi kaasa kooselu esimeste koduloomadega (kitsed ja lambad), mis omakorda tõi kaasa esimesed nakkushaigused. Patogeensetel viirustel ja bakteritel kujunesid mutatsioonid, mille abil loomadelt inimesele levida. Suuremate asulate ja linnade teke koos nende ümbruse reovetega kiirendasid nakatajate levikut. Toimus tugev looduslik valik – ellu jäid ja rohkem järglasi jõudsid saada need inimesed, kellel oli juhuslik vastupidavus vastava haiguse suhtes. Ameerikat ja paljusid Vaikse ookeani saari vallutati suures osas nakkushaigustega, mida pärismaalased ei tundnud ega olnud kohastunud.

Miks ligi 50 000 aastat tagasi Austraaliat asustanud inimesed kaotasid oma oskused teha vibu ja nooli? Ka sellele ja paljudele teistele inimühiskonnas toimunud arengutele saame vastuseid, teades taimede, loomade ja pisikute geneetikat, füsioloogiat, kohanemis- ja kohastumisvõimet.

„Palju toredaid mõtteid ...“

## Ettekanne „Õpilaste karjääriteadlikkuse tõstmine teadusega seotud valdkonnas sidusrühmade koostöö abil“

Miia Rannikmäe (Tartu Ülikool)

Selleks, et lahendada probleeme, mis seostuvad energia, vee, jäätmekäsitluse, kliima muutuse, toidu, tervise ja transpordiga, vajab ühiskond senisest enam teadusega seotud valdkondades töötavaid noori. Need väljakutsed eeldavad loodusteaduslikult kirjaoskajate kodanike ja ühiskonna erinevate sidusrühmade koostööd. Tõenduspõhine ja õpilastele relevantne loodusteaduslik haridus loob aluse teaduses, tehnoloogias, inseneriteaduses ja matemaatilistes protsessides informeeritud otsuste tegemiseks.

Kuigi Eesti õppekava on kompetentsuste kujundamisele suunatud, on üksikõppeainete tasemel tihti domineeriv ainesisu omandamisele suunatud õpetamine, mis on põhjustanud löhe õpilaste ootuste, ühiskonna vajaduste ja kooli loodusteaduste õpetamise vahel. See on ülemaailmne probleem, millega kaasneb õpilaste vähenenud huvi loodusteadustega seotud karjäärivalikute tegemise suhtes. Teadusuuringud on näidanud, et õpilaste karjääriteadlikkust tuleb kujundada koolihariduses läbivalt, seejuures hilisemaks algusajaks loetakse põhikooli 6.–7. klassi; tihti on õpilastel kujunenud stereotüüpsed arusaamad loodusteaduslikust karjäärist ning oluline roll selles on, kuidas loodusteaduslike õppeainete õpetamine on koolis õpetatud, millised on olnud rõhuasetused ja kui palju tähelepanu on pööratud laiemate oskuste kujundamisele; ka ühiskonna liikmete, sh õpetajate teadlikkus loodusteadustega seotud kaasaegsest karjäärist ei vasta enam teadmispõhise ja innovatiivse ühiskonna nõudmistele.

Ettekandes antakse ülevaade hetkeolukorrast Eestis: milline on põhikooli õpilaste teadlikkus loodusteadustega seotud karjäärist, millised on nende huvid ja kui võrd on nad motiveeritud edaspidises elus loodusteadustega seotud elukutseid valima.

Loodusteadustega seotud karjääriteadlikkuse ja õpimotivatsiooni suurendamiseks tutvustatakse kontekstipõhist õpet, mille keskseks osaks on õpilastele relevantsete stsenaariumide, mis seostuvad loodusteadustega seotud karjääriks vajalike teadmiste ja oskustega. Stsenaariumi all mõeldakse ühiskonnas olulisele probleemile orienteeritud sõnalist konstruktsiooni, mis võib olla illustreeritud ka slaidide või videona. Stsenaariumid on loodud erinevate sidusrühmade ja õpilaste vahelises koostöös. Uurimistöö on näidanud, et õpilased hindavad stsenaariumite seotust igapäevaelu ja moodsa karjääri, mis suunab arutelu ja otsuste tegemise oskuste kujundamisele, vähem oluliseks peetakse ainealaste teadmiste omandamist.

Tuginedes Horisont 2020 projekti MultiCo raames läbiviidud rahvusvahelistele uuringutele, võrreldakse Eesti, Soome, Suurbritannia, Küprose ja Saksamaa õpilaste arvamusi ja hinnanguid stsenaariumitele. Analüüsidest stsenaariume, antakse õpetajatele metoodilisi soovitusi sotsiaal-konstruktivistliku õppeprotsessi läbiviimiseks.

Kasutatud materjal:

- European Commission (EC). (2010). Employers' perception of graduate employability. Analytical Report. Brussels: EC.
- Kang, J. & Keinonen, T. (2017). The effect of inquiry-based learning experiences on adolescents' science-related career aspiration in the Finnish context. *International Journal of Science Education*, 39, 12, 1669–1689.
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2011). Pipeline Persistence: Examining the Association of Educational Experiences With Earned Degrees in STEM Among U.S. Students. *Science Education*, 95, 877–907.

## Ettekanne „Tippsooritusest, sellega kaasnevast õppimise ja õpetamise ekspertisist Anders Ericssoni järgi“

Einar Rull (SA Innove)

Nagu juba ettekande pealkirjast võib aimata, on Anders Ericssoni näol tegemist fantastiliselt huvitava psühholoogiga, kellel on haridusele palju pakkuda. Anders Ericsson on ekspert sellel alal, mis teeb eksperdid ekspertideks ehk teiste sõnadega, kuidas kujuneb ekspertsooritus ja -teadmine.

Rootsi päritolu USA psühholoog Anders Ericsson on Florida ülikooli emeriitprofessor ja on oma pika elu jooksul läbi analüüsinud ekspertteadmiste ja -soorituse kujunemise paljudel elualadel. Teda on huvitanud, kuidas sportlastest saavad olümpiavõitjad, muusikutest rahvusvaheliste konkursside võitjad, maletajatest malemeistrid. Nende ideede rakendamine peaks aitama ka meie koolides õpilastel jõuda vabariiklike ja rahvusvaheliste olümpiaadide tasemele ning arendada oma karjääripädevuse rahvusvahelisse tippu.

Anders Ericssoni ideid on populariseerinud The New York Timesi teadusajakirjanik Malcolm Gladwell, kes on kirjutanud raamatu „Väljavalitud“, mis on ilmunud ka eesti keeles. Ta on muutnud populaarseks idee, et 10 000 tundi harjutamist võib meid teha maailmatasemel ekspertiks suvalisel alal. On vaja vaid 10 000 tundi asjaga tegelda. Anders Ericsson pole ise selles ülioptimistlikus seisukohas samavõrd kindel nagu Malcolm Gladwell ja on seda pikemalt põhjendanud möödunud aastal ilmunud ingliskeelses raamatus „Peak“. Kõigepealt see aeg varieerub erinevatel elualadel. Muusikutele võib 10 000 tundi kuluda ainuüksi selleks, et olla aktsepteeritud näiteks Berliini Muusikaakadeemia vastuvõtukatsetel. Teine 10 000 tundi tuleb harjutada kõrgkoolis õppides ning veel 5 000 tundi võib kuluda soolokarjääris tippu jõudmiseks. Ning mitte igasugune harjutamine ei vii meid tippu. Näiteks 10 000 tundi korvpalli mängimist ei tarvitse meid veel korvpalluritena tippu viia. Küll aga viib tõenäoliselt tippu 10 000 tundi individuaaltreeninguid oma nõrkade kohtadega tegelemiseks. Ehkki mängima peab ka, et oma nõrgad kohad üles leida ja hinnata individuaaltreeningute efektiivsust.

Sedasorti harjutamist võiks eesti keeles kutsuda läbimõeldud praktikaks (inglise keeles *deliberate practice*). Spordis on seda üritatud tõlkida sihipäraseks praktikaks, ehkki siht – olümpiamängude võitmine – on selle harjutamise oluline, kuid mitte ainuke osa. Kolmikhüppaja ei harjuta olümpiamängudeks ainult kolmikhüpet, vaid teeb palju teisigi harjutusi, mis aitavad nõrkade kohtadega soorituses tegelda. Tippasemel sooritamiseks on hädavajalik treeneri olemasolu, kes on ekspert sellel alal, milline treenimisviis on edukas ja millistes tingimustes treenimisviise varieerida. Sellesse valdkonda kuulub ka õpetaja ekspertis.

Muusikakooli tunnid on võrratuks eeskujuks, kuidas individualiseeritud tagasiside ja ülesannete kasutamisega igaüks kõige paremini edeneb. Seda kasutavad head õpetajad kujundava hindamise kontekstis. Eksperttase eeldab tegevustes automaatsuse teket, et teha töömälus ruumi keerukate küsimuste üksikasjadele. Eksperttase eeldab ökonoomseid ainealaseid ettekujutusi või ettekujutusi sooritustest, mis harjutamise käigus pidevalt täiustuvad. Ekspertid teevad vähem vigu, väsivad vähem ning näevad paremini suurt pilti. Millegi enneolematu, nn „Musta Luigega“ kokkupuutel kulutavad nad selle analüüsimisele rohkem aega, et lõimida uus informatsioon senistesse arusaamistesse. Eksperttaset sihiks seades harjutamine eeldab oma mugavussoonist väljumist ja homöostaasi kujunemist uuel tasemel. Ekspertid tunnevad ennast halvasti, kui nad pole saanud täie intensiivsusega harjutada.

Samas jäävad eksperdid ekspertideks ikkagi vaid oma valdkonnas, kus nad on 10 000 tundi kulutanud, sest neil on vaid selles valdkonnas vajalikud ökonoomsed ainealased representatsioonid ja automaatsused. Ehkki erinevate valdkondade eksperttasemetel saavutamises on ka üht-teist sarnast, millega Anders Ericsson tegelebki.

Et mitte langeda kiusatuse ohvriks olla ekspert igal alal, pühenduvad eksperdid teadlikult vaid oma kitsale alale ja kasutavad sellel püsimiseks head enesekontrolli. Samas ei ole see ala nii kitsas, et mitte olla paindlik keskkonnas toimivatele muutustele suhtes. Ekspertid kitsendavad ennast ja laenavad „hetke tunnetava mina“ heaolu arvelt, et „mäletav mina“ võiks ennast õnnelikumana tunda.

Samas jääb õpetaja roll kogu protsessis ikkagi keskseks, sest ainult tema valdab kogu õpetamisealast ekspertiisi. Selle tõttu nimetab ka Hattie õppimist toetavat hindamist õpetamist toetavaks hindamiseks, sest tagasiside on eelkõige õpetaja jaoks valikute tegemiseks.



## Ettekanne „Inimene piiridel: meetodist tervikuni“

Joonas Hellerma (Eesti Rahvusringhääling)

Sõna „meetod“ etümoloogia on seotud vanakreeka keelest pärit sõnaga μέθοδος, mida võiks lahtivõetuna tõlkida kui „teed millegi poole“. Võiksime öelda, et meetod on teekond, mis lahutab meid mingist teadmisesest või tulemusest. Nii on meetod õpetus sellest, kuidas mingeid tulemusi või teadmisi saavutada. Meetod õpetab meid ületama piire, minema teisele poole senituntut. Näiteks Aristotelese loengud, mis ei mahtunud tema loodust käsitletud traktaatide raamidesse (φυσική ἀκρόασις) nimetati hiljem metafüüsikaks – metafüüsika moodustasid käsitlused printsiipidest, mis tulevad „päras“ või „teispool“ loodust. Metafüüsilised arutlused lähevad üle looduse piiride, üritades saavutada teadmist kogu olemise kui niisuguse kohta. Aristotelese meetodi ehituskivid moodustasid ennekõike vaatlus ja loogikale toetuv arutlus. Aristotelese pärandit võiks vaadelda kui mitmekesisuse eeskujuna. Tema huvide laiahaardelisus hämmastab lugejaid siiani. Lisaks looduse uurimisele ja loogikale tegeles Aristoteles ka valdkondadega, mida täna nimetaksime täppisteadustega võrreldes pigem „pehmeteks“: poeetika, retoorika, eetika või poliitika. Kui Aristotelese loodusfilosoofia pakub tänapäeval huvi pigem teadus- ja filosoofia-ajaloolastele, siis teisiti on lugu „pehmete“ teadustega. Aristotelese eetika ja draamateooria on ka praegu üks tõsiseltvõetav võimalus õnneliku elu poole püüdlisel või mõjuva kunstiteose loomisel. Aristoteleselt on pärit ka kuulus lause, mille järgi filosoofia algab imestusest. Võiksime seepärast öelda, et meetodi lähtekohaks on imestuse olemasolu, küsimuse esilekerkimine. See ei ole ainult imestus ühe või teise fenomeni üle (mida imestus samuti on), vaid imestus kogu olemise kui sellise, oleva terviku üle. Imestus on teadmiste saavutamise universaalseks lätteks. Aristotellik igatsus teadmise järele on motiveeritud üldisest uudishimust, mida kannustab soov tunnetada universumit, loodust ja inimese kohta selles.

Oma ettekandes arutan selle üle, kuidas võiks tänases maailmas mõtestada mitmekülgset ja interdistsiplinaarsust. Kas antiikne imestuse vaim ja sellest lähtuv isiklik teekond teadmiste poole on elujõulised ka tänases hariduses? Mil moel vältida ühelt poolt killustumist ja pealiskaudsust kõige erinevamate valdkondade vahel ning teiselt poolt kapseldumist ja kinnisideelisust vaid ühe distsipliini kütkes? Olgu selleks matemaatika või keeled, füüsika või ajalugu, tehnoloogia ja kunstid – filosoofias on neid valdkondi püütud vaadelda terviklikkuse ideaalist lähtuvalt, käsitleda neid kui erinevad sümbolseid vorme, mille abil maailma kirjeldada, teda seletada ja täiustada, otsida teed eneseväljenduseks või tegutseda soovitud eesmärkide nimel. Kas me oleme aga võimelised mõtestama tervikuid nii, et suudaksime samal ajal alles hoida erinevused ja neis sisalduvad lõputud nüansid? Võib ilmselt öelda, et viimase poole sajandi filosoofias on enam tegeletud tervikute kritiseerimisega ja lõhkumisega kui nende otsimise või ülesehitamisega. Ometi olid oma terviku mõisted olemas nii Georg Hegelil (tõde on tervik), Martin Heideggeril (eksistents on tervik) kui Carl Jungil (hing on tervik). Kõik need traditsioonilised tervikukäsitlused sisaldavad ideaali inimisiksuse terviklikkusest. Sealjuures on kõigi nimetatud mõtlejate tervikukäsitlused sündinud teravas reaktsioonis modernse lääne kultuurikeskkonnaga, mis oma paljude hüvede kõrval toodab hingelist fragmenteeritust ja võõrandatust ning kurnab üha pealetükkivamalt looduslikku keskkonda.

Kui filosoofia ja paljude klassikaliste humanitaaralade ajalooline pärand on suursugusem kui nende käesolev hetkeolukord, siis reaalteaduste poolel on ilmselt jällegi suurem surve liikuda kaasa tormiliste arengutega ajastu nõudmistes tehnoloogiale ja teadmiste, mis taotleb pidevat progressi kõige erinevates rakendustes meditsiinist kuni tehisintellektini. See survestab ka haridusideoloogiat, mis peab ennast pidevalt kaasaja vajaduste ja põlvkondlike vajadustega kohandama. Ometi on selge, et kuitahes suured muutused meid oma elukeskkonna muutmisel ees ka ei oota, inimelul on piire, mida ükski keskkonnamuutus niipea ära ei kaota – olgu selleks kasvõi sünd ja surm, noorus ja vanadus, meie vanemad ja järeltulijad. Inimesel pole elus lõputult aega ja seepärast ei pruugi tema loodud ideed tervikust olla tingimata perfektsed ja ammendavalt tõeväärtuslikud. Aga ta vajab käsitlust ja suhet tervikuga just oma piiratuse, mitte piiramatus tõttu. Seetõttu on küsimus inimese meetodist, tema käidavast teekonnast talle antud ajas, omal kombel ajastuülene. Süvenemine erinevatesse valdkondadesse peaks lisaks konkreetsele erialale teenima ka valdkondadevahelist eesmärki: tugevdama ja intensiivistama inimese tervikutunnetust ja sellest lähtuvat isiksuse arengut, olgu selle arengu ilminguks siis antiigi vaimus imestus oleva kui terviku üle või mõni muu inspiratsioonivaldus.

## Töötuba „Kujundav hindamine – lihtne nagu matemaatika!“

Riin Saar (Tallinna Reaalkool, Tallinna Kesklinna Põhikool, Tallinna Reaalkooli vil! 119)

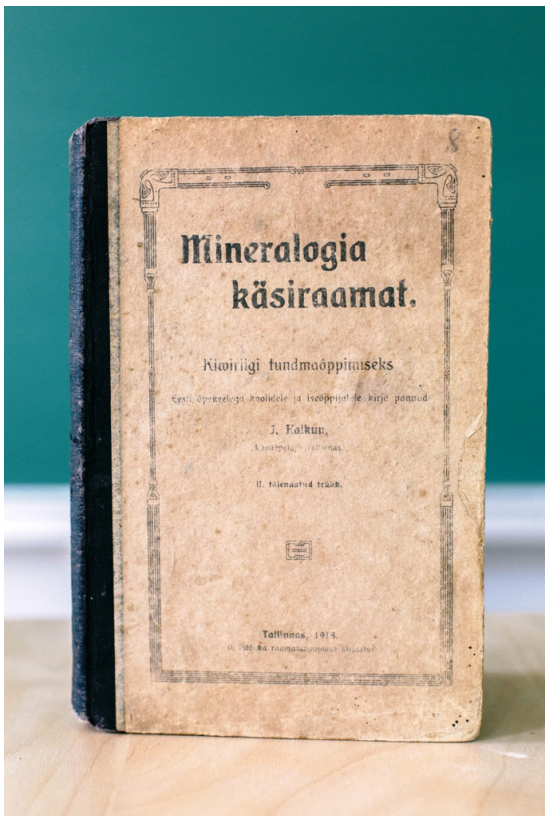
Töötoas antakse lühiülevaade kujundava hindamise kasutamisest Tallinna Reaalkoolis ning tuuakse praktilisi näiteid kujundava hindamise rakendamisest II ja III kooliastme matemaatikas. On mõistetav, et riiklikus õppekavas esitatud kujundava hindamise põhimõtteid kohandab iga kool, lähtudes oma õpetajate metoodilistest oskustest, kooli põhiväärtustest ning konkreetsete laste arenguks vajaminevatele tingimustele. Nii kujunes ka meie koolis välja just meie õpikogukonnale sobivaim hindamismudel.

Tallinna Reaalkoolis rakendatakse kujundavat hindamist alates 2011/2012. õppeaastast ja algaval õppeaastal on õppimisi toetav hindamismudel kasutusel kolmes kooliastmes (klassides 1–9). 5. klassist lisandub kujundavale hindamisele ka numbriline hindamine. Kujundava hindamisena mõistetakse tegevusi, mille abil kogutakse andmeid õpilaste eelteadmiste kohta ja antakse neile tagasisidet õppimise tulemuslikkuse kohta. Õpilasi motiveeritakse ja toetatakse edasisel õppimisel, aidates neil teadvustada oma vajadusi, seniseid saavutusi ning vajakajäämisi ja kavandatakse edasise õppimise eesmärgid ja teed. Oluline on, et õpilane mõistaks, mida ta õpib ja miks ta seda õpib ning et õpilane vastutaks ise oma õppimise eest (analüüsisid oma teadmisi ja oskusi ning arenguvõimalusi). Kõige selle juures oli selge ootus, et õppimine ei toimuks hinnete saamise eesmärgil.

Töötoas tuuakse praktilisi näiteid kujundava hindamise rakendamisest matemaatikas. Sealjuures:

- õpilaste eesmärkide püstitamine järgnevaks õpinguperioodiks,
- suulise ja kirjaliku enesehinnangu võtted,
- õpitulemustel põhineva tagasiside võtted,
- kirjaliku tagasiside võtted.

Lisaks tuuakse näiteid, kuidas saab õpetaja teha kvaliteetset kujundavat hindamist võimalikult optimaalse ajakuluga, kasutades infotehnoloogilisi vahendeid.



### Julius Kalkun „Mineralogia käsiraamat“ (1918)

*Kust kohast looduseõpetust koolis kõige sündsam oleks alustada, see on väga waieldaw küsimus, pole aga iseenesest kuigi tähtis. Kõige tähtsam juhtmõtte looduseõpetuse käsitamisel oleks: Tee aine õpilastele huwitavaks. Kõige mõnusam abinõu selleks on: wangista õpilaste tähelepanemist nähtustega otsekohe loodusewallast. [...] Looduseõpetuse siht koolides peab olema õpilasi harjutada, et nad loodusenähtusi oma jõul hakkaksid tähele panema, nende üle järele mõtleks ja neid kasutaks. Niiisugune siht aga ei luba õpetuse käiku õpeaine kindla läbiwõtmise-korra külge köita.*

## Töötuba „Teadus meie kätes – patsiendi DNA analüüs PCRi ja elektroforeesi abil“

### Rändav bioklass

Rändava bioklassi töötoast osavõtjad saavad kasutada klassikalisi ja tänapäeval ülivajalikke laboratooriumi töövahendeid: pipett, vortex, tsentrifuug, PCR-masin (polümeraasiahelreaktsioon) ning elektroforees.

- Pipett – vajalik vedelike aspireerimiseks (vedeliku sisse võtmiseks) ja vedelike väljutamiseks kindlates mikrokogustes.
- Vortex – vajalik lahuste segamiseks.
- Tsentrifuug – vajalik DNA, rakukultuuri või muu materjali sadestamiseks, samuti ka heterogeense lahuse komponentide eristamiseks.
- PCR-masin – polümeraasiahelreaktsiooni teostav masin, mille eesmärgiks on lahuses kindla päriliku materjali järjestuse replitseerimine, sisuliselt saadakse „nõelast heinakuhjas heinakübemed nõelakuhjas“. Põhineb kolmel tsükliil, mida korratakse keskmiselt *ca* 20 korda (pärilikkusmaterjali hulk kasvab eksponentsiaalselt ( $2^n$ )):
  - DNA denaturatsioon 95°C juures – DNA kaksikahela vahelised vesiniksidemed katkevad kõrge temperatuuri tõttu.
  - Praimerite seondumine 60°C juures – praimer on lühike DNA järjestus (*ca* 20–30 nukleotiidi), mis kinnitub spetsiifilisele temale komplementaarsele DNA järjestusele, et replitseerida analüüsitava löiku. 60°C on optimaalne temperatuur H-sidemete taastumiseks.
  - DNA süntees 72°C juures – antud temperatuuril kinnitub („leiab üles“) valk nimega DNA polümeraas praimerile ning sünteesib DNA üksikahelale komplementaarse ahela. Temperatuur on optimaalne spetsiifilise DNA polümeraasivalgu tööks, antud juhul on see võetud bakterist *Thermus Aquaticus*, mis on Yellowstone'i pargis leiduv kuumaveeallikabakter.
  - PCR reaktsioonisegu koostis:
    - DNA maatriks,
    - praimerid,
    - DNA polümeraas,
    - nukleotiidide segu,
    - puhver  $Mg^{2+}$ -ga – stabiliseeriv ühend DNA-le,
    - vesi.
- Elektroforees – meetod, mille puhul agarosgeelis kasutatakse ära elektrivälja mõju molekulide liikumisele ning molekulide liikumise kiiruse sõltuvust nende suurusest. Neid kahte ühendades saab eristada molekule (DNA, RNA, valk jms) lähtuvalt nende suurusest ning hiljem määrata näiteks DNA molekuli pikkuse (aluspaarides, bp) kaudu tema funktsioon.

Kõik osavõtjad saavad läbida individuaalselt teadusliku eksperimendi meie instruktorite ja lektorite juhendamisel. Eksperimendi eesmärgiks on määrata, kas teie patsiendil on mõni viirusliku haiguse tüvi – antud juhul väga levinud ning mitmeski vormis esinev inimese papilloomiviirus (HPV), kasutades varem nimetatud vahendeid.

Kõigil osalejatel on võimalus valida suvaliselt tähise järgi eri patsiendiproovide või tuubide vahel, milles leidis kas HPV-6, HPV-16, mõlema viiruse variantidega või täiesti terve patsiendi pärilikkusmaterjal. HPV-6, mis võib põhjustada soolatüükaid ja herpest, oli 125 bp suurune molekul ning HPV-16, mis võib põhjustada nii emakakaela- kui ka eesnäärmevähki, 660 bp pikkune. NB! Antud katsed on osavõtjatele täiesti ohutud – päris viiruste asemel kasutatakse bakteri plasmidi (kromosoomiväline DNA molekul), mis oli sarnase pikkusega.

Lisaks sellele eksperimendile räägitakse, kuidas sama meetodikat ning vahendeid saab ka muudes katsetes kasutada (isadustest, parasiitide tuvastamine, haiguste diagnoos) ning kõneletakse lühidalt DNA-st (organismide sarnasus geneetilises materjalis, DNA struktuur, molekulaarbioloogia keskne dogma, geenid jne).

## Töötuba „Interaktiivsed kaardirakendused alternatiivina esitlustele ja referaatidele“

Piret Karu ja Aile Poll (Tallinna Reaalkool)

Interaktiivsete kaartide ja veebikeskkondade kasutamine geograafia õppimisel ja ainevõistlusteks ettevalmistamisel on Tallinna Reaalkoolis tavapärase. Kasutades Google Mapi võimalusi, luuakse lihtsaid kaardirakendusi põhikooli 7. klassis ühistööna, 8. ja 9. klassis individuaalse ülesandena. Gümnaasiumiklassides omandatakse oskus kasutada ArcGIS Online tarkvara kaardijakirja, kaardiseeria või kaardiloo loomiseks. Mitmed õpilased on kasutanud kaardirakendusi uurimis- või loovtöö koostamisel.

Interaktiivsed kaardirakendused võimaldavad edastada asukohapõhist infot, neisse on integreeritud fotod, videod ja lingid täpsemale teabele. Seetõttu sobib kaardirakendusi kasutada õppeainetevahelises lõimingu, näiteks looduslikku mitmekesisuse, kultuurilooliste või majandusnähtuste kaartide loomine. Kaardirakendusi saab vaatajatele või ühiskasutajatele jagada teiste suhtluskanalite kaudu. „GIS kooli“ programmiga ühinenud Eesti üldhariduskoolidele on loodud ka ArcGIS Online organisatsioonikonto, kuhu õpetaja loob kasutajagruppe ning haldab õpilaste poolt loodud kaardimaterjali (veebikaardid jms). Kuna kaardirakendused võimaldavad koguda rohket informatsiooni, sobivad nad asendama referaate. Veebipõhiselt jagatud ja atraktiivsed kaardirakendused asendavad esitlusi ning võimaldavad ka õpilastepoolset vastastikhindamist ning tagasisidestamist. Kaardirakendusi luues omandab õpilane infootsingu ja -vormistamise, kriitilise mõtlemise, esitlemise ning koostöö oskusi.

Töötöas osalejad õpivad looma lihtsat veebikaarti keskkonnas Google My Maps. Kaardil võib kujutada ja kirjeldada mis tahes nähtust (näiteks loodusvaatlust, liiklussituatsiooni, planeeritud reisi jm).

### Google Mapi veebikaardi loomine koosneb järgmistest etappidest:

1. Google Drive'i luuakse tabel ja sinna kogutakse kaardil edastatav info. Tabelile on otstarbekas luua järgmised veerud: objekti nimetus, aadress, märke sisu. Aadressiks (asukoha kirjelduseks) võib olla kirjutatud linn, tänav ja majanumber. Piisab ka lihtsalt linnast ja/või riigist. Veergu „Märke sisu“ kirjutakse kogu informatsioon, mida soovitakse lugeda kaardi märkeaknast.
2. Sisenetakse Google My Mapi [www.google.com/mymaps](http://www.google.com/mymaps) ja luuakse uus kaart.
3. Google My Mapi imporditakse Google Drive'i tabel. Tabeli ühildamiseks kaardiga valitakse asukohta kirjeldav veerg. Kaardile ilmuvad markerid ja legendi objekti nimetused.
4. Viimistletakse märkeakende sisu, lisatakse fotod ja/või videod. Valitakse sobivad markerite kujud ning värvid. Vajadusel tehakse muudatusi legendis.
5. Veebikaart jagatakse ja määratakse vaatajate võimalused.

### Näited Google My Mapi kasutamisest:

- 7. klassi ühistöö geograafiatunnis:  
[drive.google.com/open?id=1ZpL6ee-VM7DKSUPA1G7Z8BPVv2g](http://drive.google.com/open?id=1ZpL6ee-VM7DKSUPA1G7Z8BPVv2g)
- Ülesanne 7. klassi õpioskuste olümpiaadiks:  
[drive.google.com/open?id=1pQFGFFpAjkxU5TaLm4IECdEoJgk](http://drive.google.com/open?id=1pQFGFFpAjkxU5TaLm4IECdEoJgk)
- Kaardilugu:  
[arcg.is/1o5yXmx](http://arcg.is/1o5yXmx)
- Kaardiseeria:  
[arcg.is/1uTiy](http://arcg.is/1uTiy)
- ArcGIS Galerii kaardilood:  
[www.arcgis.com/home/gallery.html#c=esri&t=maps&o=modified&f=storymaps&a=EE](http://www.arcgis.com/home/gallery.html#c=esri&t=maps&o=modified&f=storymaps&a=EE)
- ArcGIS Online tööjuhendid (AlphaGIS-i koolitusmaterjalid):  
[www.alphagis.ee/koolitus/gis-koolitusmaterjalid](http://www.alphagis.ee/koolitus/gis-koolitusmaterjalid)



## Töötuba „Demonstratsioonkatsed põhikooli 7. klassi loodusõpetuse, füüsika ja keemia ainetundides“

Janno Puks (Tallinna Kristiine Gümnaasium, Tallinna Vanalinna Täiskasvanute Gümnaasium, OÜ Kolm Pörsakest)

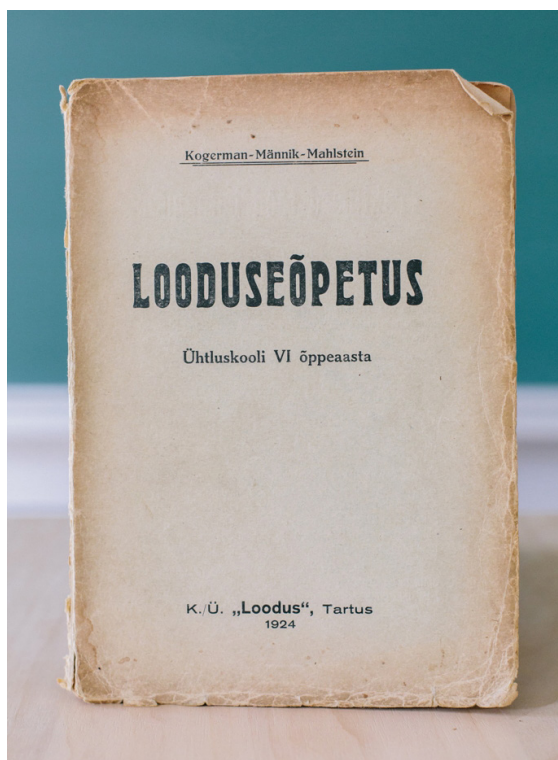
Õppeainete seostamise ehk lõimimise kaudu saab kujundada õpilastes terviklikku maailmanägemust, kus õpitud teadmised ja oskused on õpilasele väärtuslikud ja vajalikud, sest neid saab vajadusel rakendada argielus probleemide lahendamisel. Lõimitud õppes käsitletakse ühte ja sama teemat või probleemi erinevates õppeainetes eri külgedest, kusjuures uus info seostatakse juba teadaolevaga ning õpilase igapäevaelu ühendatakse koolis kogetavaga. Tänu sellele muutub ainetundides omandatu õpilastele väärtuslikuks ja tähenduslikuks. See omakorda aitab õpilastel õpitut mõista, paremini meelde jätta, tekitades õpitu vastu suuremat huvi. Ainetevahelist lõimingut sisaldav õppetöö on mitmekülgsem ning arendab ja rikastab õpilaste silmaringi.

Töötoa eesmärgiks on näidata võimalusi, kuidas teatud demonstratsioonkatsete või praktiliste tegevuste kaudu saab seostada erinevaid õppeaineid ning samal ajal ka arendada ja kujundada õpilaste üld- ja sealhulgas eriti digipädevusi.

Töötuba on pooleldi jätkuks 11.–12. septembril 2015. aastal Tallinna Reaalkoolis reaal- ja loodushariduse konverentsil toimunud töötoale „Õhk ja õhurõhk“. Ka käesolevas töötoas tutvustatakse lihtsate katsete ja praktiliste tööde kaudu, kuidas saab antud teemat veelgi huvitavamalt ja teaduslikumalt käsitleda. Lisaks on võimalik töötoas osalejale endale saada näpunäiteid 7. klassi loodusõpetuse mõnede teemade (pindala, ruumala jt) praktilisema käsitlemise kohta, mis on seotud eelkõige nii argielu kui ka digipädevuse arendamisega. Selle kaudu tekib õpilasel sisemine motivatsioon antud teemat õppida, kuna saadud teadmisi ja oskusi võib tal tulevikus probleemide lahendamisel vaja minna.

Töötoas tutvustatakse osalejatele:

1. võimalusi seostada praktiliste tegevuste kaudu käsitletavaid teemasid erinevate õppeainete ja argieluga,
2. kuidas arendada loodusainetes praktiliste tegevuste kaudu samal ajal ka üldpädevusi.



### *Kogerman-Männik-Mahlstein „Looduseõpetus“ (1924)*

*Eluta looduse osas ei käsitle autori süsteemaatilist füüsika- ja keemiakursust, vaid teatud keemiliste ja füüsiliste nähtuste rühmi, mis igapäevase jooksu eluga kontaktis. Nii on magnetismi nähtused seotud kompassi kirjeldusega, hõõrumise-elekter välgu nähtustega jne. [...] Inimese anatoomia ja füsioloogia lühikese käsitluse kõrval on erilise tähelepanu osaliseks saanud inimese sagedamad haigused, tervishoid ning esimene abi õnnetute juhtude puhul, mis praktilises elus hädatarvilik. Inimese kõrval on puudutatud kodumaa tähtsamad arstirohu-taimed.*



## Töötuba „Õlle ja radioaktiivse lagunemise vaheline seos“

Erkki Tempel (Pärnu Sütevaka Humanitaargümnaasium)

Loodusainete õpetamisel on suur rõhk praktilistel töödel. Seletades õpilastele praktiliste tööde kaudu loodusteaduslikke seaduspärasusi, jäävad need õpilastele palju paremini meelde kui lihtsalt teooriat õppides. Uurimuslike praktiliste tööde läbiviimisel on väga oluline ka andmete analüüsimine ning nende põhjal järelduste tegemine.

Antud töötoas uuritakse praktiliselt õllevahu (võib kasutada ka kääritatud kalja) lagunemise kiirust ning püütakse leida matemaatiline valem lagunemiskiiruse arvutamiseks. Andmeid analüüsitakse graafiliselt ning täpsema tulemuse saamiseks teostatakse andmete lineariseerimine. Lineariseerimine võimaldab praktiliselt kogutud andmeid palju paremini analüüsida ning leida täpsemat matemaatilist seost uuritud muutujate vahel.

Töötoas arutatakse ka selle üle, milline peaks olema üldse praktiliste ülesannete roll loodusainete õpetamisel. Kas koolis peaks enamasti läbi viima nn kokaraamatu retseptidel põhinevaid katseid või laskma õpilastel ise planeerida ja läbi viia kogu katse, olles õpetajana ainult suunajaks.

## Töötuba „Uurimuslik õpe on lahe“

Mario Mäeots ja Meelis Brikker (Tartu Ülikool)

Tänapäevase tehnoloogia kiire areng on loonud uusi võimalusi, et muuta loodusainete koolitunnid mitmekesisemaks ja põnevamaks. Interneti vahendusel jõuavad klassiruumidesse sajad erinevad virtuaalsed katsed ja nendega seotud uurimuslikud tegevused.

Uurimusliku õppe ruum on ülesanne, kus õpilane läbib järgemööda uurimuslikule õppele omased etapid – suunaseadmise, uurimisküsimuste ja/või hüpoteeside püstitamise, uurimise, järeldamise ja arutlemise –, omandades seeläbi õpitava kohta uusi teadmisi. Iga uurimusliku õppe ruum on varustatud mõne internetipõhise labori või andmekogumiga mõne teadusasutuse andmebaasidest. Lisaks on uurimusliku õppe ruumides erinevaid uurimusliku õppe etappide läbimist toetavaid tööriistu, mis lihtsustavad näiteks uurimisküsimuste sõnastamist, katsete planeerimist ja läbitud tegevuste üle reflekteerimist.

Uurimusliku õppe ruumid on hõlpsasti kättesaadavad tänu rahvusvahelistele projektidele Go-Lab ja Next-Lab. Projektide eesmärk on kokku koondada loodusainete õpetamist toetavad virtuaal- ja kauglaborid ning erinevaid uuringuid kajastavad andmekogumid üle maailma. Täna on saadaval juba 487 laborit või andmebaasi, mis võimaldavad nii õpetajatel kui õpilastel luua ja kasutada uurimusliku õppe ruume.

Töötoas „Uurimuslik õpe on lahe“ osaleja saab teada Go-Labi portaali võimalustest ja õpib ise koostama uurimusliku õppe ruume.

Go-Labi ja Next-Labi kohta on võimalik rohkem lugeda aadressidel [www.go-lab-project.eu](http://www.go-lab-project.eu) ja [www.golabz.eu](http://www.golabz.eu).

## Töötuba „Laseriga inimese kallal!“

Toomas Reimann ja Reivo Maasik (Tallinna Reaalkool)

Töötoa eesmärgiks on määrata laseriga tekitatud difraktsioonipildi abil punavereliblede ehk erütrotsüütide keskmine diameeter ja juuksekarva läbimõõt.

Valguse difraktsiooniks nimetatakse valguslainete paindumist tõkete taha. Kui difraktsioonivõrele (näiteks läbipaistev plaat, kus on peal läbipaistmatud jooned) langeb monokromaatiline paralleelne valgusvihk (laserkiir), siis vastavalt Huygens-Fresneli printsiibile lähtuvad igast difraktsioonivõre avast koherentsed sekundaarlained. Difraktsioonivõre taga olevas ruumis valguslained interfereeruvad ehk teatud ruumipunktides tugevdavad ning teistes nõrgendavad üksteist. Kui laserkiir suunata väiksele kerakujulisele takistusele, siis tekkinud difraktsioonipilt avaldub ekraanil tumedate ja heledate rõngastena. Kaootiliselt asetsevate osakestel tekib igalt osakeselt oma difraktsioonipilt. Kui klaasplaadile on kantud õhuke kiht verd, siis tekib erütrotsüütidel hajunud valgusest difraktsioonipilt, mille järgi on võimalik määrata osakeste keskmist läbimõõtu.

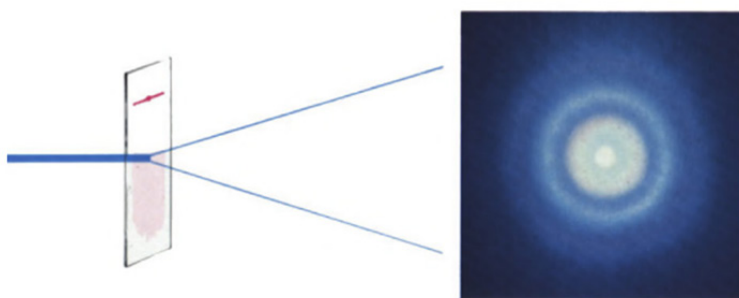
### Katse kirjeldus

Katse sooritamiseks on vaja laserit, klaasplaati, millele on kantud uuritav keha, ning ekraani.

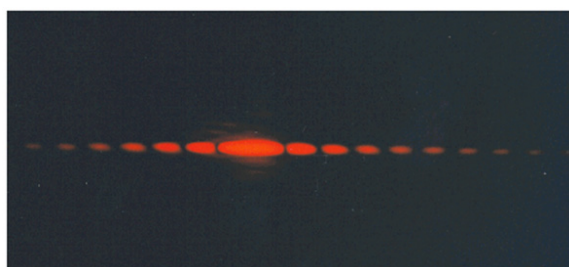
Laserkiir suunatakse klaasplaadile, mis on kaetud väikeste osakestega. Laserkiir peab langema plaadile risti. Klaasplaadi taha paigutatakse ekraan. Klaasplaati või ekraani tuleb liigutada, kuni tekib terav ja selge pilt ekraanile, kus on võimalik näha difraktsioonirõngaid. Difraktsiooni rõngaste raadiuse  $r$  ja ekraani kauguse klaasplaadist  $L$  abil saab arvutada tangensi valguse kõrvalekalde nurgast  $\alpha$ :  $\tan \alpha = \frac{r}{L}$ . Rayleigh'i võrrandi järgi on osakese diameeter avaldatav seosega  $d = \frac{1,22\lambda}{\tan \alpha}$ . Nende võrrandite abil saame osakeste diameetri leidmiseks seose  $d = \frac{n\lambda L}{r}$ , kus  $n$  on rõnga järk.

Kuigi erütrotsüütide mõõtmed on väga väikesed, on tekkinud rõngaste diameetrid küllaltki suured. Mõõtmisvea vähendamiseks tuleb tumedate ja heledate rõngaste diameetreid mõõta erinevates kohtades ning kasutada arvutamiseks nende keskmist väärtust. Antud meetod on küllaltki efektiivne punaste vereliblede suuruse ja ka kuju hindamisel.

Kui suunata laserkiir juuksekarvale, tekib ekraanile samuti difraktsioonipilt, mille abil saab määrata juuksekarva keskmist läbimõõtu.



Joonis 1. Difraktsioonipilt laseriga läbi õhukese vere näidates (Bessis, M. (2012). Blood Smears Reinterpreted. Springer Science & Business Media, lk 103)



Joonis 2. Juuksekarva poolt tekitatud difraktsioonipilt (Dr. Islam, D. Diffraction. Central Michigan University)

## Töötuba „Funktsioonide õpetamine matemaatikas ja loodusainetes“

Hanna Britt Soots (Tartu Ülikool, Tallinna Reaalkooli vil! 131)

Funktsioonid on üks suuremaid teemasid, mida õpetatakse nii põhikoolis kui gümnaasiumis, samuti on sellel ka selged seosed teiste loodusainetega, näiteks Ohmi seadus füüsikas või lahustuvuse sõltuvus temperatuurist keemias. Osadele õpilastele aga valmistab see teema raskusi, sest põhimõistete tundmine on jäänud tagaplaanile, samuti ei tunta ära elementaarfunktsioonide põhiomadusi ega osata siduda matemaatikatunnis õpitud funktsioone teistes ainetes käsitlevate funktsioonidega. Töötoas „Funktsioonide õpetamine matemaatikas ja loodusainetes“ räägitakse nendest probleemidest lähemalt ning pakutakse ka lahendusi, kuidas teha mõisted „funktsioon“, „sõltumatu muutuja“, „sõltuv muutuja“, „võrdeline seos“ jne õpilastele selgeks, kuidas õpetada hindama elementaarfunktsioonide paiknemist graafikust ning kuidas siduda funktsioone teiste loodusainetega.

Töötoa esimeses osas räägitakse mõistete defineerimisest, milliseid jooniseid ja küsimused toetavad õpilase arusaamist kõige paremini ning kuidas kasutada rakendust GeoGebra elementaarfunktsioonide seletamiseks.

Töötoa teises osas räägitakse, kuidas loimida matemaatikatunnis õpitut teiste loodusainetega, räägitakse nii ainete loimimise põhiideest ning tuuakse välja kaks konkreetset näidet: lineaarfunktsiooni teema sidumine liikumisvõrrandiga (füüsika) ning funktsiooni teema sidumine ainete lahustumisega (keemia).

### Näide 1 – lineaarfunktsiooni teema sidumine füüsikas õpitud liikumisvõrrandiga

Töötoas näidatakse erinevaid ülesandeid ning kuidas neid rakendada liikumisvõrrandi ja lineaarfunktsiooni õpetamisel.

Õpilastele antakse tekst, kus on kirjeldatud keha liikumiskiiruse muutumist erinevatel ajahetkedel. Nende andmete põhjal peavad nad koostama tabeli, kus on andmed teisendatud vajalikeks ühikuteks ning puuduv informatsioon on saadud valemi  $v = \frac{s}{t}$  kasutamisel. Selle põhjal joonistatakse graafik, mis näitab läbitud teepikkuse sõltuvust ajas ning kirjutatakse välja keha liikumisvõrrandid.

Järgmisena antakse õpilastele erinevad funktsioonid, mis kujutavad erinevate kehade liikumisvõrrandeid, nende põhjal joonestatakse funktsioonide graafikud ning vastatakse küsimustele.

Ülesanded on ennekõike mõeldud lineaarfunktsiooni teema kinnitamiseks, kui õpilastel on juba füüsikas liikumisvõrrand selgeks saanud.

### Näide 2 – funktsiooni graafiku sidumine keemias õpitud lahustumisprotsessiga

Töötoas näidatakse töölehte ning tunnikava, mille põhjal saab kinnitada mõisted „sõltuv suurus“, „sõltumatu suurus“, „lineaarne/võrdeline ja pöördvõrdeline sõltuvus“, „lahustuvus“ ning „lahustuvusprotsess“. Samuti kasutavad õpilased andmete otsimise oskust ning arvutiprogrammi GeoGebra. Tund lõpetatakse funktsiooni mõiste kordamisega ning keemia arvutusülesannetega. Seda tundi saab teha nii keemias, matemaatikas kui ka kahe aine koostööna.

Töötoas toodud näited põhinevad probleemil, kuidas funktsioonide teema õpetamine matemaikatunnis muuta elulisemas ning kuidas teised loodusained saavad toetada matemaatika teadmiste omandamist. Põhiideid saab kasutada ka teiste teemade ning ainete omavahelisel loimimisel. Seega ei ole töötuba mõeldud ainult matemaatikaõpetajatele, vaid pigem neile, keda huvitab loodusainete loimimine matemaatikaga.

## Töötuba „Praktiline looduse tundmine RMK Sagadi looduskooli programmide näitel“

Tiina Reintal ja Tiina Jamsja (RMK Sagadi looduskool)

Töötoas tutvutakse erinevate eluslooduse tundmist arendavate meetoditega, mida kasutame Sagadi looduskooli programmides. Anname osalejatele ülevaate meie poolt pakutavatest keskkonnaharidusprogrammidest erinevatele vanusastmetele. Osalejad saavad lahendada praktilisi ülesandeid puude, metsloomade jms meie metsade liikide tundmaõppimiseks. Tutvustame meetodeid, mida saab iga õpetaja oma tundides kasutada.

RMK Sagadi looduskool on pakkunud koolidele ja lasteaedadele õppekavakohaseid loodusharidusprogramme alates 1999. aastast. Lisaks on koolitatud haridustöötajaid ja teisi huvilisi, korraldatud perepäevi, seenenäitusi, koostatud õppematerjale. Looduskooli haridusprogrammides lähtume põhimõttest, et iga osaleja saaks isikliku kogemuse ning võimaluse puutuda kokku „päris“ loodusega. Igale vanuseastmele pakume ea- ja õppekavakohaseid programme.

Keskkonnaharidusprogrammid lasteaiastlastele:

- Kes elab metsa sees?
- Kiri lumevaibal
- Sõber puu
- Tiivulised talves

Keskkonnaharidusprogrammid I kooliastme õpilastele:

- Kes elab metsa sees?
- Mets meie meelte läbi
- Metsamuinasjutt Sagadis
- Seemnest kasvab puu
- Sinasõprus seentega
- Sõber puu
- Metsaga sõbraks

Keskkonnaharidusprogrammid II kooliastme õpilastele:

- Mets meie meelte läbi
- Mets kui kooslus
- Puudest algab mets
- Puud püüavad Päikest
- Keskkonnaseiklus Sagadi mõisas
- Sinasõprus seentega
- Altja-Mustoja matkapäev

Keskkonnaharidusprogrammid III kooliastme õpilastele:

- Mets kui kooslus – metsa varjatud elu
- Metsa mitmekülgsed väärtused (koolis)
- Sinasõprus seentega
- Veeprogramm „Allikast mereni“
- Vesi meie ümber – keemilised ja füüsikalised uuringud
- Päikeseretk põlismetsas – fotosüntees on elu alus
- Põlismetsa otsimas
- Keskkonnaseiklus Sagadi mõisas
- Uurimuslik päev Sagadis
- Avastuslik keskkonnapäev Sagadis ja Altjal

Keskkonnaharidusprogrammid gümnaasiumiõpilastele:

- Uurimuslik päev Sagadis
- Uurimuslik keskkonnaseiklus – meetodid ja vahendid
- Lahemaa looduse ja kultuuripärandi mitmekesisus
- Fotosüntees ja hingamine
- Avastuslik keskkonnapäev Sagadis ja Altjal
- Vesi meie ümber – keemilised ja füüsikalised uuringud

Keskkonnaharidusprogrammide tegevused toimuvad looduskooli õppeklassis, metsamuuseumis ja looduses. Programmide käigus saavad õpilased võimaluse ise looduses plaani abil orienteeruda ning lahendada erinevaid ülesandeid. Korraldame ka matkapäevi Lahemaa erinevates paikades, et oleks võimalik kogu klassiga või mitmete ühe kooli klassidega liikuda ja tegutseda looduskaunites paikades.

Meie programmides käsitletakse eelkõige (metsa)loodusega seonduvat, seega on rõhk loodusõpetuse ja bioloogia ainekavade valdkonnal. Paljudes programmides lõimitakse ka teisi valdkondi: eelkõige kunst meisterdamistööde puhul, geograafia Lahemaa ja veekogude uurimisel, füüsika ja keemia uurimistööde programmides, ajalugu Sagadi seiklustes jne. Loomulikult ei saa läbi keeleta, ilus emakeel ja oskussõnad eesti õppekeelele lastele ning eesti keele õpe keelekümbelklassidele.

Väikest valikut Sagadi looduskooli programmides kasutatavatest meetoditest näitame töötoas. Väga populaarseks on osutunud aastate jooksul pidevalt tellitav programm „Mets meie meelte läbi“. Selles programmis püüame erinevate meelte abil tunnetada meid ümbritsevat loodust. Võtame töötuppa kaasa kompimiskotid, lõhnepurgid ja helikarbid. Need on lihtsad vahendid, mida iga õpetaja saab ise valmistada ning nende abil pakkuda õpilastele võimalust mitte ainult kirja või pildi kaudu õppida.

## Töötuba „Matemaatikatundides iseseisvaks õppijaks“

Katrin Uutsalu (Pärnu-Jaagupi Põhikool, Pärnu-Jaagupi Muusikakool)

Riikliku õppekava järgi on õpilase toetamine iseseisvaks elukestvaks õppijaks kujunemisel kooli üks põhiülesandeid.

Väljavõte põhikooli riiklikust õppekavast: „*Põhikooli ülesanne on luua õpilasele eakohane, turvaline, positiivselt mõjuv ja arendav õppekeskkond, mis toetab tema õpihimu ja õpioskuste, eneserefleksiooni ja kriitilise mõtlemisvõime, teadmiste ja tahteliste omaduste arengut, loovat eneseväljendust ning sotsiaalse ja kultuurilise identiteedi kujunemist. ... Põhikool aitab õpilasel jõuda selgusele oma huvides, kalduvustes ja võimetes ning tagab valmisoleku õpingute jätkamiseks järgneval haridustasemel ja elukestvaks õppeks.*“

Väljavõte gümnaasiumi riiklikust õppekavast: „*Gümnaasiumis on õpetuse ja kasvatuse põhitaotlus, et õpilased leiaksid endale huvi- ja võimetekohase tegevusvaldkonna, millega siduda enda edasine haridustee. ... Gümnaasiumi ülesannete täitmiseks ja eesmärkide saavutamiseks keskendutakse:*

1. *õpilaste iseseisvumisele, oma maailmapildi kujunemisele ja valmisolekule elus toime tulla;*
2. *adekvaatse enesehinnangu kujunemisele;*
3. *iseseisva õppimise ja koostööskuste arendamisele;*
4. *edasise haridustee võimaluste tutvustamisele ja hindamisele;*
5. *kodanikuoskuste, -aktiivsuse ja -vastutuse väljakujunemisele.*“

On selge, et teadmiste jagamine õpetajalt õpilasele ei ole kõige efektiivsem meetod kaasaegse kooli põhiülesannete täitmiseks. Väga erineva tasemega õppijate õpetamisel ühes õppeajas ja -ruumis ei toimi see meetod iga õppija jaoks parima võimaliku tulemuseni saamisel ei õpioskuste osas ega ka ainealaste teadmiste loomisel. Teame ka seda, et iseseisvus ja vastutuse võtmine arenevad eelkõige valiku- ja otsustusvõimaluste pakkumise kaudu. Töötoas arutatakse, milliseid meetodeid ja õppekorraldusi on efektiivsem ja eelkõige õppijale kasulikum kasutada, et oma õpilaste arengut kaasaegses õpperuumis parimal moel toetada. Töötoa raames valmib koostöös osalejatega kogum matemaatika õppimise korraldamise didaktilisi võtteid eesmärgiga toetada õpilase kujunemist iseseisvaks õppijaks, millega saab järel-tutvuda veebilehel: [matemaatikasiseseisev.blogspot.com.ee](http://matemaatikasiseseisev.blogspot.com.ee).

Ühe hästi toiminud näitena tutvustab töötoa läbiviija oma kogemusi õppetöö korraldamisel matemaatikas, muutes õpetaja töökava väga lihtsate vahenditega õpilase töökavaks. Selle tulemusena suurenevad olulisel määral õppija otsustusvõimalused oma õppetöö üle. Eri tasemega õpilased saavad ühes ruumis töötada omas tempos ja kogevad eduelamust, mis muudab antud lähenemise positiivse õppimise kogemuseks. Olulisel määral suureneb iga üksikõppija vastutus tehtava ees ja arusaamine matemaatikast. Samuti suurenevad nii õpilaste omavaheline koostöö teadmiste jagamisel kui õpiku-teatmeteose-andmebaaside kasutamise oskused, mis on samuti ühed RÕK-i sihiseadetest ja olulistest oskustest 21. sajandil. Õpetaja roll on olla sõna otseses mõttes juhendaja ja suunaja.

Kaasajal on olulisel kohal ka digivahendite kaasamine matemaatika õppimisse. Millised on õpetajate positiivsed kogemused õpilaste iseseisva töö toetamisel matemaatikas digivahendite kaudu ja kus on esinenud probleeme?

Tänapäeval räägitakse palju ka koostööst. Järjest rohkem võrgustuvas maailmas vajame koostööskusi enam kui varasematel aegadel. Kuidas saame siin matemaatika kaudu toeks ja abiks olla? Kas matemaatika õppimisel saab koostöö olla eesmärk või jääb meetodiks ainealaste teadmiste omandamisel?

Matemaatika ja teised õppeained – kuidas lõimimine aitab õppijal paremini matemaatikast aru saada ja kuidas on matemaatika toeks teiste ainete õppimisel. Ka need on teemad, mida tänane õpetaja peab pidevalt silmas pidama. Kuidas seda aga korraldada, et säiliks matemaatilis-loogiline järjepidevus aine õppimisel, kuid ka kõik üldpädevused oleksid reaalses elus toetatud? Üks on selge – matemaatikat ei saa õppida harjutamata ja harjutamise rutiini läheb vaja ka mitmetel teistel elualadel. Seega võib siin just matemaatika appi tulla ja õpetada õppijatele harjutamise olulisust ning mõistmist, et pajude meistrite suurepärase tulemused on tulnud just tavapärase rutiinse harjutamise kaudu. Siinjuures tuleb aga silmas pidada, et just erinevate õpilaste harjutamiseks vajamineva aja erinevus, samuti personaalsete sobilike õpimeetodite erinevus toovad sisse vajaduse individualiseerida õpet ning võimaldada õpilastel teha tööd iseseisvamalt.



## Töötuba „Ainekavale tuginev koostöö muuseumitundide korraldamisel Eesti Tervishoiu Muuseumis“

Andres Raa (Tallinna Reaalkool), Katriin Kütt ja Kennet Roosipuu (Eesti Tervishoiu Muuseum)

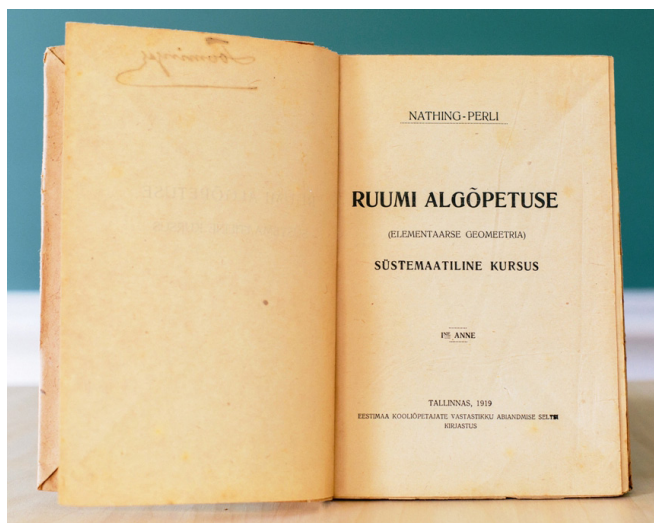
Tallinna Reaalkooli põhikooli õppekavaga on ette nähtud bioloogia õppekursuste (nädala tundide) arv 5, millest kaks kursust on nii VII klassis ja VIII klassis (kaks õppetundi nädalas läbi õppeaasta), IX klassis on ette nähtud üks ainekursus (lähtuvalt koolis rakenduvast perioodõppe korraldusest toimuvad need tunnid III perioodil 3 tundi nädalas ja 2 õppetundi IV perioodil, kokku 35 tundi). Seega on IX klassi õpilased VIII klassi lõpuks läbinud inimese anatoomia ja füsioloogia kursusest esimese poole. IX klassis jätkatakse alles detsembrikuu lõpus bioloogia ainekursusega.

Eesti Tervishoiu Muuseum on läbinud põhjaliku kaasaegse uuenduse. Püsinäitusel „Avameelselt sinu kehas“ saab lühiülevaate keha kõikidest elundkondadest, evolutsioonist, toitumisest ja rakkudest, seda eeskätt klassikülastuse käigus. Lisaks sellele on võimalik muuseumikülastus ka erinevate muuseumitundide raames, nagu näiteks „Söö terviseks“, „Puberteed ja suureks kasvamine“, „Elustamise ABC“, teadusteater „Avalik lahkamine“ jt. Lisaks toetab koolide õppekava igal aastal muuseumi poolt korraldatav teaduspäev üleriigilisel teadustööde konkursil osalevatele õpilastele. Vaata lähemalt muuseumi mitmekülgsest tegevusest [www.tervishoiumuuseum.ee](http://www.tervishoiumuuseum.ee).

Arvestades eeltoodut ja muuseumi valmisolekut ning soovi toetada ainekavakohast õpet koolis, viisime 2016/2017. õppeaastal kolmele IX klassile viiel järjestikusel nädalal läbi muuseumitunnid paaristundidena Eesti Tervishoiu Muuseumis. Kusjuures paaristunnile eelnes sissejuhatav tund klassis. Vastav korralduslik muudatus oli tehtud ka õpilaste tunniplaani. Kõigi muuseumitundide tegevusaeg oli 90 minutit, klass oli jaotatud kaheks rühmaks ja lisaks teemakohase ekspositsiooni tutvustamisele olid õpilastel ka praktilised tegevused, mida võimaldab muuseumi laboriruum. Kõikideks muuseumitundideks olid valminud kooli ja muuseumi koostöös temaatilised töölehed, mis võimaldas õpetajal õpilastele anda ka hinnangulist tagasisidet.

Töötoa tegevus: osalejatele tutvustatakse toimunud muuseumitundide teemasid ja korraldatud praktilisi tegevusi, valminud töölehti: 1. Inimkeha kui tervik, 2. Inimese meeled ja meeleorganid, 3. Inimese paljunemine ja seksuaalsus, 4. Sissejuhatus geneetikasse, 5. Inimene kui tervik, inimese evolutsioon. Lisaks toimus VIII klassidele II poolaastal sama skeemi järgi muuseumitund naha ja ringeelundkonna teemadel.

Muuseum on avatud ja väga koostööaldis sellelaadseks koostööks, mida kool soovib. Õpilaste tagasiside toimunud muuseumitundide kohta oli ülivõrdes.



### *Nathing-Perli „Ruumi algõpetuse (elementaarse geomeetria) süstemaatiline kursus“ (1919)*

*Kooli tarvidused ei luba mitte alati õppeainet valjult-süstemaatiliselt korraldada. Mõnikord, ehk küll harva ja ainult kujundamise (ehitamise) ülesannete juures, on tarvis olnud dogmaatilist toimetada, selle peale tähendades, et pärastpoole tuleb tõenduse alla tarvitud võtet õigustav teoreem. Kui seda ei oleks tehtud, siis oleks teoreemide tarvidus vähem selge olnud. Pealegi võiks õpilastele huvitavam olla teoreemid ülesannetega läbi põimida, kui enne teoreemid õppida ja alles pärast ülesandeid lahendada. Õpetajale jääb ikkagi võimalus eesolevat materjali läbi võtta ka teises järjekorras kui see raamatus esineb.*

## Töötuba „Kirjanduse ja keemia lõimimine J. Verne'i romaani „Saladuslik saar“ põhjal“

Anu Kell ja Martin Saar (Tallinna Reaalkool, Gustav Adolfi Gümnaasium)

Jules Verne'i 1874. aastal ilmunud seiklusromaan „Saladuslik saar“ võimaldab hästi seostada kirjanduseõpinguid keemia ja teiste loodusteadustega. Arvestades kehtivaid ainekavasid, on see sobivaim III kooliastmele, täpsemalt 9. klassile.

Kirjandustunnis võib käsitlemist alustada autori tutvustamisega – Verne kui kirjanik, kes kirjeldas loomingus 19. saj teaduse ja tehnika saavutusi ning oma fantaasiaküllaste edasiarendustega ehk isegi toetas nende realiseerumist. Seejärel saab luua seoseid ajaloo, peamiselt Ameerika Ühendriikide kodusõjaga (1861–1865). Romaani sisu pakub arvukalt teemasid aruteludeks: inimesed üksikul saarel ja nende hakkamasaamine ning ettevõtlikkus; inimene sotsiaalse olendina – Ayrtoni lugu; eetilised küsimused: kapten Nemo isikus ja tema suhtumine inimestesse ning selle muutumine; seosed teiste robinsonaadidega, nt Defoe „Robinson Crusoe“ või Golding „Kärbeste jumal“ jms.

Seiklusromaan „Saladuslik saar“ võimaldab käsitleda mitmeid põhikooli keemiaõpingutest tuttavaid aineid, nende saamisreaktsioone ja kasutusvõimalusi ning vastavaid teadmisi süstematiseerida. Romaanis kirjeldatakse põhjalikumalt näiteks raua, väävel- ja lämmastikhappe tootmist, samuti lubimõrdi ja küünalde valmistamist ning nitroglütseriini ja püroksüliini saamist. Et eesmärk pole mitte vastavate tehnoloogiate selgeks õppimine, vaid funktsionaalse lugemisõppe arendamine ning loetud materjali seostamine varasemate teadmistega, siis on mõistlik analüüsida seiklusromaaniga teksti õpetaja koostatud ülesannete ja küsimuste toel. See võimaldab ka keerukamate muundumiste mõtestamist.

Romaani käsitlemine avab lõimivõimalusi teistegi reaal- ja loodusteadustega. Geograafiaõpingutega haakub näiteks saare asukoha (koordinaatide) määramine Cyrus Smithi eestvedamisel ning saare orienteeriva kauguse määramine nt Uus-Meremaast ja Lõuna-Ameerika rannikust. Matemaatikaõpingutest on õpilastele arusaadav graniitmüüri kõrguse mõõtmine ridva abil, toetudes põhimõttele, et sarnaste kolmnurkade vastavad küljed on võrdelised. Bioloogiaõpingutega seostuvad aga saare rikkaliku looduse kirjeldused.

Romaani käsitlemisel annab huvitava mõõtme kohanimede etümoloogiasse süvenemine: mille alusel nimetasid nad saare Lincolni saareks ja mille põhjal anti nimetused paljudele loodusobjektidele, nt Franklini mägi, Granti järv, Punaoja, Glütseriini oja jms. Arutelu väärib ka, miks nimetasid teose tegelased end kolonistideks, mitte merehädalisteks.

Seiklusromaaniga „Saladuslik saar“ käsitlemiseks põhikooliõpingutes on mitmeid võimalusi. Kõige põhjalikum ja samas mitmekesisem on arvatavasti teose samaaegne analüüs näiteks ühe nädala vältel nii kirjanduse kui keemia ainetundides (2 + 2 ainetundi). Võimalik on piirduda ka õpetaja poolt komplekteeritud teosekatkendite lugemise ja analüüsimisega keemiatundides. Ning muidugi on võimalik kasutada üksikuid lõike romaanist konkreetsete teemade puhul illustreeriva materjalina.

„Saladusliku saare“ kui *roman scientifique*'i lugemine ja analüüs kirjanduse ja keemia ühisprojektina annab võimaluse heita pilk 19. saj mõttemaailma ning naasta Verne'i eesmärgi juurde: õpetada lugejaid tundma teadusmaailma hoogsa narratiivi abil.

## Töötuba „Mahlajäätise sulamise kalorimeetriline uurimine“

Riina Murulaid (Miina Härma Gümnaasium)

Tavaks on ootus, et koolis õpitu on seotud igapäevase eluga. Veel parem, kui see on lõimitud teiste ainetega ja arendab igat sorti õpipädevusi. Füüsikas on hulganisti katseid, mida saab teha käepäraste vahenditega, olgu selleks ajalehed, kilekotid, õhupallid jne. Lihtsate vahendite kasutamine arendab leidlikkust, füüsikaseaduste demonstreerimine tuttavate esemetega on õpilastele huvitav ja nii on hõlpsam füüsikateadmisi siduda igapäevase eluga. Jäätise kasutamine tunnis tekitab elevust ja küsimus „Kas jäätis võtab või annab energiat?“ paneb õpilased mõtlema oma toitumise ja energeetiliste protsesside üle inimese organismis. Boonusena võib jäätise jäägid ühiselt ara süüa.

Järgnevalt kirjeldatud praktiline töö sobib 9. klassi soojusõpetuse kursusesse. Kogemused on näidanud, et 45 minutist piisab, et läbi teha praktiline töö koos katsevahendite ettevalmistamise ja töölaudade koristamisega. Ettevalmistav osa peaks toimuma eelneval tunnil ja arutelu võib sõltuvalt klassist toimuda kas tunni lõpus või järgmise füüsikatunni alguses.

### Eeltöö

Õpilased on õppinud sulamis- ja tahkumisprotsesse, oskavad arvutada sulamiseks kulunud soojushulka. On lahendatud näidisülesandeid, näiteks, kui palju vabaneb porilombi jäätumisel soojusenergiat või kui palju kulub soojusenergiat, et sulatada ja soojendada kehatemperatuurini sügavakülmast võetud jäätükk. Kalorimeetriliselt on määratud metalli erisoojus.

Eesmärk ja tööjuhend arutatakse läbi eelmisel tunnil. Õpilased peavad ostma järgmiseks füüsikatunniks rühma peale mahlajäätise või kodunduse tunnis ise jäätise valmis tegema.

### Tunni kirjeldus

Õpilased töötavad kahe- kuni neljaliikmelistes rühmades. Kasutades kalorimeetrit ja ligikaudu 40°C vett, mõõdetakse parast jäätise vette sukeldamist ja hoolikat segamist vee temperatuuri muutus ning selle põhjal rehkendatakse jäätise sulamiseks kulunud soojushulk. Vastuses antakse kulunud soojushulk 100 g jäätise kohta, nii on loogilisem võrrelda jäätise sulamiseks ja soojenemiseks kulunud soojushulka selle toiteväärtusega, mille saab välja lugeda jäätise pakendilt.

### Tulemused

Õpilased vastavad püstitatud küsimusele „Kas jäätis võtab või annab energiat?“ ja võrdlevad saadud tulemusi teiste rühmadega. Arutamiseks küsimusi: kust saab jäätis sulamiseks energiat; millised protsessid tagavad, et kehatemperatuur püsib 37-kraadisena; mille poolest erinevad jää ja jäätis, kas jäätise sulamissoojus on võrdne jää sulamissoojusega; kui külm peaks olema jäätis, et ta võtaks sama palju soojust kui toiteväärtus. Viimase küsimuse võib lahendada lihtsustatud arvutusülesandena, võttes jäätise eri- ja sulamissoojuseks vee vastavad väärtused.

Lisaks võib uurida jäätise koostist ja milliseid lisaaineid on kasutatud.

### Õppetoa kirjeldus

Eesmärgiks on määrata 45 minuti jooksul jäätise sulamiseks ja soojenemiseks kulunud soojushulk. Kasutada on jäätised, kalorimeetrid, Vernier' andmelugejatega ühendatud termomeetrid ja kaalud. Vesi, milles jäätist sulatatakse, peaks olema ligikaudu 40°C, siis on huvitav teada saada, mitme kraadi võrra vesi jahtub lisatud jäätisekogusega.

Eksperimenti ise otsast lõpuni läbi tehes on paremini adutavad ajakulu ja võimalikud probleemid ning on lihtsam planeerida praktilist tööd oma õpilastele.



## Töötuba „Linnaruumiõppe rakendamise võimalused Eesti Arhitektuurimuuseumis“

Kadi Kriit (Eesti Arhitektuurimuuseum, Pelgulinna Gümnaasium)

Elame ajal, mil linnades elab üha rohkem inimesi, kuid kas need inimesed ka teadvustavad end ümbritsevat keskkonda? Muuseumipedagoogi töö Eesti Arhitektuurimuuseumis on näidanud, et õpilaste teadmised ümbritsevast keskkonnast on lünklikud. Selle lünkliku infoga saavad õpilastest täiskasvanud, kes linnaruumi teadlikult ei teadvusta.

Üldhariduskooli õppekavas rõhutatakse ümbritseva keskkonna väärtustamist ja kultuuriteadlike kodanike kasvatamist, kuid ometi ei tegeleta koolides linna keskkonna mõtestamise küsimustega piisavalt. See on mõistetav, sest puuduvad ka vastavasisulised õppematerjalid. Eesti Arhitektuurimuuseumi haridusprogrammid „Millest koosneb linn?“ (II ja III kooliaste), „Rotermanni saladused“ (III kooliaste ja gümnaasium) ja „Tallinn – linn, mis ei saa kunagi valmis“ (III kooliaste ja gümnaasium) õpetavad linnaruumile tähelepanu pöörama.

Kaitsesin Tallinna Ülikoolis magistritöö, mille eesmärgiks oli välja töötada õppematerjal linnaruumiõppe rakendamiseks. Töö käigus omandatud teadmistest sündis Rotermanni kvartali linnaruumiõppe töövihik, mille laiem eesmärk on suunata inimesi ümbritsevale keskkonnale tervikuna rohkem tähelepanu pöörama ja sellest teadlikumad olema, see on haridusprogrammi „Rotermanni saladused“ aluseks. Samu teadmisi on rakendatud ka teiste nimetatud muuseumitundide välja töötamisel.

Haridusprogrammide koostamisel olen lähtunud konstruktivistlikust õpiteooriast, see tähendab, et õpilased konstrueerivad uued teadmised enda jaoks ise. Ülesanded eeldavad õpikeskkonnast vahetult info hankimist, kus õpetaja on giidi või juhendaja rollis, mitte ei esita valmis teadmisi. Lisaks tuleb õppematerjali rakendada klassiruumist sootuks erinevas õpikeskkonnas – linnaruumis/muuseumis.

Eesti Arhitektuurimuuseumi töötoas on võimalik kõikide nimetatud haridusprogrammidega tutvuda. Lahendame erinevate programmide juurde kuuluvaid praktilisi ülesandeid nii muuseumis kui ka Rotermanni kvartalis. Eesti Arhitektuurimuuseumi haridusprogrammid võiksid olla esimeseks sammuks linnaruumi märkamisel ja mõtestamisel. Kindlasti ei piisa ainult ühest kogemusest, et saada teadlikuks ruumis orienteerujaks, kuid alustuseks sobib see hästi.

Kohtumiseni Eesti Arhitektuurimuuseumis!



Foto 1. Gümnasistid Rotermanni kvartalit avastamas (Eesti Arhitektuurimuuseumi foto)

## Töötuba „Ühe linnapuu lugu“

Tõnu Ploompuu (Tallinna Ülikool)

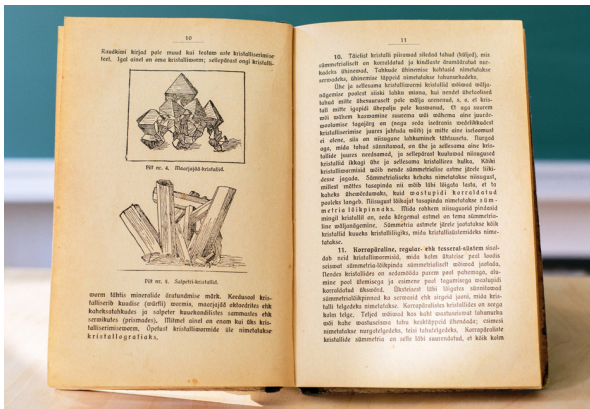
Loodushariduse oluline sisu on õpetada märkama, aidata näha looduse mitmekesisust. Looduse mitmekesisus on olemas igal pool, vaid steriliseeritud katseboksis võib see piirduda ühe-mõne liigiga. Igal pool on arvukalt erinevaid elusorganisme, mitte ainult vihmametsa kaitsealast tehtud filmis. Enamik liike on siiski väikesed, tähelepanelikumat vaatlemist vajavad, nende nägemiseks ei piisa sirge seljaga kaugelt mööda jalutamisest. Enamik nähtavast looduse mitmekesisusest on siiski pisike, vaid lähedalt nähtav – seda nii vihmametsas kui ka Eesti linnapuude ümbruses.

Näha tuleb ka märke. Märke elust, mis on olnud, mida enam ei ole. Märke elusorganismi enda elust, organismi evolutsiooniliste esivanemate elust, organismi ümbritsenud teiste organismide elust. Seeläbi kasvab ühe maastikupunktiga seotud elusorganismide mitmekesisus palju kordi. Looduses on võimalik näha ka märke inimesest, kes on looduse keskel olnud. Ühes punktis piirdub see eelkõige inimese isiklike mälestuste jälgedega, ka meie hulgast jäädavalt lahkunud inimeste tegevuse mäletamisega. See on omamoodi ajaloomälestis, isegi ajaloo teabeallikas. Teisalt on looduse märkidena alles ka inimeste üldisemad teguviisid ja suhtumised. Viimaste hinnatum osa on pärandkultuuri elementideks ja looduse pärandkoosluste elementideks. Vähemväärtuslikuks arvatu on esialgu lihtsalt „vana koli“, mille tähenduse taipamine ja väärtustamine võib siiski kunagi hiljem saabuda, kuid ka kaduda koos inimestega.

Üks suuremaid muresid tänapäeva hariduses on funktsionaalse kirjaoskuse puudumine. Seda nii kirjamärkide tasemel kui ka looduse nägemisel. Me näeme looduse objekte, aga ei saa sellest aru kui elusorganismide kooselamisest. Me näeme looduses formaalseid märke, aga ei näe nende siduvat mitmekesist tähendust ja sisu.

Üks puu sisaldab väga palju elu. Seal on näha puu enda elu erinevaid külgi ja selle kunagise kulgemise märke ja selle kulgemise rada määranud põhjust – evolutsioonilisi esivanemaid. Puu juures on temaga erinevatel viisidel seotud organisme – tema kulul, tema järel, tema abil elavaid. Samuti on erinevaid märke nende organismide kohalolust. Kuid linnapuude puhul tuleb juurde veel palju teavet paiga kunagist inimese kirjeldavatest märkidest. Puu kasvamisest jäänud märkide põhjal saab palju öelda inimkeskkonna kohta, kuidas puu seal tärkas ja mismoodi on tema ümbrus välja näinud varasematel aastatel. Kuidas on temasse suhtunud nii teadlikult kui paratamatusena, kas puu on olnud oluline ka kellelegi isiklikult ja mis on seda mõjutanud või põhjustanud.

Aeg hägustab pidevalt kaasliikidest, sealhulgas inimesest, jäänud märke. Suurem osa jälgi kaob mõne kuuga, tugevamad püsivad aastaid ja isegi kümnendeid. Vaid vähesed kestavad sajandeid. Puus talletuvate märkide püsimist toetavad ka temast väljaspool olevad märgisüsteemid – inimese aktiivne ja kirjalik mälu, märkide tähenduse pidev meenutamine ja tõlgenduste uuendamine. Inimesega seotud märgid on sageli vastastikused – puudes peituv aitab inimesel hoida oma minevikku, isiklikku ajalugu, seda kõige põhimõttelisemat erinevust teistest loomadest. Need märgid omakorda aga hoiavad puid – mälu vajab kandjaid. Seda puudes peituvat väga isiklikku mäletamise kandmist võib aimata, toetudes inimliku käitumise mõistmisele.



### Julius Kalkun „Mineralogia käsiraamat“ (1918)

Kõige kuivem koht terwes mineralogias wõiks ehk kristallografia olla. Kui aga kooliõpetaja esimesi kristalliserimisekatseid õpilastega tegelikult läbi tegemata ei jäta ja lapsi pärast veel juhatab omale papist kristallide mudelisi walmistama, siis ärkab õpilastes wististi tarwiline õppimisehimu ja huwitatus ja selle peatüki wastu. Wõib olla ka, et kristallografia-õpetuste wõimata raske käsitus, nagu see tõepoolest tänini igast õperaamatust niihästi õppijatele kui ka õpetajatele wastu wahib, põhjust on annud kristallografia peale üleüldiselt wiltu waadata.



## Töötuba „STEM-õppeainete lõimitud õpetamine“

Tiia Rüütmann (Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanika ja Tööstustehnika Instituut, Eesti Inseneripedagoogika Keskus)

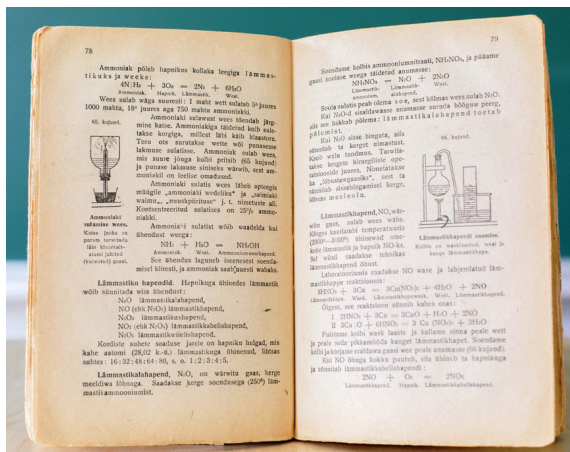
Me oleme teel digitaalsest revolutsioonist transdistsiplinaarsesse sünteesiajastusse. STEM-valdkonna (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) töökohtade arv on viimase 10 aastaga kasvanud 3 korda kiiremini kui teistes valdkondades. Üha enam populaarsust koguv STEM-haridus toetab 21. sajandi kriitiliste oskuste arendamist, mida peetakse oluliseks tagamaks finantsstabiilsust ja majanduslikku arengut kaasaegses innovaatilises maailmas. STEM-haridus toetab kodanike ettevalmistamist probleemidega toimetulekuks teadus- ja tehnoloogiapõhises kaasaegses maailmas.

STEM-valdkonnas toimub lõimitud interdistsiplinaarne õpe, mis saab alguse juba algkoolis. STEM-lõiming ühendab loodusteadusliku uurimuspõhise õppe insenerivaldkonnaga, andes vajalikke alusteadmisi, integreerides loovuse ja disaini kriitilise mõtlemisega. Seeläbi paraneb ka õpilaste tehnoloogiline, loodusteaduslik ja STEM-kirjaoskus ning väheneb hirm eksimuste ees.

STEM-õppeainete lõiming on raskendatud, kui õpilastel puuduvad teadmised valdkonna õppeainetes, seoseid saab STEM-valdkonnas luua aineteadmistele tuginedes. STEM-õpetamine tugineb *minds-on*, *hands-on* ja *learning-by-doing* probleemi- ning projektipõhise õppe tõsielulisel rakendustel.

Eestis kasutatakse STEM-akronüümi enamasti füüsika, loodusteaduste ja matemaatika lõimimisel. STEM-valdkonnast puudub aga tehnoloogia ja inseneria osa sootuks ega tooda ka välja loomulikke, tõsielulisi seoseid, piirdudes vaid loodusteaduslike uurimustega, arvestamata inseneridisaini põhimõtteid. Õpetajatel on puudulikud nii tehnoloogia ja inseneriaalased kui ka STEM-valdkonna didaktika kompetentsid, sest õpetajakoolitus põhineb humanitaarharidusel ja tehnikaõpetajaid üldhariduskoolides vajalikeks ei peeta – see toob aga kaasa olukorra, kus STEM-lõiming muutub nn silotorni põhimõttel toimivaks lõiminguks ja õpilastel tekib hirm reaalinete ees. Tulemuseks on nn pehmete väärtuste poole kaldu haridus.

Õpitoas tutvustatakse STEM-valdkonna õppimise kontseptuaalset raamistikku, STEM-lõimingu eeldusi, põhimõtteid ja eesmärgi, lõimimiseks vajalikke kompetentse, tõsielulisi lõimitud probleeme ning 12 sammu mõjusa lõimitud STEM-tunni kavandamiseks. Analüüsitakse STEM-lõimingu mudeleid, faase ja STEM-raamistiku dimensioone ning õpetaja ja õpilaste tegevusi erinevates faasides ning dimensioonides. Analüüsitakse tõsielulisi näiteid STEM-valdkonna lõimimiseks probleemi- ja projektipõhises õppes ning inseneridisaini olulisust STEM-lõimimisel.



### Otto Johannes Kiesel „Katseline keemia koolidele“ (1921)

Formulid ja ekvatsioonid, mis raamatus esitatud, on ainult nähtuste selgitamiseks, – nad on sündinud reaktsioonide kujundid; arusaadav, et nende pähe õppimine üleliigne: õpilastelt võib nõuda ainult nende seletamist. [...]

Raamatus on tarvitatud „asevahetuse“ asemel „aseldus“, mis lühem ja ka Wiedemann'i järele täiesti mõiste kohane sõna on. Niisama on järjekindlalt tarvitatud: „sulatis“, „sulatama“, „sulama“ jne. viimasel ajal mõnes raamatus tarvitatawa „lahu“, „lahuma“ jne. asemel. „Lahu“ ei ole küllalt õnnelikult tuletatud sõna: ta on omastaw sõnast „lahk“ ja võib teda segada suure hulga sõnadega: lahkuma, lahutama, lahutus jne.

## Töötuba „Ümberpööratud klassiruum kooliklassis“

Taavi Vaikjärv (Tartu Ülikool, Tallinna Reaalkooli vil! 119)

Ümberpööratud klassiruumi (ÜPK) metoodika tutvumiseks on erinevaid kirjalikke ja veebimaterjale<sup>1-4</sup>. Lühidalt öeldes seisneb ÜPK selles, et lihtsama, informatiivse materjali omandab õppija kõigepealt iseseisvalt ning siis kasutatakse kontaktõppe aega keerukamateks kognitiivseteks tegevusteks nagu rakendamine, analüüs või loomine. Samas ei pruugi selle metoodika üks-ühene ülevõtmine ja rakendamine olla mõnel põhjusel otstarbekas. Eriti üldhariduskoolis on õpetajad näiteks mures suure iseseisva töö mahu pärast. Seetõttu tasub mõelda, kuidas ÜPK omale sobivamasse vormi teisendada või kuidas sellele omaseid tugevusi ka muude õppetegevuste käigus esile tuua.

ÜPK suurimad tugevused on järgmised:

1. suurem õppija vastutus – õppija peab edukaks õppeprotsessis osalemiseks olema sooritanud eelneva iseseisva töö;
2. suurem autonoomia õppeprotsessis – õppija saab ise valida aja ja koha õppimiseks;
3. töötamine omas tempos – iseseisvaks õppimiseks saab iga õppija kulutada täpselt niipalju aega, kui tal materjali omandamiseks kulub;
4. iseseisva õppimise oskuste arenemine – harjutades (elus vajalikku) iseseisvat õppimist ja saades tagasisidet selle edukuse kohta, saab iseseisva õppimise oskuseid ja strateegiaid arendada.

Mõni variant, kuidas õpetajad on ÜPK põhimõtteid kasutanud või võiksid kasutada:

1. Ärajäänud tunni asendamine – ÜPK meetodit võib edukalt kasutada ükskõik mis põhjusel ärajäänud õppetunni asendamiseks, kus ärajäänud tunni asemel teevad õppijad iseseisvalt kodus tööd ja järgmises toimivas tunnis saab iseseisvalt õpitut teadmisteks sünteesida. Miinuseks on see, et õppijad ei pruugi sellise korraldusega olla harjunud või sellega kiiresti harjuda.
2. Kodused iseseisva õppe päevad – osades koolides tehakse iseseisva õppimise päevi, kus õppijad veedavad terve koolipäeva kodus. Kodus õppimist võib väga erinevalt organiseerida (näiteks kordamine, harjutamine), kuid ÜPK annab selle eelise, et kodus õpitu leiab järgnevas klassitunnis kohest rakendamist ja õppija saab tagasisidet. Küll eeldab sellise süsteemi tekitamine kooli juhtkonna otsust.
3. Iseseisva osa klassis tegemine – kui ei ole soovi õppijatele kodust tööd jätta, siis võib iseseisva õppimise osa teha ikkagi klassiruumis (näiteks arvutiklassis). Õppijatel ei ole küll võimalik päris omas tempos õppida, kuid kindlasti on neil suurem autonoomia ja uus materjal tuleb ikkagi iseseisvalt omandada. Suureks plussiks on see, et õpetaja saab viibida õpilaste kõrval ja toetada õpioskuste arengut.
4. Õppekäikude või õuesõppe organiseerimine – uueks iseseisvalt omandatud informatsiooniks võib olla väljaspool klassiruumi saadud uus kogemus. ÜPK annab võimaluse, kuidas see kogemus õppeprotsessi integreerida. Kindlasti on see suhteliselt ebatraditsionaalne variant ÜPKst, kuid kõiki põhimõtteid saab rakendada ja suurem osa tugevusi tuleb välja.

Kasutatud materjal:

<sup>1</sup> E. Pilli, T. Vaikjärv, Ümberpööratud klassiruum meetod kui õppija vastutuse kujundaja, KVÜÕA toimetised, 2015.

<sup>2</sup> T. Vaikjärv, Töötuba „Ümberpööratud klassiruum“, Reaal- ja loodushariduse konverents Gunnar Polma mälestuseks, 2015.

<sup>3</sup> T. Vaikjärv, Ümberpööratud auditoorium - ümberpööratud klassiruumi kasutamine ülikoolis, [www.youtube.com/watch?v=R5h5HaXcN3k](http://www.youtube.com/watch?v=R5h5HaXcN3k), vaadatud 03.09.2017.

<sup>4</sup> E. Pilli, T. Vaikjärv, õpiobjekt Ümberpööratud klassiruum, <https://sisu.ut.ee/auditoorium/>, vaadatud 03.09.2017.

## Töötuba „Loovad ja uurimuslikud tööd õppija üldoskuste kujundamise toetajana“

Katrin Uutsalu (Pärnu-Jaagupi Põhikool, Pärnu-Jaagupi Muusikakool)

Põhikooli sihiseade põhikooli riikliku õppekava järgi on järgmine: „*Põhikooli ülesanne on luua õpilasele eakohane, turvaline, positiivselt mõjuv ja arendav õppekeskkond, mis toetab tema õpihimu ja õpioskuste, eneserefleksiooni ja kriitilise mõtlemisvõime, teadmiste ja tahteliste omaduste arengut, loovat eneseväljendust ning sotsiaalse ja kultuurilise identiteedi kujunemist.*“

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas on gümnaasiumi sihiseadena märgitud: „*Gümnaasiumi ülesanne on noore ettevalmistamine toimimiseks loova, mitmekülgse, sotsiaalselt küpse, usaldusväärse ning oma eesmärgi teadvustava ja saavutada oskava isiksusena erinevates eluvaldkondades.*“

Õppijate õpihimu ja õpioskuste arengu ning loova eneseväljenduse toetamiseks tuleb koolides anda erinevaid valikuvõimalusi, mille kaudu õppijad saavad teha oma õppetööd puudutavad otsuseid ning võtta langetatud otsuste eest ka vastutust. See suurendab õpilaste aktiivsust ja teotahet. Ühena õppija iseseisva töö oskuse harjutamise võimalusena on õppekavades ette nähtud **uurimusliku või loova töö** (edaspidi aastatöö) tegemine. Juhendaja toetab aastatöö valmimist ja õppija saab kogemuse, kuidas otsida informatsiooni, seda kombineerida ja oma tööle loovalt läheneda. Aastatöö annab võimaluse lõimida eri õppeaineid ning teha koostööd erinevate inimestega. Praktilise väljundiga loovtöödel on paljudes koolides nõutud ka lühike teoreetiline osa ja ülevaade töö teostamise etappidest, et harjutada kirjalike tööde vormistamise oskust ning õpetada kasutama infotehnoloogilisi vahendeid. Uurimuslike tööde tegemiseks on koolides välja töötatud uurimistöö tegemise juhend, milles on nii töö tegemise protsess, vahearuanete tegemine kui uurimistöö vormistamise nõuded.

Paljudel juhtudel pakuvad õpetajad välja erinevaid teemasid ja õpilane saab valida ette antud nimistust talle kõige huvipakkuvama. Järjest enam on aga koole, kus tööde teema ja juhendaja valik on õpilastele vaba. Sõltuvalt koolist võib aga eelnevalt kokku leppida mõne õppeaastat läbiva üldteema osas (Pärnu Vabakoolis on näiteks aasta teemadeks olnud Hansa-aasta, folkloor, *happy people, happy planet*, liikumine). Sisupoolest võime saada toekama töö, kui õpetaja töö teema ette annab, kuna ta valdab etteantud materjali kindlasti paremini kui mõnda enda jaoks võõramat teemat. Samas köidab õpilast ennast tema valitud teema paremini ning töö protsess toetab noore inimese iseseisvust ja loominguilistust rohkem. Julgustan õpetajaid juhendama teile mitte teada olevaid teemasid – õpilasele meeldib olla teadja rollis ning teile kui õpetajale jääb eduka töö juhendamise kõrval ka uute teadmiste omandamise rõõm. Juhendamine, kuidas tööprotsess käib, on sarnane kõigi teemade puhul ning kui õpetaja seda valdab, saab rõhutada õpilase kui antud teemas eksperdi arengut. Olen ise juhendanud 8. klassi noormehe uurimuslikku tööd BMX-rattast. Leppisime kokku, et mina keskendun töö struktuurile ja ajagraafikule ning noormehe kanda jäi kogu töö sisuline osa. Selline lähenemine meeldis õpilasele, tunnustas teda ning pani tööle akadeemiliselt vähemeduka õppuri. Tulemus sai asjalik.

Koolis, kus leppisime kokku aastateema, võimaldas see õppijatega arendada teemade seostamise ja mõtestamise oskust. Tegime mõttekaardi etteantud teemaga seotud teemade või tegevusalade kohta ning õpilased hakkasid sealt endale sobivat teemat otsima. Minu kui juhendaja eesmärgiks oli õpilase valikuvõimaluse ja seeläbi vastutuse võtmise võimaldamine. Korralduslikult oli uurimustöö tegemine toetatud sarnaselt ülikoolidega – oli aastatöö tund, milles õpetaja toetas töö valmimist materjalide otsimisel ning vormistuslikust küljest. Igal õpilasel oli ka teine juhendaja, kes oli toeks töö sisulisel valmimisel.

Olulisel kohal uurimuslike ja loovtööde tegemisel on koostöö erinevate inimestega ning tööga seotud paikade külastamine. Näiteks uurimusliku töö „Heategevus Pärnus“ raames viisime läbi intervjuud Pärnu loomade varjupaigas, Pärnu Toidupangas, Shalomi keskuses ning heategevuspoes Jenny Cruse. Loovtöö näidetena võib tuua valminud kandle, kanuu, rahvariie komplekti, parandatud motorrolleri, koolihoovile paigaldatud tasakaalutrossi. Tutvustan töötoas ühistööd koolihoovile õueõppeklassi kujundamisest ning loodusklassi seinale biogeneesi lühiülevaate joonistamisest. Kõigi nende tööde puhul oli noortel vaja teha koostöös mitmete spetsialistidega.

Uurimuslike ja loovtööde esitlemine annab õpilastele akadeemilist laadi esinemiskogemuse ning on ühtlasi nii eneseteostus ja -ületus. Seetõttu on oluline õpilastele oma tööst rääkimist kindlasti võimaldada.

## Töötuba „AHHAA-õpe – mis see on?“

Liina Kraun ja Verner Mägi (SA Teaduskeskus AHHAA)

AHHAA-õpe on teaduskeskuse võimalusi kasutav juhendatud sisukas koolipäev AHHAA-s. Õppepäeval saavad õppijad osaleda töötoas, lahendada meeskonnatööna eksponaatidega seotud uurimuslikke ülesandeid ja vaadata teadusteatrit, külastada planetaariumit või TÜ meditsiinikollektsioone või osaleda veel ühes töötoas. Õppepäeva kokkuvõttes sõnastavad osalejad saadud teadmisi ja kogemusi. See aitab omandatud kinnistada ning eneseväljendusoskust arendada.

Anatoomia õppepäeval ootab õppijaid lisaks teistele tegevustele laboratoorne töö, mille käigus lahkame sea südant või kopsu. Selle töötoa abil soovime osalejatele näidata, et AHHAA-s käib õppimine tegutsemisekaudu. Miks see oluline on? Oleme kogenud, et auditiivsel ja visuaalsel teel õppijate kõrval on üha kasvamas kinesteetiliselt õppijate osakaal – õppimine tegutsemise kaudu on eelkõige sobiv just neile. Jätkuvalt pöörame tähelepanu ka auditiivsel (kuulmise teel) ja visuaalsel (nägemise) teel õppijatele.

Kuigi meie õppepäeva jooksul on endiselt rohkem selliseid tegevusi, mis toimuvad istudes, otsime võimalusi tegevusteks, mille käigus õppijad saaks liikuda. Kristjan Pordi ühe minuti loengust selgub, et istumine on tervisele väga oluline risk. „Mida vähem päeva jooksul istuda, seda parem. Muude ainevahetust pärssivate tegurite kõrval kahjustab istumine lülisammast ja hilisem füüsiline koormus jätkab tihti sama „tööga“. Tagajärjeks on veelgi rohkem istuda või lamada. Aeglustunud verevool vähendab rasvade põletamist, aeglustab taastumist (eilsest trennist), suurendab trombide riski ning langetab vaimset suutlikkust – aines ülekaalulise, madala elukvaliteediga elu varajasele lõppemisele“ (lõik Kristjan Pordi ühe minuti loengust Novaatoris).

Üheks võimaluseks lisada oma tundi või töötuppa liikumist on lasta õpilastel endil vajalikud katsevahendid tuua. Ühtlasi anname sellega osa vastutust õppijate enese kätte, eriti kui paneme välja rohkem katsevahendeid, kui tööks vaja või kui lahenduse leidmise võimalusi antud katsevahendite abil on rohkem kui üks.

Õppepäeval paneme lisaks õppeainete lõimimisele ja reaal- ning loodusteadustele rõhku ka nn pehmete oskuste arendamisele (meeskonnatöö, enese juhtimine, tulemuste esitlemine). Lähtume, et elulised nähtused on arusaadavad igas vanuses õppijale. AHHAA-sse tasub eriti tulla enne 5. novembrit, sest siis külastame anatoomia õppepäeval TÜ meditsiinikollektsioonide asemel näitust „Ahhaa, inimkehad!“. Näitusel eksponeeritakse tõelisi plastineeritud inimkehasid. Plastineerimine tähendab, et kõik vedelikud, eelkõige veri ja vesi, võetakse inimkehast välja ja asendatakse need silikoonilaadse ainega. Lisaks on konverentsil võimalik tutvuda Teadlaste Öö Festivalil pakutavate töötubadega, mida õpetajad (või ka õpilased) ise festivalinädalal koolis läbi viia saavad.

Lisainfo AHHAA-õppe kohta: [www.abhaa.ee/koolid-ja-lasteaiad/abhaa-ope](http://www.abhaa.ee/koolid-ja-lasteaiad/abhaa-ope).



Foto 1. AHHAA-s käib õppimine tegutsemise kaudu (SA Teaduskeskus AHHAA)

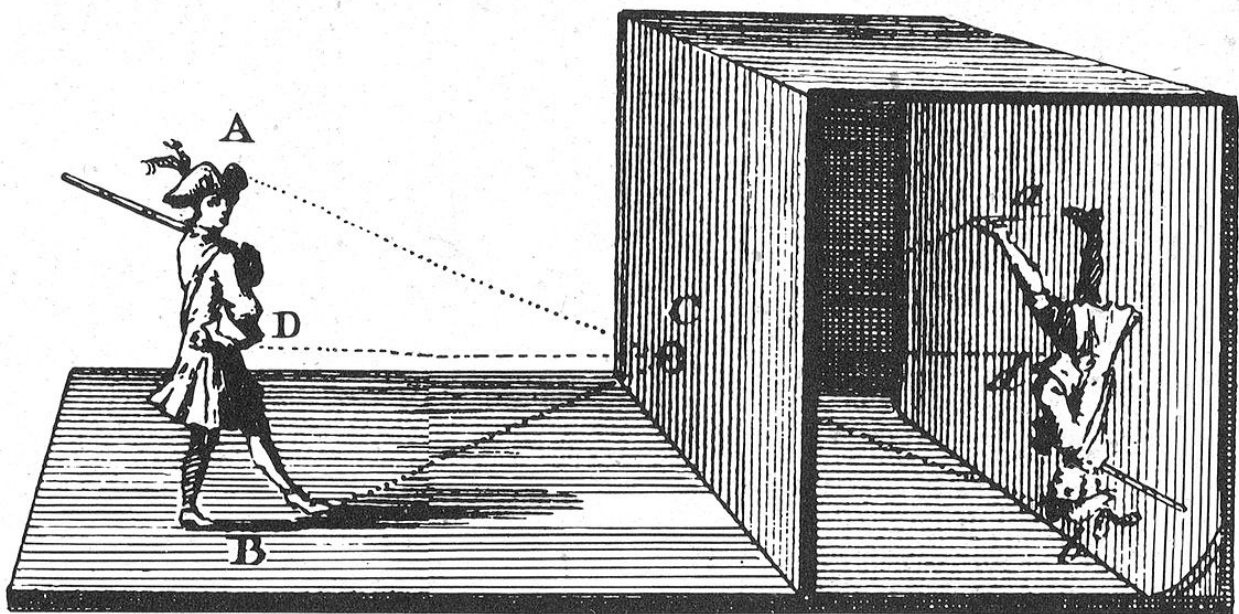


## Töötuba „Mis on *camera obscura* ja kuidas seda teha?“

Tanel Liira ja Tiit Sepp (Tartu Observatoorium)

Huvi uurida Maast kaugemal olevaid objekte – planeete, tähti ja galaktikaid – on olnud motivaatoriteks mitme põneva mõtte- ja vaatlusseadme loomisel. Keskkel kohal on siin teleskoop. Kui moodsamad astronoomilised teleskoobid on ligi 8-meetrise läbimõõduga hiiglased, kuhu „silma sisse“ vaadata ei saa ning enamik infot tuleb kas siis vaatluse spektroskoopiast või fotomeetriast, siis teleskoopide algus tuleb *camera obscura*’st (ladina keeles „pime ruum“), mis oli lihtne seade vaadeldavate asjade suuremaks projektseerimiseks. Vaatamata lihtsusele on just tehnoloogia pea kogu astronoomiliste vaatluste üheks esimeseks tehnoloogiliseks verstapostiks. Hiljem sai suurendav ava juurde ka läätsed või hoopis peeglid. Antud töötoas valmistamegi selle astronoomilise mõtteseadme algelise versiooni ja anname ülevaate, millised on tema võimekuse piirid ning millised on tema moodsamad ja võimsamad variandid. Vastavalt oma progressile võime heita pilgu ka keerukamatesse teleskoobi tehnoloogiatesse.

*Camera obscura* on vanim ja esimene fotograafia meetod, pole teada, millal täpselt see tehnoloogia kasutusele võeti, kuid vanimad märged temast on ligi 2500 aastat vanad. XV sajandil suudeti juba täpselt arvutada, milliste läätsedega millist pilti kuvada saab ning tehnoloogia võib selleks ajaks lugeda ka täielikult väljaarendatuks. Oma olemuselt on see kõige algelisem lääts, mille abil saab pilti kuvada kas seinale või siis kas või fotole.



Joonis 1. *Camera obscura* tööpõhimõte ([en.wikipedia.org/wiki/Camera\\_obscura#/media/File:001\\_a01\\_camera\\_obscura\\_abrazolas.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Camera_obscura#/media/File:001_a01_camera_obscura_abrazolas.jpg))

Tööpõhimõte on imelihtne, nagu jooniselt 1 näha võib. „Pildistavast“ või „vaadeldavast“ objektist tulev valgus kuvatakse läbi kitsa pilu ekraanile. Kuna kuvatava pildi suurus sõltub ennekõike pilu ja ekraani vahelisest kaugusest, siis saab tema abiga ka objekte suurendada või vähendada. Samuti saab *camera obscura* abil vaadelda nähtusi, mida palja silmaga on ebatervislik vaadelda – näiteks Päikesevarjutusi.

*Camera obscura* ehitamiseks on mitu võimalust sõltuvalt sellest, milline on lõppeesmärk. Kõigil juhtudel on selleks vaja karpi, terariista augu tegemiseks ja ekraani. Kui soov on teda kasutada ka näiteks projektina või pildistamiseks, siis võib täiendavalt vaja olla fotopaberit ja läätse.



## Töötuba „Keemilise reaktsiooni kiirust mõjutava teguri uurimine IGCSE eksamitöö ülesande põhjal“

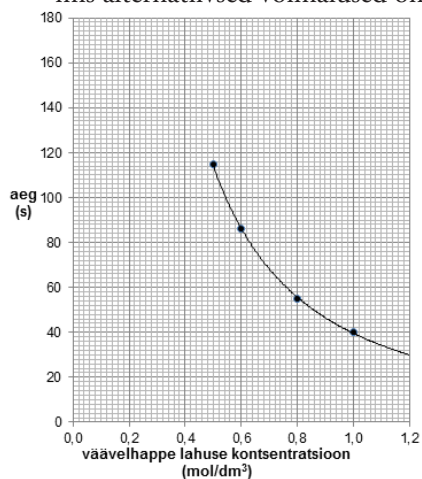
Martin Saar (Tallinna Reaalkool)

Hea võimalus mitmekesistada loodusteaduste õpet Eestis on ammutada inspiratsiooni rahvusvahelistest õppekavadest ning vastavatest eksamitöödest, sh praktilistest eksamitest. Töötoas tehakse läbi praktiline töö keemilise reaktsiooni kiiruse uurimisest, mis oli üks osa Cambridge'i IGCSE 2015. a novembrikuu praktilisest eksamist keemias. Cambridge IGCSE ehk International General Certificate for Secondary Education on rahvusvaheliselt tunnustatud õppekava, mida läbivad õpilased vanuses ca 14–16 ning enne A Leveli või International Baccalaureate (IB) õpinguid. Vastava sertifikaadi saamiseks keemias sooritavad õpilased kaks kirjalikku teoreetilist eksamit ning praktilise eksami. Viimast on võimalik asendada ka alternatiiviga, mis kontrollib eksperimentaalsete oskuste saavutamist praktilist tööd ise läbi viimata.

Töötoas sooritatakse eksperimentaalne töö reaktsiooni kiiruse uurimisest tahke magneesiumi ja väävelhappe lahuse vahelise reaktsiooni põhjal. Selleks viiakse läbi katsed nelja erineva kontsentratsiooniga väävelhappe lahusega:  $1,0 \text{ mol/dm}^3$ ;  $0,8 \text{ mol/dm}^3$ ;  $0,6 \text{ mol/dm}^3$  ja  $0,5 \text{ mol/dm}^3$ . Igas katses mõõdetakse 4 cm pikkuse magneesiumilindi täielikuks reageerimiseks kuluv aeg. Kogutud andmed esitatakse graafiliselt ning analüüsitakse vastavat diagrammi.

Ühtlasi arutatakse järgmisi vastavas eksamiülesandes esitatud küsimusi:

- mis on magneesiumi ja väävelhappe lahuse vahel kulgeva reaktsiooni tunnused,
- mis gaas moodustub reaktsiooni käigus ja mille alusel seda tuvastada,
- mis tüüpi reaktsioon kulgeb magneesiumi ja väävelhappe lahuse vahel,
- miks kasutatakse igas katses sama kogust magneesiumi,
- kuidas mõjutab reaktsiooni käigus asetleidvat temperatuuri muutust 2 cm pikkuse metallilindi kasutamine 4 cm pikkuse lindi asemel,
- mis alternatiivsed võimalused on reaktsiooni kiiruse uurimiseks sama reaktsiooni kasutades.



Joonis 1. Kogutud katseandmete graafiline esitus

Töötoas läbiviidud praktiline uurimuslik töö on hõlpsasti kohandatav Eesti riiklikust õppekavast lähtuval õppele. Gümnaasiumi riikliku õppekava kursuses „Keemia alused“ on praktilise tööna nimetatud keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toime uurimine ning õpitulemusena keemilise reaktsiooni kiirust mõjutavate tegurite toime analüüsimine. Sarnased praktilised tööd aitavad õpilasel kujundada loodusteaduslikku pädevust. Keemilise reaktsiooni kiirusega tutvutakse juba põhikooliõpingute jooksul ning mõningase lihtsustamise järel sobib vastava töö idee rakendamiseks ka 8. klassis. Ühtlasi toetavad sellelaadsed tööd juba 7. klassi loodusõpetuse ainekavas loetletud uurimisoskuste kujunemist, mille hulka kuuluvad kõrvalmuutujate kontrollimise vajaduse mõistmine ning oskused esitada tulemusi diagrammina, teha kogutud andmete põhjal järeldusi, selgitada ja ennustada tulemusi jmt.

Eksamitööd on veebis leitavad nii institutsiooni Cambridge International Examinationsi kodulehel [www.cie.org.uk](http://www.cie.org.uk) kui näiteks [www.teachifyme.com/igcse-chemistry-past-papers](http://www.teachifyme.com/igcse-chemistry-past-papers).

## Töötuba „Uurimislabor – muna uurimine“

Karin Hellat, Grete-Liliane Küppas ja Jürgen Metsik (Tartu Ülikool)

Tartu Ülikooli Teaduskoolis alustas 2016/2017. õppeaastal tööd Uurimislabor, kus loodusteaduste olümpiaadide ülesannete baasil koostatud 3–4-tunnised eksperimendid on mõeldud põhikoolide ja gümnaasiumide õpilastele, keda juhendavad üliõpilased. Eelmisel kooliaastal külastas Uurimislaborit ca 1500 õpilast ligikaudu viiekümnest Eesti koolist.

Muna on kõigile teada-tuntud objekt. Kuidas seda loodusteaduslikult põhikooli tasemel uurida?

Seadsime eesmärgiks teha 3-tunnine praktikum, kus tegeldakse munarebu, -koorte ja -valge uurimisega. Selleks aga tuleb esmalt toores muna jagada kolme ossa. Et anda praktilisi oskusi kaalumiseks, tuleb kõik muna osad eraldada ning seejärel kaaluda. Teades ka terve muna massi, saame kriitiliselt hinnata munajaotamise protsessis tekkinud kadusid. Munakollase uurimisega tegeleme selles laboris ajapuudusel kõige põgusamalt – õpilased määravad rebu värvust värviskaala abil. Selgitame, et silm mõõtmisvahendina ei ole kuigi täpne, kuid terve klassi tulemuste põhjal saab leida rebu värvuse keskväärtusena.

Munakoored pakuvad põnevat katsetamist tänu oma koostisele. Kuna tegemist on kaltsiumkarbonaadiga, eraldub munakoortele soolhappe lahuse lisamisel süsihappegaas. Juhtides gaasi lubjavekke, millele on lisatud indikaatorina fenoolftaleiini, näevad õpilased, kuidas süsihappegaas muudab lubjavee happeliseks, millega kaasneb ka indikaatori värvimuutus. Katse annab võimaluse tutvustada pH väärtusi aluselises ja happelises keskkonnas.

Leekreaktsiooniga saavad õpilased tõestada munakoores leiduvat katiooni. Hea, kui lisaks kaltsiumioonile saab demonstreerida ka teisi leeki iseloomulikult värvivaid katioone. Munakoort lusikal kuumutades saame kaltsiumkarbonaadi lagundada kaltsiumoksiidiks ja süsihappegaasiks. Arutletakse selle üle, kuhu põlemisel läheb gaasiline aine ja milline aine on põlemisjääk. Kui põlemisjääk valada vette, milles on fenoolftaleiini, siis näevad õpilased, et lahus muutub aluseliseks. Vanemate klasside õpilased saavad koostada ning tasakaalustada katsetamisel toimunud keemiliste reaktsioonide võrrandeid.

Kõige aeganõudvam, kuid ka kõige rohkem raskusastmeid võimaldav töö munalaboris on munavalge valgusisalduse määramine. Selleks oleme konstrueerinud lihtsa mõõteraku, kuhu küvetiga asetatakse uuritavad valgulahused. Valgusdiodilt lähtuv valgus läbib küveti ning detektoris registreeritakse valguse intensiivsus, mis sõltub lahuse valgusisaldusest. Detektor mõõdab pinget, mida registreeritakse voltmeetriga. Pärast tuntud valgusisaldusega lahuste mõõtmist joonistavad õpilased kalibreerimisgraafiku ning seejärel leiavad uuritava munavalge valgusisalduse. Selles eksperimendis on kombineeritud mitmed laboritöö oskused: vajalike kalibreerimislahuste valmistamine, munavalge erinevate kontsentratsioonidega lahuste valmistamine, paralleelmõõtmiste läbiviimine, kalibreerimisgraafiku joonistamine paberil või arvutis, terve klassi mõõtmistulemuste keskmistamine, standardhälbe leidmine jm. Samuti saab võrrelda erinevate munatootjate munade valgusisaldust, kui iga klassiga võtta katsetamiseks erinevad munad.

Muna uurimine on põhikooli õpilastele jõukohane ning tagasiside katsetamisele on olnud positiivne.

## Töötuba „Mida astronoomid päriselt teevad?“

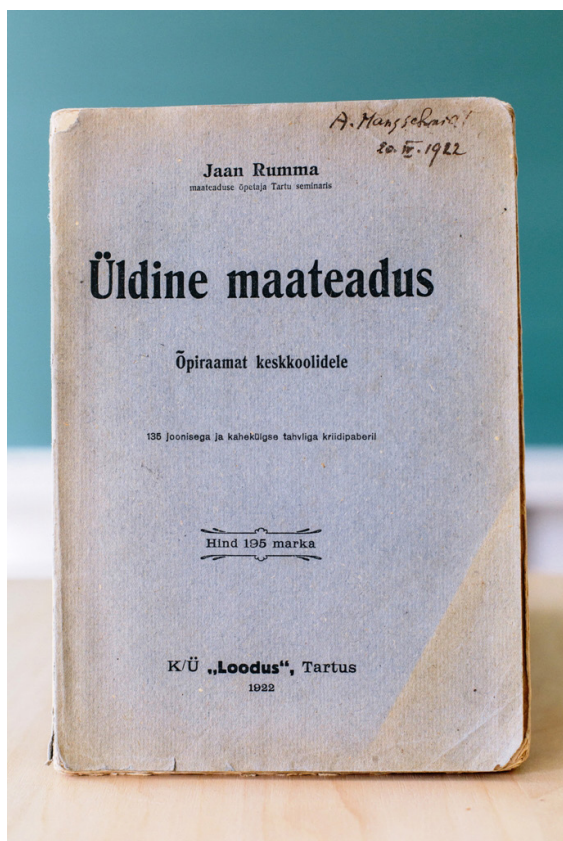
Janet Laidla (Tartu Ülikooli muuseum)

Töötöas näitame lihtsustatud ülesande (heleduskõverad) abil, milliste andmetega täheteadlased reaalselt tööd teevad. Heleduskõver on graafik, mis näitab objekti heleduse intensiivsuse muutumist ajas. Astronoomid uurivad heleduskõverate abil näiteks muutlikke tähti ja supernoovasid, samuti võib heleduskõverate abil leida Päikesesüsteemi-väliseid planeete. Töötöas kogume erinevatest allikatest andmeid ühe objekti kohta, joonistame graafikuid ning proovime mõlemal juhul andmeid ka tõlgendada.

Lisaks saavad töötöast kasulikku lisateavet astronoomia- ja kosmoseteemalise huviringi praegused ja tulevased juhendajad. Tartu Ülikooli muuseum sai Teeme+ taotlusvoorst toetuse, et käivitada astronoomia ja kosmoseteemalise huvihariduse kompetentsikeskus. Loodav keskus koolitab tulevase ringijuhte, koostab ja vahendab erinevaid temaatilisi õppematerjale, korraldab võistluseid ja teisi võrgustikusündmuseid, kus õpilased kohtuvad teiste õpilastega, kellel on sarnased huvid. Sel õppeaastal toimuvad huviringi juhendajate koolitused 23. ja 24. oktoobril 2017 ning 23. ja 24. märtsil 2018.

Projekti raames koostame koolidele mõeldud rändnäituse, mis näitab erinevaid karjäärivõimalusi kosmosega seotud aladel ning toob näidetena esile naiste panuse astronoomiasse ja kosmosetehnoloogiasse. Näitus valmib 2017. aasta novembriks ning näitusega seoses viime koolides läbi ka loenguid ja töötöbe. Projekt kestab kuni 2020. aasta 31. märtsini ja seda toetatakse Euroopa Regionaalarengu Fondist.

Lisaks tutvustame uut astronoomia- ja kosmoseteemalist näidisõppekava „Uurime universumit“, millest võivad kasulikke viiteid leida ka loodusõpetuse õpetajad ning loodus- või teadusringi läbiviijad. Näidisõppekava avaldatakse Eesti Teadusagentuuri kodulehel. Eesti Teadusagentuur on ka näidisõppekavade tellija. Näidisõppekavade valmimist on rahastatud Euroopa Regionaalarengu Fondi TeaMe+ toetuse andmise tingimuste raames.



### Jaan Rumma „Üldine maateadus“ (1922)

*Olen kindlas veendes, et kooli õpiraamat ainult kõige olulisemat ja tarvilisemat peab sisaldama, ja nimelt ainult seda, mis koolitoas töötamiseks õpetaja abil ja juhatusel ning kodus õpilastele kordamiseks ja meeldetuletamiseks hädatarviline on. Igasugused pikad sõnaohtrad seletused on seepärast liigsed ning õpetaja individuaalseid kalduvusi piiravad. Olen sellepärast käesolevas raamatus ainet katsunud tihedalt koondada, tihti mõne üksiku nähtuse peale ainult tähelepanu juhtides, usaldades pikemad selgitamised ja uute näidetega täiendamise õpetaja hooleks.*

## Töötuba „Olukorras metsas“

Kristi Parro (Riigimetsa Majandamise Keskus)

Mõista-mõista, mis see on? Ei näe otsa, ei näe äärt, aga kõik näevad seal ennast. Nii võiks kõlada tänapäeva mõistatus, mille vastuseks mets. Mets on alati kandnud erinevaid rolle – olnud varjupaik, pakkunud materjali kodu rajamiseks, toonud lauale värsked marjad ja seemed, on elupaigaks loomadele, lindudele ja mitmekesisele taimestikule – kuid kunagi ei ole inimesed pidanud niivõrd oluliseks tasakaalu metsa eri funktsioonide vahel ja olnud metsamaata elanikul niivõrd palju võimalusi metsa kasutamises kaasa rääkida.

Õpitoas uurime ja arutleme, kuidas on võimalik säilitada metsa ökoloogiline, majanduslik ja kultuuriline tasakaal olukorras, kus pidevas muutuses on inimesed ja nende vajadused ning ka mets ise. Kuigi mets pakub töökohti enam kui 35 000 eestlasele, on tänased töökohad metsas midagi muud kui 30 aastat tagasi: palju tehakse ära arvutiga, tehnoloogia abil saab arvele võtta iga millimeetri puitu ja üle lugeda kõik marjad, erinevate tegevuste metsas planeerimine on pigem inimestevaheliste kokkulepete kui tehniline küsimus. Samas tuleb arvestada, et mets ei ole piltpostkaart. Mets on pidevas muutumises – taimed kasvavad, tormid murravad – mets elab jätkuvalt oma rütmis, küsimata inimeselt, mida ja kuidas ta olema peab. Kõike seda silmas pidades on ainsana selge, et otsuste tegemine on ülimalt keeruline ja iga otsus tähendab kompromissi erinevate osapoolte vahel.

Õpitoas saavad osalejad panna ennast erinevatesse kingadesse ja kõndida läbi erinevaid metsaradu. Uurime, mida ja kuidas teevad otsuseid metsas igapäevaselt töötavad inimesed – metsakorraldajad, metsakasvatajad, raiemehed, looduskaitstjad, teadlased – ja mida arvavad sellest kohalikud ja metsa matkamiseks või puhkamiseks kasutavad sellid, ametnikud ja poliitikud. Kust nad saavad oma teadmised otsuste tegemiseks ja kuidas need sünnivad?

Jutt üksi ei maksa midagi, nii paneme ka ise töötoas käed külge, katsetame erinevaid metsa kohta info kogumise võtteid, võtame juppideks lahti juhtumeid ja otsime paremaid lahendusi.

Kas teadsid, et:

- 51% Eestimaast on kaetud metsaga, millest 45% on RMK hoole all.
- Alates aastast 1988 on Eesti metsade pindala suurenenud Saaremaa ja Hiiumaa pindala võrra. Kui võrrelda praegust seisuga aastaga 1958, on suurenemine enam kui kolme Saaremaa pindala võrra.
- Torm on peamine häiring, mis metsa ilmet sekunditega võib muuta, metsapõlenguid põhjustab väik vaid 1% juhtudel.
- Erametsaomanikke on Eestis ca 113 000 ehk pea iga kümnes meist.
- Igal aastal istutatakse riigi- ja erametsa ca 30 000 metsataime.
- Ühepereelamu jaoks tarvilik kogus puitu kasvab tagasi 1 minutiga.
- Riigimetsast ca 40% on range kaitse all või erinevate majandamispriirangutega.
- Riigimetsas on kaitsealuste liikide leiukohti 29 634.
- Pärandkultuuri objekte on kaardistatud enam kui 37 000.
- Peamisteks looduskaitsetöödeks riigimetsas on poollooduslike koosluste taastamine ja soode taastamine.
- Igal aastal tehakse RMK puhke- ja kaitsealadel 2,3 miljonit külastust.
- RMK juures tegutseb teadusnõukogu ja alates 2008. aastast on teadlastega koos uuritud võimalusi metsise elupaikade kvaliteedi tõstmiseks, kliima muutuse ja raiete mõjusid, maastiku tasandil planeerimist jpm.



## Töötuba „Arvutipõhine statistika“

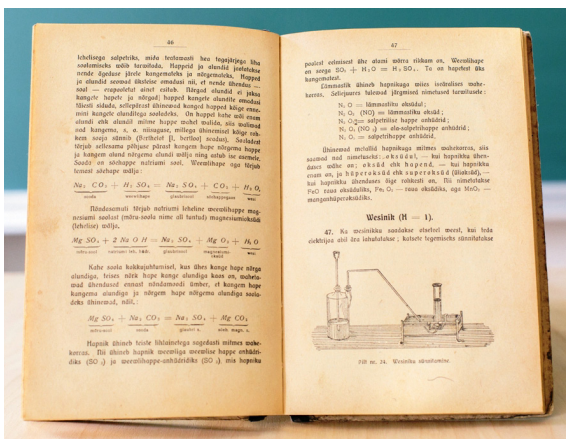
Ülle Kikas (Tartu Ülikool) ja Sirje Sild (Nõo Realgümnaasium)

Andmete, graafikute ja statistilise analüüsi meetoditega töötamise oskused on järjest enam nõutud erinevate ainevaldkondade õpingutes ning väga paljudel ametikohtadel. Töötoas tutvustatav arvutipõhise statistika (APS) kontseptsioon ning õppevahendite pakett on loonud tugeva potentsiaali andmete, statistika ja tõenäosuse õpetamise viimiseks uuele tasemele, nii et õpilased omandavad tänapäevased oskused arvuti abil andmetest uue teadmise loomiseks. APS-õppekava ei kapseldu matemaatika mõistete äraõppimisse. Tegemist on kontseptuaalse õppega, mille igas moodulis võetakse ette mõne suurema probleemi lahendamine: tutvutakse taustatingimustega, formuleeritakse matemaatiline ülesanne, leitakse lahendamiseks sobivad meetodid ja tööriistad, tehakse arvutuste põhjal järeldusi ning jagatakse neid kaaslastega. Õppematerjalide metoodiline ülesehitus peab silmas kõiki tänapäeva edumeelse pedagoogika põhimõtteid, õpiväljundid taotleavad nii matemaatikaalaste kui üldpädevuste arengut. Töötoas saab tutvuda õppematerjalidega ja nende testimise tulemustega ning osaleda õpilasena interaktiivses arvutipõhise statistika tunnis.

APS-tund toimub tüüpiliselt arvutiklassis, kus õpetajal ning igal õpilasel on internetti ühendatud arvuti, kuhu on installeeritud õppematerjalid ja nende tööks vajalik CDF-mängija. Mõlemate allalaadimise juhendid leiab veebist [koolistatistika.ut.ee](http://koolistatistika.ut.ee) lehelt. Algatuseks loob õpetaja klassi ja kutsub sinna õpilased (meiliaadresside põhjal). Tunnis töötavad õpilased oma arvutis, läbides erinevaid tegevusi, nt info selekteerimine, andmete otsing, allalaadimine ja visualiseerimine, testid, esseede ja arvamuste kirjutamine. Vastused ning arvamused saadetakse õpetajale, kes näeb nende kokkuvõtet oma arvutis ning saab seda soovi korral kõigile näidata. Seega on õpetajal pidevalt pilt kõigi õpilaste ja kogu klassi edasijõudmisest, mis soodustab õppimise efektiivset juhtimist ning hindamist.

Õppematerjalides on kokku 11 ühtse narratiiviga seotud moodulit, mis katavad põhikooli ja gümnaasiumi matemaatika ainekava õppesisu, kuid sisaldavad traditsioonilise õppekavaga võrreldes ka uusi mõisteid ja meetodeid, mis on arvutiga lihtsalt teostatavad. Esimene, põhikoolile mõeldud moodul „Kas ma olen normaalne?“ algab oma klassi andmestiku kogumisega ning selle kirjeldamisega tabelite ja graafikute abil. Gümnaasiumi moodulis „Kui palju eestikeelseid sõnu ma tean?“ jõutakse juhusliku suuruse jaotuse ning statistiliste hinnagute usaldusväärsuse keeruliste kontseptsioonideni. Mitmed moodulid on otseselt kasulikud uurimistööde koostajatele. Käsitletakse andmete kogumist küsitlustega, valimite koostamist, andmete lähendamist funktsiooniga, kahe suuruse vahelisi statistilisi seoseid ning andmete visualiseerimist.

Töötoas tutvutaksegi lähemalt andmete visualiseerimisele keskenduva mooduliga, kus õpitakse valima sobivaid graafikute tüüpe, koostatakse graafikuid ning mõistetakse, kuidas visuaalsete võtetega manipuleerimine võib moonutada andmete tõlgendamist.



### Julius Kalkun „Mineralogia käsiraamat“ (1918)

Mis raamatu kirjutajat ainet peajasjaliselt selles korras sundis läbi võtma, nagu raamat seda sisaldab, oli see olukord, et Wene kui ka Eesti koolides, kus looduseõpetust õpetatakse, õpilastel igasugused keemialised eelteadmised puuduwad. Keemiat aga, kui aineõpetuse olulist põhja, ei või siin lihtsalt välja jätta. Kiwiriik on ju muidu surnud, aga juba esimesed keemialised katsed sütitawad õpilastes kustutamata teadusehimu, kui nad näewad, et ainetes, mida nad surnuteks pidasid, huwitawad salajõud tegewad on. Keemialiste tundmiste omandamiseks oli seega tarwis üleüldiste õpetuste järele keemia põhjused peale üle minna. Selle jätkuks on iseenesest mõistetawalt tähtsamate algainete ja nende ühenduste läbiharutamine.



## Töötuba „UNESCO pärandi uurimine: koostöös partneritega teostatavad projektid“

Natalja Nagajtšenko ja Anna Pitkina (Sankt-Peterburgi Nevski rajooni 639. kool, Venemaa)

Sallivuse ja vastastikuse arusaamise õhkkonna loomiseks, universaalsete väärtuste säilitamiseks nii praeguse kui tulevaste põlvkondade jaoks, riigi ning maailma tasemel efektiivselt probleeme lahendada suutvate juhtide kasvatuseks on tänapäeval tähtis suunata laste tegevusi kultuuridevahelise dialoogi poole.

Sankt-Peterburgi 639. kool on olnud aktiivne UNESCO ühendkoolide võrgustiku liige alates 1998. aastast. Kool kaasab õpilasi UNESCO maailmapärandi objektide uurimisse ning töötab pidevalt välja uusi haridusprogramme. Programmide kontseptsioon põhineb arusaamal, et maailmapärand on inimkonna mälu ning pärandi tulevik on noorte kätes – nemad peavad aga omakorda seda tundma, hoidma ja väärtustama.

Inimeste ja kultuuride loominguuline mitmekesisus on maailmapärandi idee keskpunkt. Seetõttu on õpetajatel palju võimalusi projektide korraldamiseks, kasutades Peterburi ühiskondlik-kultuurilisi tingimusi.

Meie töötuba pakub osalejatele võimaluse tutvuda uue programmiga „UNESCOga mööda Sankt-Peterburgi“, mis võitis 2017. aastal Peterburi koolidevahelise võistluse ning sai 2 miljonit rubla toetust 2017/2018. õppeaastaks, samuti on võimalik kavandada tunnivälise tegevuse mudel UNESCO ajaloolis-kultuuriliste väärtuste raames (joonis 1).

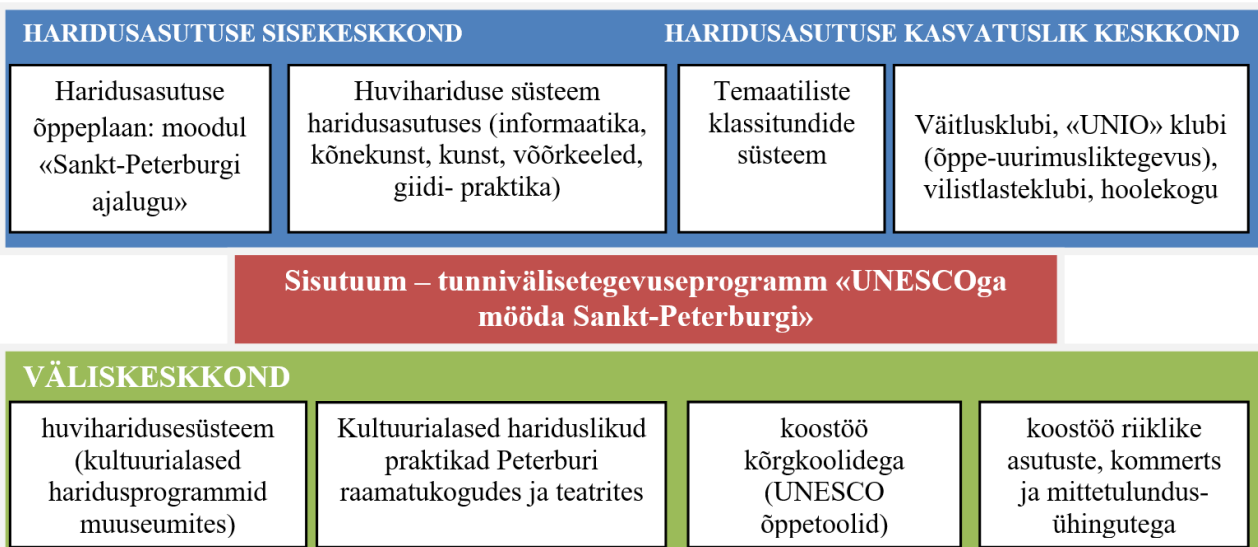
### Mida huvitavat pakub meie programm?

- programm vastab kõigile Venemaa kaasaegse hariduse nõuetele ning aitab teostada süsteemselt tegusa õppe põhimõtteid,
- haridusmetoodilise kompleksi multimeedia mänguline osa tõstab õppimismotivatsiooni ja kaasab lapsi interaktiivsesse dialoogi linna ajaloolis-kultuurilise pärandiga, kasutades muuhulgas infotehnoloogiavahendeid,
- ehitatakse uusi huvi- ning üldharidust ühendavaid, aga ka sotsiaalseid partnereid kaasavaid mehhanisme, protseduure ja tehnoloogiaid.

Töötoa autorid tutvustavad osalejatele programmi veebilehte, mida täidavad õpetajad, õpilased ja partnerid. Saame tuttavaks autorite veebilehe ülesehituse põhimõtetega ja teeme ära ühe temaatilise projekti.

Praegu toetavad programmi „UNESCOga mööda Sankt-Peterburgi“ Peterburi kõrgkoolide UNESCO õppetoolid, UNESCO Ühendkoolide Riiklik Koordineerimiskeskus, Ajaloo- ja Kultuurimälestiste Riikliku Järelevalve Komitee, linna juhtivad muuseumid ning teised organisatsioonid.

Meie kogemuse baasil võib luua uue programmi UNESCO pärandi uurimiseks oma riigis või linnas, samuti tutvuda Peterburi ajaloo ja kultuuriga – linna ajalooline keskus on UNESCO kaitse all.



Joonis 1. Tunnivälise tegevuse korraldamise üldine integratsioonimudel

## Töötuba „Formaalharidust toetavad õppeprogrammid Tallinna loomaaias – kellele ja miks ning kuidas võtta tunnist maksimum“

Helina Manso (Tallinna Loomaaed)

Ülemaailmne loomaaedade strateegia seab loomaaedade kõige üldisemaks eesmärgiks looduskaitse. Tänapäeva loomaaiad on kujunenud asutusteks, kus meeldiva ajaviite pakkumise kõrval tegeletakse teadus- ja haridustegevuse ning liigikaitsega.

Tund loomaaias võimaldab nii õpetajate kui õpilaste jaoks muuta õppeprotsessi põnevamaks ja vaheldusrikkamaks. Oskusliku juhendamisega võib loomaaed olla koht, mis aitab õpilasel mõista, kuidas looduses on kõik omavahel seotud, tekitades huvi ja kujundades positiivset suhtumist nii loomade kui looduse vastu tervikuna.

Loomaaed on suurepärase paik õpilaste vaatlusoskuste arendamiseks. Erinevate vaatlusülesannetega saab õpetada lapsi märkama seoseid elusa looma, tema välimuse, kohastumuste, loodusliku elupaiga ja loodud tehiskeskonna vahel. Ühtlasi suunata tähele panema detaile loomade käitumise juures, tõmmates paralleele inimühiskonnaga. Teinekord aitab ust loomamaailma juurde avada õigel ajal ja õiges kohas esitatud kõitev fakt koos selgitusega. Tallinna loomaia enam kui 500 liigist ja 10 000 isendist koosnev kollektsioon on suurepäraseks õppebaasiks imetajate, kalade, lindude, kahepaikesete, roomajate ning nende kohastumuste, elupaikade ja liigikaitse õppimiseks.

Tallinna loomaia keskkonnahariduskeskuses viiakse aastaringselt läbi formaalharidust toetavaid õppeprogramme kõikidele kooliastmetele ning lasteaedadele nii eesti kui vene keeles. Vastavalt vanuseastmele ja teemale kasutatakse tundides erinevaid õppemeetodeid: vaatlused, arutelud, mängud, õppekäigud, rühmatööd, töö mikroskoopidega jm. Iga tunni juurde kuulub ka temaatiline õppekäik loomaaias või laste zoos.

2016/2017. õppeaastal viidi loomaia keskkonnahariduskeskuse spetsialistide poolt läbi 305 õppeprogrammi koolidele ja lasteaedadele. Õppeprogramm kestab tavaliselt 1,5 tundi, kuid on võimalik tellida ka pikemaid programme. Et lühikesest loomaaias veedetud ajast oleks maksimaalselt kasu, saab kooliõpetaja õpilasi ette valmistades palju ära teha. Näiteks tutvustada õpilastele eelnevalt loomaaeda mineku eesmärki ja õpitavat teemat, rõhutades, et loomaaeda minnakse loomadele külla, mis eeldab ka vastavate käitumisreeglite üle kordamist. Pärast õppeprogrammi on õpilastel võimalus iseseisvalt või koos õpetajaga kollektsiooniga tutvuda – ka seda saab teha mõtestatult. Ühe päevaga tervet loomaaeda läbi käia ei jõua, samuti ei tasu oodata, et kõik loomad end pidevalt näidata soovivad. Iga looma vaatlemiseks tuleks varuda aega.

Loomaia kodulehelt leiab infot loomaaias toimuvate sündmuste, teemapäevade, huviringide ja õpilastele suunatud konkursside kohta.

## Töötuba „Fragmente Ida-Aafrika alanguvööndi loodusest pearõhuga nn Serengeti ökosüsteemil“

Mati Kaal (Tallinna Reaalkooli vil! 79)

Ida-Aafrika alanguvöönd on mandrilaamade edasi-tagasi triivimise tulemusel tekkinud ala ning moodustab kahe vulkaanide rea vahele jääva suhteliselt õhukese maakoorega piirkonna (peamiselt 1,5–2 km üle merepinna), kus valitsevad üsna erilised looduslikud tingimused. Suure vulkaanilise tuha sisalduse tõttu on sealne pinnas väga viljakas, ent kogu vegetatsioon ja sellest sõltuvad loomsed toitumisahelad on suures osas juhitud sademetest. Maaviljelus on võimalik üksnes paigus, kus on, peamiselt mägedest alla voolavate jõgede vee varal, ära lahendatud pideva kastmise võimalus.

Ekvaatori lähistel paikneb ulatuslik savannipiirkond, kus on välja kujunenud nn Serengeti (maasai keeles lõputu tasandik) ökosüsteem (asub valdavalt Tansaania, ent ulatub ka Keeniasse), mille ulatuses toimub hiidränne, kus osalev umbes miljonipealine eri liiki suurte taimtoiduliste imetajate mass teeb sademete kannul igal aastal enam kui poole tuhande kilomeetri pikkuse tiiru. Rändurite põhimassi moodustavad valgehabe-sinignuud, böömi savannisebrad ja Thomsoni gasellid. Samas elavad neil aladel mitmete paiksete rohusööjate liigid (Aafrika savannielevant, maasai kaelkirjak, Aafrika pühvel, jõehobu, vesivohlu, Granti gasell, Ida-Aafrika teravmokkninasarvik jt) ning mitmed suurkiskjad (maasai lõvi, Aafrika leopard, Aafrika gepard, tähnikhüään), kelle elu-olu niisugune regulaarselt korduv läbiränne paratamatult ja oluliselt mõjutab.

Niisugune olukord on säilinud suuresti tänu sellele, et isa ja poeg Bernhard ja Michael Grzimek eelmise sajandi keskel sealset ökosüsteemi, põhiliselt oma kulu ja kirjadega, uurisid ja selle kaitse alla võtmise eest võitlesid. Mõlemas riigis on sellest hiidrändest haaratud aladele tänaseks loodud rahvuspargid: Tansaania Serengeti ja Keenias Maasaimara rahvuspark. Serengeti rahvuspargi territooriumilt on inimasustus täielikult välja viidud (seal elavad vaid kaitseala töötajad ja turistide teenindajad) ning selle puhvertsoonis on lubatud elada ja tegutseda üksnes maasaidel.

Maasaid toituvad põhiliselt lihast, verest ja piimast, ei puutu metsloomi ning on pigem abiks võimalike salaküttide avastamisel. Nende külade, poomade külastamisel saab selgeks, kui vähe on inimestel tegelikult eluks vaja. Maasaidid on ligi poolteist miljonit ja nad liiguvad rändkarjakasvatajatena Ida-Aafrikas piirideüleselt, enamasti olemata ühegi riigi kodakondsed. Seoses üha kasvavate hariduspüüdlustega jõuab osa neist tänapäeval siiski linnadesse, hülgab nomaadluse, võtab vastava riigi kodakondsuse ja saab passi.

Tansaania põhjaosas on lisaks Serengetile tavatult tihedasti rahvusparke ja muid kaitsealasid (Tarangire, Lake Manyara, Olduvai jt), kus on kõigis üldisele looduskaitsele lisaks mingi erilist tähelepanu vajav, just sellele päigale iseloomulik objekt või looduskooslus.

Sellesse piirkonda jääb ka maailma suurim kaldeera, Ngorongoro (läbimõõt kõige laiemast kohast 22 ja kõige kitsamast kohast 17,5 km ning sügavus servast põhjani 600 meetrit), mis on samuti täieliku looduskaitse all ja rikkaliku elustikuga.

## Töötuba „Soome kogemus interdistsiplinaarsusega“

Ville Tilvis, Teppo Harju ja Elisa Mehtälä (Helsingi Reaalkool)

Helsingi matemaatikagümnaasiumis on tema spetsiifikast lähtuvalt järjepidevalt pandud rõhku reaal- ja loodusaineid lõimivatele kursustele. Selle töötoa eesmärk on tuua konkreetseid näiteid meie koolis rakendatavatest interdistsiplinaarsetest kursustest.

Soome uus riiklik õppekava tõi gümnaasiumiastmesse kohustuse läbi viia kursuseid, kus lõimitakse teadust ja kunsti eesmärgiga otsida ühisosa erinevate käsitluste vahel ja samuti näidata õpilasele laiemat konteksti. Samas eesmärgi saavutamiseks on kõikidele koolidele jäetud vabad käed.

Helsingi matemaatikagümnaasiumis korraldati ideekorje, mille käigus said nii õpilased kui õpetajad välja pakkuda, kuidas nende arvates peaks sellised kursused välja nägema. Parimad mõtted kohandati nõuetele vastavateks ja pandi õpilastele hääletusele.

Kursused, mida oleme läbi viinud ja praegu korraldame:

- robotid ja kunst – see aine koondab endas arvutiinseneria, programmeerimise ja kunsti. Õpilased kavandasid, ehitasid ja programmeerisid endale Arduino roboti;
- ulme – see aine koondab endas füüsika, kirjanduse, kunsti ja ajaloo. Kursuse käigus tutvusid õpilased erinevate ulmeperioodidega ja neile iseloomulike tunnustega. Käsitleva teose abil arutleti maailma tuleviku ja võimalike ohtude üle, näiteks puudutati teemasid „Mida annavad robotid meile tulevikus?“ ja „Mis on tuleviku toit?“;
- fotograafia ja valguse teadus – see aine koondab endas füüsika, bioloogia ja kunsti. Kursuse käigus õpivad õpilased fotograafia erinevaid kasutusalasid teaduses. Näiteks räägitakse infrapunafotograafiast, solarograafiast ja elektronmikroskoobi abil tehtavatest fotodest. Selle aine läbiviimisel tehakse koostööd ka Helsingi ülikooli biotehnoloogia ja elektronmikroskoopia osakonnaga.

Lühidalt räägime veel kursustest, milles käsitletakse makromolekule, mänguteooriaid, matemaatika ajalugu, riskipiirkondi, ja õpilasuurimusest, mille käigus valmis poplaulude genereerimise algoritm.

Töötöas räägime oma kogemusest selliste ainete loomisel ja õpilaste tagasisidest neile.

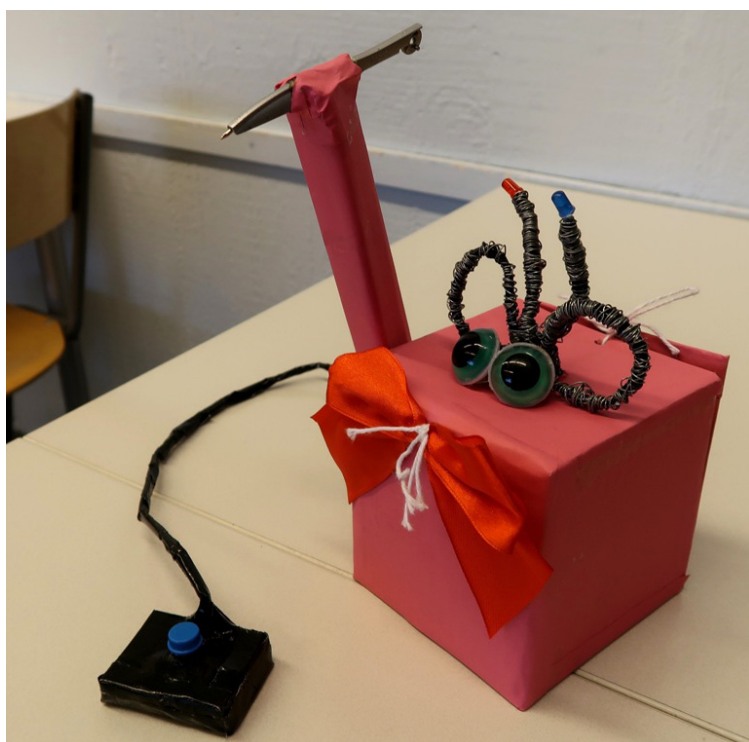


Foto 1. Robotid ja kunst



## Töötuba „Loodusteadused ja infotehnoloogia kunsti uurimise teenistuses uurimisprojekti „Christian Ackermann, Tallinna Pheidias, ülbe ja andekas“ (2016–2020) näitel“

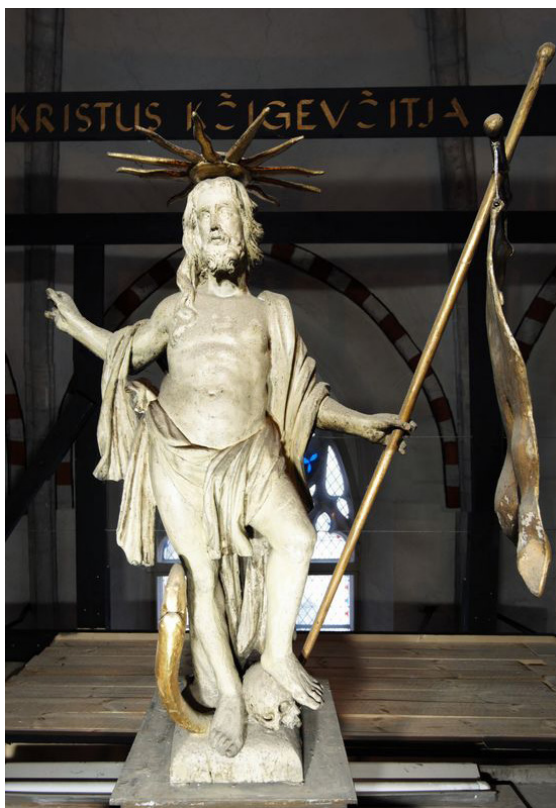
Hilkka Hiipi (Eesti Kunstiakadeemia) ja Tiina-Mall Kreem (Eesti Kunstimuseum)

Töötuba eesmärk on äratada õpetajates ja nende vahendusel õpilastes huvi humanitaar- ja reaalteaduste loimimise vastu, teha nähtavaks nähtamatu ja mõtestada nähtav.

Traditsiooniliselt humanitaarvaldkonda liigituv kunstiteadus ei saa tänapäeval läbi reaalteaduste ega selle uurimismeetodite ja (info)tehnoloogiliste abivahenditeta. Eesti Kunstimuseumis ja Eesti Kunstiakadeemias on konservatorid ja kunstiajaloolased eeskätt dr Hilkka Hiipi eestvedamisel tegelema juba aastaid kunstiteoste tehniliste uuringutega. Rahvusvahelist tähelepanu on leidnud näiteks Kadrioru Kunstimuseumis läbiviidud uurimisprojekt „Simson ja Deliila“ (2008–2019) ja „Bosch & Brueghel“ (2008–2012) ning Niguliste Muuseumi uurimisprojekt „Rode altar lähivaates“ (2013–2016).

Eesti Kunstiakadeemia, Eesti Kunstimuseumi, Tartu Ülikooli ja mitme teise teadusasutuse koostööna läbiviidava uue uurimisprojekti (2016–2020) keskmes on Christian Ackermann – Eesti barokiajastu skandaalseim ja andekaim puunikerdaja. Mees, keda tituleeriti omal ajal Tallinna Pheidiaseks (vanakreeka kujur, u 480–430 eKr), kes murdis end välja aastasadu püsinud jäigast tsunftisüsteemist ning valmistas aastatel 1680–1710 peaaegu kõik Eesti tähelepanuväärsemad kirikusisustuselemendid: altariseinad, kantslid jms.

Tallinna Toomkirikus Ackermanni loodud altariseina ees ja tellingutel toimivas töötuba tutvustakse projekti raames läbiviidavaid (info)tehnoloogilisi (xrf, röntgen, 3D-mudeldamine jms) uuringuid, mis annavad teavet meistri loomingu algse värvi, vormi muutuste, materjalide ja nende töötlemise tehnikate kohta. Samas demonstreeritakse uurimistöö tulemusi ning nende populariseerimisviise ja -kanaleid ning antakse vastus küsimusele: mida annavad need uuringud avalikkusele ehk milles seisneb humanitaar- ja loodusteadlaste uurimisprojekti „Christian Ackermann“ kasu Eesti (kunsti)ajaloole, muinsuskaitsele, erinevatele kogukondadele ning tulevasele teadustööle.



Fotod 1 ja 2. Ackermanni nikerdatud Kristuse kuju pärast XIX sajandil toimunud ülevärvimist ja tehniliste uuringute abil loodud algse värvilahenduse rekonstruktsioon



## Töötuba „Õpilaste individuaalse arengu ja erihuvide toetamine muuseumis“

Helene Uppin (Eesti Meremuuseum)

Muuseumid on juba aastakümneid teinud tihedat ja viljakat koostööd õpetajatega, et pakkuda põnevat programmi, mis toetaks õppekava. Kuid lisaks õppekavaga kooskõlas olevatele muuseumitundidele või teemaekskursioonidele, mis on muuseumi poolt juba valmis disainitud ja mida on üsna hõlbus oma klassile tellida, saab muuseumiga teha koostööd ka individuaalsel tasandil konkreetsete õpilaste erihuvide toetades või lihtsalt koos teie klassile disainitud programmi luues. Selleks sobib näiteks uurimistööde konsultandi otsimine muuseumist, huviringides või viktoriinidel osalemine või ka muuseumipoolse spetsialisti kutsumine kooli loengut või töötuba andma.

Väga hea abivahend ideede otsimiseks õpilaste uurimistööde teemadele on muidugi *muus.ee* veebikeskkond, kus saab muuseumi kogudega virtuaalselt tutvuda. Sellest veelgi kasulikum on aga leida muuseumist inimene, kellega oma küsimusi ja ideid jagada – tihti ei oska muuseum ära kirjeldada kõiki võimalusi, millega tal tegelikult õpilasi on võimalik toetada. Tohtu pikkade nimekirjade koostamine ei oleks võib-olla ka väga innustav õpetajale ja õpilasele, kes tegelikult vajavad inimlikku julgustust: „jah – muuseum on valmis tegema koostööd“ või „ei, kahjuks selle teemaga meie ei tegele, kuid x või y muuseumist võite leida nii vastavaid esemeid kui ka eksperte“.

Meremuuseum on juba mitmel aastal võtnud oma tiiva alla keskkooliõpilasi, kes on tahtnud spetsiifiliselt merendusega seotud uurimistöid kirjutada. Uuritud on nii kliimamuutusi läbi Suure Tõllu jäämurdmise päevade statistika kui ka 1930. aastaid laevamadruse igapäevaelu päevikikirjelduste kaudu. Tihti pole õpilasel muuseumisse kirjutades erilist ettekujutust sellest, mida ta uurida tahab. Pigem paelub teda valdkond või lihtsalt võimalus uurimistööd kooliseinte vahelt väljas teha. Siiski paneme õpetajatele südamele, et muuseumi teadurid ja teised töötajad ei ole koolitatud vastava kooli uurimistööde nõudeid järgima. Me saame võtta küll konsultandi, kuid mitte juhendaja rolli. Seetõttu on rangelt soovituslik vähemalt esimesele kohtumisele muuseumis tulla koos õpilasega või hoida meili teel sündmuste käigul silma peal.

Lisaks oleme koos Eesti Polaarklubi, SA Eesti Polaarfondi ja Tallinna Geograafiaõpetajate Aineühendusega katsetanud ka üleriigilise viktoriini korraldamist. Nii toimuski 2017. aasta 5. mail Lennusadamas polaarviktoriin, mille eelvoorus osales üle 200 õpilase üle kogu Eesti. Kuna peauhind oli polaarekspeditsioon, ei saanud punkte ainult selgeks õpitud faktide eest, vaid tuli näidata üles ka nutikust artikli tõlgendamisel ning head koostöövaimu. Plaan on ka edaspidi taolisi võistlusi korraldada, aga ehk mitte igal õppeaastal.

Küll aga soovitame me õpetajatel oma ideed julgelt lauale tõsta ja meiega ühendust võtta, sest oleme erikokkulepetel teinud nii allveearheoloogilise 3D modelleerimise töötuba, väikeklassidele kohandatud muuseumitunde, võõrkeeles läbi viidud ekskursioone koostöös keeleõpetajatega, ainesektsioonide loenguid kui ka koolide raamatukoguhoidjatele suunatud teabepäevi, teisisõnu seinast seinä üritusi, mida me letitootena välja ei soovi reklaamida (selleks poleks jõudlust), kuid mille puhul oleme valmis individuaalseid kokkuleppeid sõlmima.



Foto 1. Polaarklubi korraldatud ekspeditsioonil osalesid 2017. aasta juulis viktoriinivõitjad Siim Lilleoja, Sten Arthur Laane, Maria Huntsaar, Carmen Kuusk ja Adel Müürsepp.

## Töötuba „Planetaariumi kasutamine helilainete levimise fenomenide demonstreerimiseks“

Aare Baumer (Energia Avastuskeskus)

Töötoas tutvustatakse põhikooli füüsikakursusest helilainete ja akustikaga seotud nähtuseid: lained, heli, helikiirus, võnkesageduse ja heli kõrguse seos, heli valjus, võnkumiste avaldumine looduses ja rakendamine tehnikas.

Töötoa tegevuste asukohaks on Energia Avastuskeskuse planetaariumi kuppel. Kupli raadius on 5 meetrit ja seega kujuneb maksimaalseks lainete teepikkuseks 10 meetrit ning viiteks ligikaudu 30 millisekundit. Nõgus ja helilaineid koondav pind on kaetud valge värviga ja seega on kuplil ning põrandal mitmekordselt erinevad helineeldumiskoeffitsiendid. Nende füüsikaliste parameetrite baasil on Energia Avastuskeskus välja arendanud akustika töötoa, milles osaledes saavad õpilased sooritada minimaalselt 3 erinevate katsete seeriat helilainete levimisest.

Kuigi heli ja akustika katsed on ka koolitundides suhteliselt lihtsalt läbi viidavad, erineb planetaariumi kupli ruumi kasutamisel saadud kogemus kõigist teistest samalaadsetest. Energia Avastuskeskuse õpitoas asuvad osavõtjad reaalselt **katseseadme sisemuses** ja tunnetavad kohe oma tegevuse tulemust. Seega toimib planetaariumi kuppel kui unikaalne, kognitiivne katseseade. Niisuguse tegevuse käigus saadud kogemus ületab oma intensiivsusega tavalise, monofunktsionaalse katseseadme kasutamisel saadud kogemuse.

### Töötoa kirjeldus

Töötoas selgitatakse osavõtjatele lühidalt tegevuse eesmärki, mõisteid ja abivahendite kasutamist. Järgmiseks kuulatakse erinevaid helifaile (loodushelid, puhtad toonid, valge ja pruun müra), mis kannavad endas viiteid edaspidisele praktilisele tööle. Osavõtjatele selgitatakse järgmiste mõistete sisu:

- lainete interferents, paisud ja mõõnad,
- helilainete peegeldus tihedama keskkonna pinnalt ja levimise kiirusest tekkiv laine fronti viide ehk kaja,
- spekter, erinevate sageduste neeldumine sõltuvalt materjalidest,
- faasierinevuste tajumine ja selle kasutamine heliallika asukoha määramiseks,
- helitugevuse piiramine kuulmiskahjustuste ärahoidmiseks.

Sissejuhatus järel saavad osavõtjad ruumis liikuda, tekitada helisid ja neid kuulata. Asukohtade valikul alustatakse võimalikult kupli seina lähedusest, kus viiteaegade erinevus on kõige suurem, seejärel liigutakse kupli keskele ja kuulatakse fookusesse koondunud valget müra. Et katsetajad moodustavad oma kehade suure pindalaga helisummutava objekti, siis lisandub ka selle mõju katseseeria tulemustele. Seega, olles ise helide allikaks ja vastuvõtjaks, on osavõtjatel võimalus kohese tagasiside abil modifitseerida katse tingimusi.

### Õppematerjalid

Osavõtjad saavad enda käsutusse helitekitamiseks vajalikud vahendid, mida kasutatakse töötoas viibimise ajal. Abivahenditeks on plöksutid terava frondiga impulsside tekitamiseks ja ruuporid.

### Õppemeetod

Teadmiste edastamisel kasutame retsiprokaalmeetodit, kus informatsiooni edastaja ning vastuvõtja(d) tegutsevad vaheldumisi ja edastaja suunab töö käiku vastavalt vastuvõtja(-te) teadmistele. Protsessi jooksul võib õpitööle lisada järjest uusi nüansse, täiendusi, muutes vajadusel katsete käiku.

### Kokkuvõtteks

Unikaalse katseseadme sees viibimine katse ajal lisab praktilisele töötoale juurde täiendava väärtuse. Õpitakse *in situ*. Katseseade, katse ise, selle läbiviija ning tulemused on üksteisega lahutamatu seotud.

Töötoa täienduseks soovime filmi „Helielu“ vaatamist.

## Töötuba „Uued teadushuviringi näidisõppekavad aitavad tunni põnevaks teha“

Katrin Saart (SA Eesti Teadusagentuur) ja Kairi Põldsäär (Tartu Ülikool)

**Töötoaks vajalik IKT-baas:** nuti-telefonid, internet.

Käesoleva aasta märtsis kuulutas SA Eesti Teadusagentuur välja üleriigilise ideekonkursi teadushuvihariduse näidisõppekavade tellimiseks. Kuna huvihariduses ning -tegevuses on loodusteaduste ning tehnika valdkonna huviringide mitmekesisus Eestis kõige väiksem, siis telliti näidisõppekavad kahte valdkonda: tehnika ja inseneeria ning loodus- ja täppisteadused.

Praeguseks on välja töötatud üheksa erinevat näidisõppekava. Nende hulgas on viis erinevat õppekava geoloogia või eluslooduse huviringide algatamiseks erinevas kooliastmes. Lisaks on välja töötatud kaks kosmoseteemalist õppekava: „Uurime universumit“ ning „Astronautika akadeemia“ ning inseneeria ja audio- ja videoproduktsooni seonduvad õppekavad. Algklasside õpilastega katsetamiseks on võimalik leida mõtteid näidiseist „Igapäevane teadus lastele“.

Enamik näidisõppekavasid on 210-tunnise mahuga, mis on jaotatud kolmele õppeaastale ja kasutatavad nii huvikoolis kui üldhariduses. Samuti on erinevad võimalused 1.–3. klassile; 4.–6. klassile või 7.–9. klassile. Kõik näidisõppekavad sisaldavad õppeprotsessi kirjeldusi, kus on toodud LTT-valdkonna seosed igapäevaeluga ja meetoodilisi juhised huviringitegevuse läbiviimiseks. Töötoa esimeses pooles tutvustatakse kõiki loodud õppekavasid mõne sõnaga lähemalt.

Töötoa teises pooles räägitakse lähemalt huviringi õppekavast „Geoloogia 4.–6. klassile“. Õppekava koosneb 14 üldisemast moodulist ning mitmetest alateemadest, mida käsitletakse läbivalt 3-aastase õppekava jooksul. Õppekava lähtub neljast olulisest kriteeriumist:

1. **õppimine on lõbus ja põnev** – uute teemade omandamine toimub peamiselt praktiliste tegevuste kaudu, näiteks meisterdamine, rollimängud, katsetamine, vaatluste tegemine, õuesõpe ning IKT-võimaluste kasutamine;
2. **töövahendid on taskukohased ja kõigile kättesaadavad** – erinevate töötubade läbiviimisel on pakutud töövahenditeks käepäraseid lihtsaid vahendeid, soodsaid alternatiive, kodus olemasolevaid taaskasutusmaterjale jne;
3. **matkamarsruudid on asukohaspetsiifilised** – juhendajal on võimalik marsruut koostada vastavalt soovitudele, milliseid vaatlusi matkal teha või milliseid proove koguda. Matka marsruutide koostamisel saavad abistada kohalikud RMK infopunkti töötajad, metsnikud, turismiinfo töötajad, aga ka kohalikud ettevõtjad (nt kui piirkonnas on mõni töötav kaevandus, turbatootmisettevõtte vms);
4. **juhendajal ei pea olema eelnevat loodusteaduslikku tausta** – juhendajateks võivad olla nii kohaliku kooli loodusainete või geograafia õpetaja või loodusteadusliku taustaga noorsootöötaja, aga ka ilma eelneva loodusteadusliku taustata, kuid põhjalikuks enesetäiendamiseks valmis entusiastlikud ringijuhid.

Töötoas tehakse ühiselt läbi vähemalt üks „Geoloogia 4.–6. klassile“ näidisõppekavas õpilastele välja pakutud praktiline tegevus, kasutades isiklikke nutitelefone.

Näidisõppekavade koostamist toetatakse Euroopa Regionaalfondi TeaMe+ toetuse andmise tingimuste raames. TeaMe+ eesmärk on positiivse ühiskondliku fooni loomine LTT-valdkonnas õppimisele ja töötamisele ning noorte huvide toetamine. Õppekavad saavad kättesaadavaks septembrikuus 2017 ETAGi kodulehel: [www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadshuviharidus](http://www.etag.ee/tegevused/teadpop/teamepluss/teadshuviharidus).

## Töötuba „Elektrivool, mis see on, kus ta on ja milleks?“

Ken Tilk (Pernova Hariduskeskus)

Pärnu linnas on välja töötatud koostöömudel „Pärnu linn kui õpikeskus – PÕK“, mille eesmärk on arukalt loimitud alus-, üld-, huvi- ja kutseharidus ning erinevad õpipaigad linnaruumis, pakkudes noortele õppimiseks ja hobidega tegelemiseks avaramaid võimalusi kui iga haridusvaldkond eraldi. Koolidele pakutakse praktikume erialaspetsialistide juhendamisel, vajalikke ruume ning tehnikat.

Pernova Hariduskeskus on koostanud riikliku õppekava järgi erinevaid loodus- ja tehnoloogiasuuna praktilise väljundiga õppeprogramme ([www.pernova.ee](http://www.pernova.ee)).

„Elektrivool, mis see on, kus ta on ja milleks?“ on loodud toetamaks 3. klassi loodusõpetuse ainetundi. Õppeprogrammi seos õppekava üldosaga: arendada õpilastes suhtluspädevust ja omandada õpipädevust, mõistab sümboleid, suudab kirjeldada ümbritsevat maailma mõõtmisvahendite abil ning teeb tõendus põhiseid otsuseid; kasutab uusi tehnoloogiaid eesmärgipäraselt. Seos ainekavaga: loodusõpetuse ainekava: elekter ja magnetism – vooluring; elektrijuhtid ja mitteelektrijuhtid; lihtsa vooluringi koostamine; ainete elektrijuhtivuse kindlaks tegemine.

Programm on praktilise väljundiga, et aidata mõista elektri olemust, kuna tavaolukordades ei ole võimalik elektrit näha ega tunda, raskendab see teooria omandamist. Eesmärk on, et õpilane oskab iseseisvalt koostada vooluringi ja kindlaks teha elektrijuhtivust multimeetri abil ning teab mikrokontrolleri programmeerimise üldpõhimõtteid.

Programm koosneb viiest osast:

1. Esimeses osas vestlus ja arutelu: elektrivoolu mõisted ja selgitus. Räägitakse, mis on elekter ja kust on tulnud sõna elektrivool. Saab tutvustada enda kokkupuudet elektriga. Arutletakse teemal, mis on vooluring ja millest see koosneb. Tutvustatakse vooluringi osade omadusi ja mõõtühikuid.
2. Teises osas tutvutakse multimeetri kasutamisega. Kontrollitakse multimeetri abil üle, kas kõik vooluringi osad on töökorras: juhtmete läbitavus, patarei pinge ja LED-lambi kasutuskord. Õpilane näeb ja saab realselt katsuda vooluringi komponente ja õppida, kuidas nende erinevaid omadusi mõõta.
3. Kolmandas osas koostatakse lihtne vooluring. Koostatakse lihtne vooluringi skeem patarei, juhtmete ja LED-lambi abil ning analüüsitakse vooluringi paigutust ja katkemist. Tutvutakse elektriskeemiga, mille abil luuakse vooluring, saades teada vooluringi omadused ja tööpõhimõtted. Lisaks räägitakse takistusest ja kuidas see vooluahelat mõjutab.
4. Neljandas osas koostatakse vooluring makettplaadil. Vooluring koostatakse keerulisema vooluringi makettplaadil, kasutades lüliti, LED-lampi ja patareid. Antud praktilise tegevuse abil on võimalik tutvustada täiesti tavalist valgusti vooluringi, mida kasutatakse kodudes, koolides, tööl jne ning õpilane näeb õpitu praktilist poolt tavaelus. Lisaks korratakse üle põhilised ohutustehnika nõuded elektriga ümberkäimisel.
5. Viiendas osas tehakse õppeprogrammi kokkuvõte. Kokkuvõte teemast tehakse arutelu ja analüüsi käigus. Selgitatakse ja/või korratakse üle omandatud teadmised, tuuakse näiteid tavaelust. Õppeprogrammi läbimisel saadakse vooluringi loomiseks ja analüüsimiseks vajalikud teadmised, mis arendavad loogilist mõtlemist elektroonika valdkonnas, õpetavad vooluga õigesti ja ohutult käituma ning mille abil võib parandada lihtsamaid vooluringe, näiteks mänguauto või taskulamp.



## Konverentsi kava

### 15. september

- 10.00 Osalejate registreerimine ja tervituskohv
- 10.30 Konverentsi avamine  
Mailis Reps (Eesti Vabariigi haridus- ja teadusminister). Ene Saar (Tallinna Reaalkooli direktor)
- 11.00 „Õpilase arengu vajadusi toetav õpe Eesti üldhariduskoolis Euroopa kontekstis“  
Pille Liblik (Haridus- ja Teadusministeerium)
- 11.30 „Õppekavast ning terviklikku mõtlemist toetavatest õppevormidest loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonnas“  
Ülle Kikas (Tartu Ülikool, MTÜ Teaduskera)
- 12.00 „Uudne lähenemine loodusainete ja matemaatika õpitulemuste välishindamisel“  
Regina Multram ja Elle Reisenbuk (SA Innove)
- 12.30 „Loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia valdkonna koostöine edendamine nii Euroopas kui Eestis – eesmärgid ja võimalused“  
Terje Tuisk (Eesti Teadusagentuur)
- 12.45 Lõuna
- 13.30 „Rakett69 ülesande väljatöötamine – ideest eetrini“  
Juhan Koppel
- 14.00 „Kastist (klassist) välja: aineülesed õppekäigud“  
Piret Karu ja Tiina Talvi (Tallinna Reaalkool)
- 14.30 „„GIS kooli“ ja „GeoMentor“ – haridusprogrammid koolidele“  
Ranel Suurna (AlphaGIS OÜ)
- 14.50 „Muutustest hindamises Soome 2016. aasta riikliku õppekava järgi“  
Päivi Kousa (Maunulan yhteiskoulu ja Helsingin matematiikkalukio, Soome)
- 15.30 Paus
- 16.00 „Geograafia ja bioloogia. Keskkonna tundmaõppimine vaatlusmeetodi abil“  
Bart de Wolf (Lyceum Sancta Maria, Holland)
- 16.45–17.30 Paneeldiskussioon teemal „Kooli roll ja õpetajate võimalused pseudoteaduse (ebateaduse) tõrjumisel“. Modereerib Toomas Reimann (Tallinna Reaalkool)

## Konverentsi kava

### 16. september

- 9.00 Tervituskohv
- 9.30 „Kas ühiskondade tekke ja arengu mõistmiseks on vaja teadmisi bioloogias?“  
Kersti Veskimets (Tallinna Reaalkool)
- 10.00 „Õpilaste karjääriteadlikkuse tõstmine teadusega seotud valdkonnas sidusrühmade koostöö abil“  
Mii Rannikmäe (Tartu Ülikool)
- 10.30 „Tippsooritusest, sellega kaasnevast õppimise ja õpetamise ekspertiisist Anders Ericssoni järgi“  
Einar Rull (SA Innove)
- 11.00 „Inimene piiridel: meetodist tervikuni“  
Joonas Hellerma (Eesti Rahvusringhääling)
- 11.30 Paus
- 12.00 Paralleelsed töötoad
- 13.00 Paralleelsed töötoad
- 14.00 Lõuna
- 15.00 Paralleelsed töötoad
- 16.00 Paralleelsed töötoad
- 17.00–17.15 Töötubade kokkuvõtted aulas. Konverentsi lõpetamine



## REAALI POISI LUGU



1923. aastal võttis Tallinna Õpetajate Selts vastu otsuse rajada mälestusmärk Eesti Vabadussõjas langenud õpetajatele ja õpilastele. Esialgse idee kohaselt taheti monumendiga pölistada kõikide 1918–1920 langenud koolmeistrite ja õppurite mälestust, hiljem aga otsustati mälestusmärk pühendada üksnes Tallinna õpetajatele ja õpilastele. Juba 1924. aastal alustati korjandusega ning 1925. aastal moodustati mälestussamba püstitamise komisjon. Kaalumisel oli mitu autorit, kuid lõpuks võitis Ferdi Sannamehe projekt. Kaalumisel oli kaks Sannamehe kavandit: noormees kiivris ja kaetud riidega üle niuete ning alasti noormees. Viimane kavand võitis komisjonis hääletamise tulemustega 4 : 3. Võitnud kavandi vastu oli ka Amandus Adamson, kes olevat nõrdimusest käinud isegi Tallinna linnapea juures sellise amoraalse kuju püstitamise vastu protesteerimas.

Kuju modelleeriti Tallinna Poeglaste Kommertskooli õpilase Harry Nurmet-Neumanskrafti järgi. Metall kuju jaoks saadi sõjatööstusliku ettevõtte Arsenal ülemalt, kes pakkus varem Vabaduse väljakul seisnud Peeter Suure skulptuuri käsi ja saapaid. Vabadussõjas langenud õpilaste ja õpetajate mälestussamba avamisel 13. novembril aastal 1927 olevat olnud „erakordselt raevukas lumetorm“. Sellest hoolimata oli Tallinna Reaalkooli ette kogunenud esindajaid enam kui kolmekümnest koolist, Eesti Vabariigi riigitegelasi ning saadikuid Soomest, Lätist, Ungarist ja Tšehhoslovakiast, samuti samba sponsorid. Kohal oli ka kunagisi õppursõdureid ja Vabadussõja veterane. Kokku oli kohale tulnud üle tuhande inimese. Sõna võttis komitee esimees Otto J. Kiisel, riigivanem Jaan Teemant avas samba ning kohal olid ka kindralleitnant Johan Laidoner ja haridusminister Jaan Lattik. Laidoner ütles samba avamisel: „Olen osa võtnud paljude mälestusmärkide avamisest, olen neid näinud. Kuid see siin on neist kõige ilusam.“ Jaan Lattik kinnitas avamisel peetud kõnes, et sambad pole üksnes mälestuseks, vaid ka toeks neile, kellel tuleb rasketel silmapilkudel otsuseid teha.

17. juunil 1940. aastal okupeeris NSV Liit Eesti ning 23. septembril 1940 teistsaldis punavõim ausamba, mida Reaalkooli õpilased olid hakanud Reaali Poisiks kutsuma. Voldemar Panso on oma päevaraamatusse teinud 24. septembril 1940. aastal järgneva sissekande. [...] *Kuradi rahutu päev oli eile. Realkooli eest võeti päeva ajal maha vabadussõjas langenud õppurite mälestussammas. Kuni hilja õhtuni diiseldasid rahutud rahvahulgad realkooli ees, miilitsad ja vene sõjaväelased ajasid rahvast laiali, autotega veeti aina meie mehi minema, kes vastu hakkasid või suud paotasid. 3 meie madrust vabastasid ühe eestlase vene ohvitseri käest - madrused viidi ära. Oli laskmist, lauldi hümmi. [...] 28. augustil 1941 jõudsid Saksa okupatsiooniväed Tallinna ning juba samal päeval töid Reaalkooli õpilased Poisi kuju Tööhoovist tagasi. Mälestustes on öeldud, et kui Poiss tagasi toodi, lauldi Eesti hümmi ning kuju oli ümbritsetud lilledega. 29. märtsil 1948 võtsid Nõukogude okupatsioonivõimud kuju uuesti maha ning see hävitati. Esimesest mahavõtmisega võrreldes oli rahvapoolne protest palju vaiksem ning suuri rahvakogunemisi ei toimunud.*

1980. aastate lõpul algatati arutelu monumendi taastamisest. Ka Tallinna linnavalitsus oli ideega nõus ning tellimus anti skulptor Ekke Välile. Kuna skulptor ei pidanud algse monumendi täpset taastamist õigeks, valmis kuju ilma käte ja jalgadeta, mälestamaks Poisi kahekordset mahavõtmist. Paljud vilistlased olid sellisele otsusele vastu ning järgnes pikk vaidlus kahe osapoole vahel. Lõpuks jõuti kompromissile ja tehti kaks kuju: Ekke Väli „Monument monumendile“ paigutatakse Reaalkooli ruumidesse ning endises asukohas maja juures taastatakse ka algne kuju. Koopia avati Eesti Vabariigi 75. sünnipäevaks 23. veebruaril 1993.

Vabadussõjas langenud õpilaste ja õpetajate mälestussammas on olulise tähendusega Eesti Vabariigi ajaloos. Mitmed Tallinna koolijuhid, õpilased ja riigiisad kogunevad igal aastal samba juurde olnut meenutama nii Tartu rahu aastapäeval kui Eesti Vabariigi sünnipäeval. Reaalkooli jaoks on Poiss üks Tallinna Reaalkooli sümbolitest, mille juurde kogunetakse 1. septembril koolimütsi saama, ainetundi läbi viima või sõpradega kohtuma.