

**RAHVUSVAHELISTE
VÕRDLU SUURINGUTE**

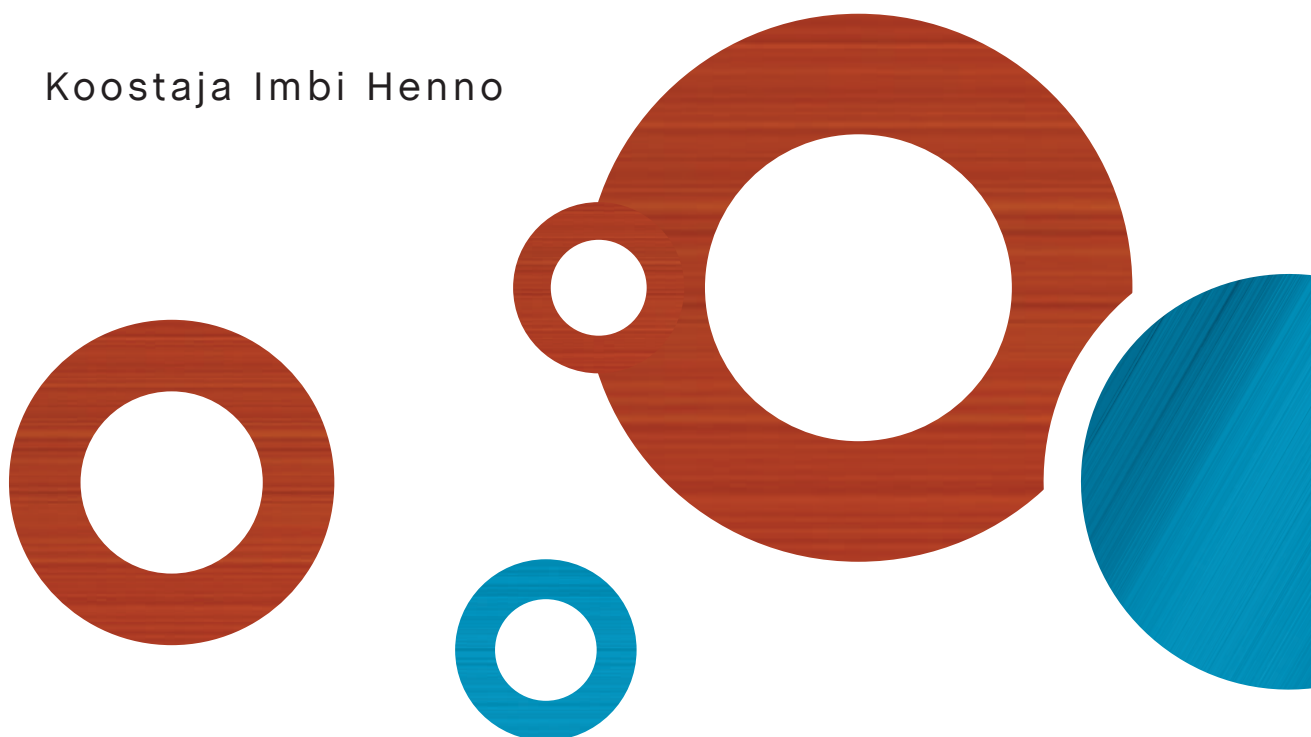
TIMSS 2003

JA

PISA 2006

ÕPPETUNNID

Koostaja Imbi Henno



**RAHVUSVAHELISTE
VÕRDLUUURINGUTE
TIMSS 2003 JA PISA 2006
ÕPPETUNNID**

Koostaja Imbi Henno

Tallinn 2010

RAHVUSVAHELISTE VÕRDLUSUURINGUTE TIMSS 2003 JA PISA 2006 ÕPPETUNNID

Koostaja Imbi Henno
Keeletoimetaja Ene Sepp
Sisutoimetaja Priit Reiska
Kujundaja Karl-Kristjan Videvik

Kogumiku koostamist ja toimetamist on toetanud Euroopa Sotsiaalfondist rahastatav haridusteaduse ja õpetajakoolituse edendamise programm Eduko.
Kogumik on trükitud Haridus- ja Teadusministeeriumi toel.



ELLU VIIB SIHTASUTUS
ARCHIMEDES



Haridus- ja Teadus|ministeerium



TALLINNA ÜLIKOOL

Autoriõigus Koostaja ja autorid, 2010

ISBN 978-9949-9062-5-3

Sisukord

5 Sissejuhatus

Mida on loodusteaduste õpetajatel õppida rahvusvahelisest võrdlusuuringust TIMSS 2003? Imbi Henno

- 7 1. Rahvusvahelise matemaatika ja loodusainete võrdlusuuringu TIMSS korralduse põhimõtted
- 8 2. TIMSS 2003 lühikirjeldus
- 8 2.1. Sihtrühmad, valimi moodustamine
- 9 2.2. TIMSS 2003 loodusteaduste hindamiskriteeriumid ning uuringu kognitiivsed valdkonnad
- 10 3. Üldistused TIMSS 2003 loodusteaduste uuringust
- 10 3.1. Õpilaste teadmiste ja oskuste tase
- 11 3.2. Tagasiside taustaküsimustikest
- 11 3.2.1. Ülevaade rakendatud õppekavast
- 11 3.2.2. Ülevaade õpilaste hinnangutest
- 12 3.2.3. Ülevaade loodusteadusliku meetodi rakendamisest
- 17 3.2.4. Ülevaade õpetajate hinnangutest
- 17 Kokkuvõte
- 17 Kasutatud allikad

Mida on loodusteaduste õpetajatel õppida rahvusvahelisest võrdlusuuringust PISA 2006? Imbi Henno

19 Sissejuhatus

- 20 1. Loodusteaduslike teadmiste ja oskuste hindamine PISA 2006-s
- 20 1.1. Milliseid loodusteaduslikke oskusi mõõtis PISA 2006 loodusteaduste valdkonnas
- 20 1.2. Hindamiskaalad loodusteadustes
- 21 1.2.1. Eesti õpilaste tulemused keskmiste tulemuste järgi loodusteaduste üldisel skaalal
- 23 1.2.2. Eesti õpilaste tulemused saavutustasemetega järgi
- 23 1.2.2.1. Loodusteaduste kombineeritud üldskaala
- 25 1.2.2.2. Loodusteaduslike küsimuste äratundmine
- 25 1.2.2.3. Nähtuste teaduslik selgitamine
- 26 1.2.2.4. Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine
- 27 1.2.2.5. Tüdrukute ja poiste tulemuste erinevused
- 28 1.2.2.6. Eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste tulemuste erinevused
- 30 1.3. Milliste loodusteaduslike oskuste kujundamisele peaks Eesti loodusteaduste aineõpetaja osutama suuremat tähelepanu?
- 31 1.4. Tüdrukute ja poiste ning eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste sooritus erinevused kognitiivsete ülesannete lahendamisel (PISA 2006 avalikustatud ülesannete näitel)
- 31 1.4.1. Ülesanne „Happevihmad“
- 32 1.4.2. Ülesanne „Geneetiliselt muundatud põllukultuurid“
- 32 1.4.3. Ülesanne „Päikesekreemid“
- 33 1.4.4. Ülesanne „Riided“
- 36 1.4.5. Ülesanne „Suur kanjon“
- 37 1.4.6. Ülesanne „Mary Montagu“
- 37 1.4.7. Ülesanne „Tervisesport“
- 38 1.4.8. Ülesanne „Kasvuhoone“
- 39 1.4.9. Avalikustatud ülesannete lahendamise edukuse analüüsi kokkuvõte
- 39 2. Eesti õpilaste huvi ja motiveeritus õppida loodusteadusi
- 40 2.1. Eesti 15aastaste õpilaste motiveeritus õppida loodusteadusi – kuna need on kasulikud
- 41 2.1.1. Eesti õpilaste instrumentaalne motivatsioon õppida loodusteadusi

42	2.1.2. Eesti õpilaste tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi
45	2.2. Loodusteadustega seotud karjäär
45	2.2.1. Eesti õpilaste informeeritus loodusteadustealasesst karjäärist
47	2.2.2. Eesti õpilaste ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks
49	2.3. Eesti õpilaste loodusteaduste väärtustamine ja loodusteadusliku meetodi toetamine
49	2.3.1. Eesti õpilaste loodusteaduste üldine väärtustamine
51	2.3.2. Eesti õpilaste loodusteaduste personaalne väärtustamine
54	2.4. Eesti õpilaste üldine huvi loodusteaduslike teemade vastu ja õppimise meeldivus
54	2.4.1 Eesti õpilaste üldine huvi loodusteaduslike ainete õppimise vastu
55	2.4.2. Loodusteaduste õppimise meeldivus
58	2.5. Eesti õpilaste enesetõhusus ja eneseteadvus loodusainetes
58	2.5.1. Eesti õpilaste enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel
60	2.5.2. Eesti õpilaste minapilt loodusainetes
63	2.6. Üldistused Eesti 15aastaste õpilaste huvi ja motiveerituse kohta õppida loodusteadusi
65	Kokkuvõte
66	Kasutatud allikad

Eesti õpilaste keskkonnavalased hoiakud ja keskkonnateadlikkus PISA 2006 avalikustatud ülesannete analüüsi põhjal

Mariliis Sang

69	Sissejuhatus
69	1. Eesti õpilaste keskkonnavalased hoiakud PISA 2006s
71	2. Õpilaste keskkonnavalased kognitiivsed oskused
72	2.1. Õpilaste happevihmadealane teadlikkus
74	2.2. Õpilaste teadlikkus geneetiliselt muundatud põllukultuuridest
74	Kokkuvõte
75	Kasutatud allikad

Rahvusvaheliste võrdlusuuringute TIMSS 2003 ja PISA 2006 õppetund Eesti matemaatika-õpetajale

Tiit Lepmann Tartu Ülikool

77	1. TIMSS- ja PISA-uuringutest matemaatikas
78	2. Tulemustest
80	3. Kuidas edasi?

LISA 1

83	Ülevaade õpilaste oskustest loodusteaduste üld- ja alaskaalade kuuel saavutustasemel
----	--

LISA 2

89	PISA 2006 lõpparuandes avalikustatud ülesanded
90	Geneetiliselt muundatud põllukultuurid
92	Päikesekaitsekreemid
97	Riided
99	Suur Kanjon
102	Mary Montagu
105	Tervisesport
108	Hapnevihmad
112	Kasvuhoone

117	LISA 3 PISA 2006 hoiakulised indeksid ja Eesti õpilaste hoiakuliste indeksite keskvaartuste erinevused
118	LISA 4 Riikide järjestus matemaatikas PISA 2006-s
119	LISA 5 Riikide järjestus matemaatikas TIMSS 2003-s
120	LISA 6 Riikide järjestus loodusteadustes TIMSS 2003-s

Sissejuhatus

Miks õppida loodusteadusi? Seda saab põhjendada mitmeti. Viimase aja rahvusvahelised õpilaste uuringud näitavad ilmekalt, et on tekkinud tugev negatiivne seos õpilaste huvide ja nende saavutuste vahel ning üha vähem noori huvitab loodusteadustest ja tehnoloogiast. Seetõttu on Euroopa ning enamik OECD riike hakanud suuremat tähelepanu pöörama õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogialase kirjaoskuse kujundamisele, nende huvitatuse ja karjääriteadlikkuse suurendamisele. Euroopa Komisjoni kõrgetasemelise töörühma nn Rocard'i raportis (2007) on rõhutatud, et suhtumine loodusteadustesse sõltub otseselt õpitegevustest, ning väidetud, et uurimuslikul õppel põhineva loodusteadusliku hariduse ellurakendamine aitab kaasa noorte huvitatuse kasvule. Nuffieldi Fondi komisjoni (2008) aruandes on nenditud, et loodusteaduslik haridus peab olema relevantne kõigi õpilaste jaoks ja vastama nii nende huvidele, kes kavatsevad loodusteaduslikke õpinguid jätkata, kui ka nende huvidele, kes ei kavatse neid õpinguid jätkata. Lisaks loodusteaduslikule sisule ja kontseptsioonidele tuleb aineõpetuses kujundada õpilaste arusaama teaduse olemusest; informeerida, miks on vaja loodusteadusi õppida ning kuidas leida vastavasisulist rakendust tööle; ning muuta õpetegevusi õpilaste jaoks atraktiivsemaks ja kaasavamaks.

2010. aasta jaanuaris vastuvõetud riiklike õppekavade loodusainete ainekavade arenduses tugineti ülaltoodud rahvusvaheliste suundumustele, rahvusvaheliste võrdlusuuringute TIMSS 2003 ja PISA 2006 tulemustele ning Eestis tehtud teadus- ja rakendusuuringutele. Õppekava loob raamistiku põhikoolis toimuvale õppimisele ja õpetamisele, kasvatamisele ning õpilase kujunemisele. Põhikoolis on õppimine kui protsess, selle väärtustamine, teadmiste konstrueerimise oskus, toetudes varasematele teadmistele ja oskustele; baasteadmised, oma huvide ning võimete teadvustamine. Gümnaasiumis tuleb esile tõsta õppimise kui õpilase aktiivse ja sihipärase tegevuse edendamist, suuremate valikute pakkumist ning õpilase jaoks õppesuuna valiku kohustust.

Loodusainete ainekavade muutmise tingis vajadus nüüdisajastada õppesisu ja õpitegevusi ning õpikeskkonda, vähendada õpilaste õpikoormust ning suunata õpetajaid kasutama aktiivõppemeetodeid. Õpetamise ja kasvatamise olulisima muudatusena nähakse uurimuslike oskuste arendamist praktiliste tööde kaudu ning orienteeritust igapäevaeluliste probleemide lahendamisele, millega parandatakse õpilaste toimetulekut loodus- ja sotsiaalkeskkonnas. Õppes rõhutatakse õpilaste sisemise õpimotivatsiooni toetamise vajadust, mis eeldab senisest enam õpilasekeskset käsitlust koos aktiivõppevormide rakendamisega. Märksa rohkem pööratakse tähelepanu IKT kaasamisele õppes. Kõigis loodusainete ainekavades rõhutatakse õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogialase kirjaoskuse kujunemist.

Ainevaldkonna „Loodusained“ pädevus on defineeritud järgmiselt: *Loodusteaduslik pädevus väljendub loodusteaduste- ja tehnoloogiaalases kirjaoskuses, mis hõlmab oskust vaadelda, mõista ning selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas (edaspidi keskkond) eksisteerivaid objekte ja protsesse, analüüsida keskkonda kui terviküsteemi, märgata selles esinevaid probleeme ning kasutada neid lahendades loodusteaduslikku meetodit, võtta vastu igapäevaelulisi keskkonnaalaseid pädevaid otsuseid ja prognoosida nende mõju, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka sotsiaalseid aspekte, tunda huvi loodusteaduste kui maailmakäsitluse aluse ja areneva kultuurinähtuse vastu, väärtustada looduslikku mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi* (Põhikooli riiklik õppekava 2010).

Põhikooli loodusainete valdkonnaeesmärke on kirjeldatud kaheksa. Esimese eesmärgina – *tunneb huvi keskkonna, selle uurimise ning loodusteaduste ja tehnoloogia valdkonna vastu ning on motiveeritud elukestvaks õppeks* – ei ole sõnastatud mitte ainesisu õpetamise olulisust, vaid ainevaldkonna vastu huvi ja motiveerituse suurendamise tähtsust. Indiviidi hoiakuid nähakse *loodusteadusliku kirjaoskuse võtmekomponentidena*.

Teine eesmärk – *vaatleb, analüüsib ning selgitab keskkonna objekte ja protsesse, leiab nendevahelisi seoseid ning teeb üldistavaid järeldusi, rakendades loodusainetes omandatud teadmisi ja oskusi* – eeldab õpilase enda aktiivsust ning oskust kasutada õpitud teadmisi igapäevaelus.

Kolmas eesmärk – *oskab märgata ja lahendada loodusteaduslikke probleeme, kasutades loodusteaduslikku meetodit, ning esitada saadud järeldusi kirjalikult ja suuliselt* – suunab loodusteaduslikus hariduses loodusteadusliku meetodi / uurimusliku õppe edendamisele.

Neljäs eesmärk – *oskab teha igapäevaelulisi looduskeskkonnaga seotud pädevaid otsuseid, arvestades*

loodusteaduslikke, majanduslikke, eetilisi-moraalseid seisukohti ja õigusakte, ning prognoosida otsuste mõju – osundab õpilaste võimekusele teha pädevaid otsuseid. Suur osa situatsioonidest, probleemidest ning küsimustest, millega inimesed igapäevaelus kokku puutuvad, vajavad teatud arusaamist loodusteadustest ja tehnoloogiast selleks, et probleeme üldse hinnata, mõista või nendega tegelda.

Viies eesmärk – kasutab loodusteaduste- ja tehnoloogialase info hankimiseks erinevaid, sh elektroonilisi allikaid, analüüsib ja hindab kriitiliselt neis sisalduva info õigsust ning rakendab seda probleeme lahendades – rõhutab õpilaste pädevust leida sobivat teavet ning vallata kriitilist teabeanalüüsi oskust.

Kuues eesmärk – on omandanud süsteemse ülevaate looduskeskkonnas toimuvatest peamistest protsessidest ning mõistab loodusteaduste arengut kui protsessi, mis loob uusi teadmisi ja annab selgitusi ümbritseva kohta ning millel on praktilisi väljundeid – rõhutab terviksüsteemse maailmavaate kujundamist ning loodusteaduste kui inimteadmiste ja uurimise vormi iseloomulikke tunnuseid.

Seitsmes eesmärk – mõistab loodusainete omavahelisi seoseid ja erisusi, on omandanud ülevaate valdkonna elukutsetest ning rakendab loodusainetes saadud teadmisi ja oskusi elukutsevalikus – osundab loodusainetevahelistele seostele ja karjäärivalikutele.

Kaheksanda eesmärgiga – väärtustab keskkonda kui tervikut, sellega seotud vastutustundlikku ja säästvat eluviisi ning järgib tervislikke eluviise – arendatakse õpilaste tahet ja valmisolekut järgida tervislikke eluviise ja kaitsta looduskeskkonda ning kujundatakse säästvaid väärtushinnanguid ja hoiakuid.

Kõigi loetletud eesmärkide ellurakendamist toetab teadmine, milline on praegu rahvusvahelises võrdluses Eesti loodusteadusliku hariduse tase, millised on meie õpilaste teadmised ja oskused ning millised on meie vajakajäämised. On hea, kui meil on ülevaade rõhuasetustest kirjapandud õppekavas, kuidas loodusainete õpetajad seda õppekava tegelikult rakendavad ning millised väljundid ilmnevad omandatud õppekavast. Rahvusvaheliste võrdlusuuringute rõhuasetused ja üldistused toetavad loodusainete õpetajat ülalkirjeldatud eesmärkide kujundamisel.

Nende kahe rahvusvahelise uuringu tulemused näitavad, et koolides tuleb rohkem hakata rakendama uurimuslikul õppel põhinevat meetodikat ja probleemõpet. PISA uuring näitas ilmekalt, et just Eesti poiste võimekus ja huvid on jäänud loodusainetes ning matemaatikas piisavalt välja arendamata/kasutamata. Õpetajatel on võtmeroll haridusuuenduste elluviimisel loodusteadustes ning nüüdisaegsel tasemel õppeprotsessi rakendamiseks tuleks panustada õpetajate taseme- ja täienduskoostusse.

Seetõttu ongi kogumiku väljaandmise esmane eesmärk koostada loodusteaduste ja matemaatika õpetajakoolituse üliõpilastele ning aineõpetajatele materjal, mis annaks ülevaate, millistes ainealaste teadmiste ja oskuste valdkondades on rahvusvahelises võrdluses Eesti põhikooli õpilastel hea tase ning milliseid teadmiste ja oskuste valdkondi tuleks enam edendada. Samuti on eesmärk esitada meetoodilised põhimõtted ja aineõpetuslikud prioriteedid, mida tähtsustatakse nüüdisajal rahvusvahelisel tasemel ning mis moodustavad ka uuringute (TIMSS 2003, PISA 2006) raamistikku. Esitatav ülevaade pakub tuge matemaatika ja loodusainete õppe parendamiseks ja edendamiseks ning aitab kaasa uue põhikooli riikliku õppekava rakendamisele. Loomulikult saab kogumikust olulist infot kogu Eesti haridusüldsus.

Täna kõiki, kes aitasid kaasa antud kogumiku valmimisele ja ilmumisele. Eriline tänu kuulub Linda Pallasele, kes aitas andmeanalüüside tegemisel.

Koostaja

Mida on loodusteaduste õpetajatel õppida rahvusvahelisest võrdlusuuringust TIMSS 2003?

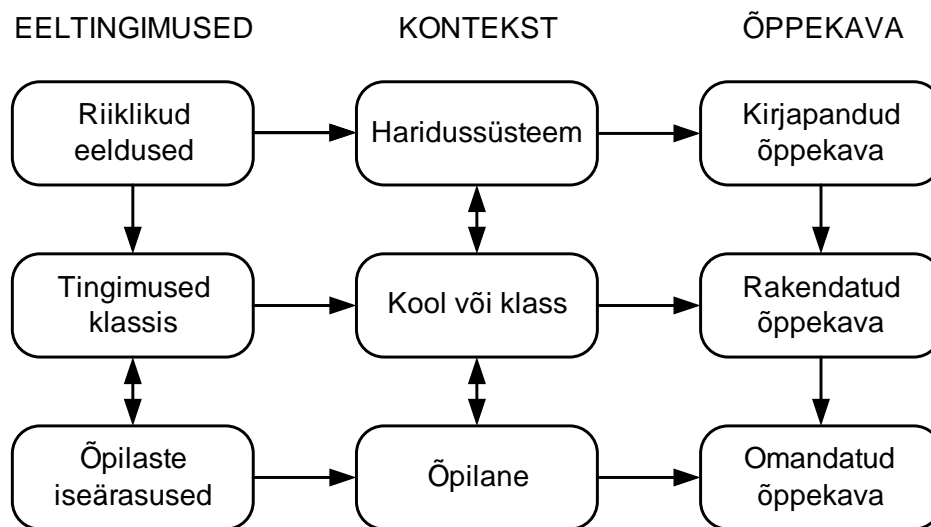
Imbi Henno

1. Rahvusvahelise matemaatika ja loodusainete võrdlusuuringu TIMSS korralduse põhimõtted

Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring (TIMSS = Trends in International Mathematics and Science Study) on Rahvusvahelise Haridustulemuslikkuse Hindamise Assotsiatsiooni (IEA = International Association for the Evaluation of Educational Achievement) projekt. IEA on sõltumatu rahvusvaheline riigiseste uurimisinstituutide ja valitsusasutuste ühendus, mis on alates 1959. aastast uurinud eri riikide õpilaste õpisaavutusi. TIMSS-uuring korraldati esimest korda 1995. aastal ning seejärel aastail 1999, 2003, 2007. TIMSS-uuringute korrapärane tsükkel võimaldab riikidel mõõta õpilaste õpitulemuslikkust matemaatikas ja loodusainetes (Mere 2006).

IEA TIMSS-uuringud on üles ehitatud õppekava mudelile ja seda mudelit käsitletakse kui korralduspõhimõtet, mis aitab vaadelda, kuidas pakutakse õpilastele õpivõimalusi, mis tegurid seda mõjutavad ning kuidas õpilased neid võimalusi kasutavad (Mullis jt 2001, 2005).

1971. avaldasid B. S. Bloom, J. T. Hastings ja G. F. Madaus käsiraamatu „The handbook of formative and summative evaluation of student learning” (Bloom, Hastings, Madaus 1971), millele tuginedes koostati õppekava rakendamist kirjeldav mudel IEA kokkusaamisel Rootsis (joonis 1).



Joonis 1. Kooliõppekava kontekst ja osad

TIMSSi hindamisraamistik tuginebki õppekava rakendamise kolmel tasandil:

- kirjapandud õppekava;
- rakendatud õppekava;
- omandatud õppekava;

kusjuures viimase saavutatust mõjutavad eeltingimused ja haridussüsteemi, klassiruumi kontekst ning õpilase iseärasused.

Kirjapandud õppekava hõlmab riigi sotsiaal- ja hariduspoliitikat. Õppekava dokumendid määratlevad, mis teadmisi, oskusi ja suhtumisi kujundatakse formaalhariduse kaudu. Tavaliselt kujundatakse otsused hariduspoliitikute ja -ametnike tasandil. Ometi sõltub mõningates riikides see, mida täpselt õpetatakse, kooliõppekavast või ka individuaalsest õpetajast. Kirjapandud õppekava rakendamise hõlbustamiseks kasutavad riigid erinevaid strateegiaid, sh sise- ja välishindamine (standardtestid, inspekteerimine, audit jne), õpetajakoolitus (õppekava täpsustatud sisu ja õpetamismeetod) jne. Õppekava rakendamist toetatakse ka õppevaraga, sh õpikute, juhendmaterjalide jmt-ga, mis sobivad vastava õppekavaga.

Rakendatud õppekava realiseerub kooli, õpetaja ja klassiruumi tasandil. Iga õpetaja ülesanne on tõlgendada kirjapandud õppekava oma õpetamispraktikate kaudu, arvestades õpilaste iseärasusi.

Omandatud õppekava – õpilaste saavutused ja iseärasused osundavad sellele, mida on iga üksik õpilane omandanud temale pakutud õppetegevuste kaudu.

Joonis 1 näitab, et kirjapandud õppekava määratleb haridussüsteemi konteksti, rakendatud õppekava realiseerub kooli ja klassiruumi tasandil ning omandatud õppekava seostub individuaalse õpilasega. On selge, et rakendatud õppekava sõltub kirjapandud õppekavast ning omandatud õppekava omakorda rakendatud õppekavast.

Loodusainete õppe seisukohalt tähendab õppekava mudeli kolmest aspektist (kirjapandud, õpetatud ja omandatud õppekava) esimene – **kirjapandud õppekava** – seda, mida ühiskond soovib, et õpilased omandaksid, ning kuidas peaks kool toimima, et selle eesmärgi saavutamist hõlbustada; teine aspekt – **rakendatud õppekava** – tähendab seda, mida tegelikult loodusainete tundides õpetatakse, kes õpetab ja kuidas; kolmas aspekt – **omandatud õppekava** – peegeldab, mida on õpilased omandanud ning millised on nende loodusteadustealased hoiakud ja hinnangud.

2. TIMSS 2003 lühikirjeldus

TIMSS 2003 uuringu hindamisraamistik tugines samuti kolmele aspektile: kirjutatud õppekava (sotsiaalne ja hariduslik kontekst); rakendatud õppekava (kool, õpetaja ja töö klassis) ning omandatud õppekava (õpilaste tulemused). Et eraldada kolme aspekti, sisaldas uuring taustaküsimustikke valimisse kuuluvate koolide õpilastele, õpetajatele ja koolijuhtidele ning lisaks täideti üleriigiliselt üks nn õppekava küsimustik, kus tuli anda ülevaade kirjapandud õppekavast ehk meie puhul kirjeldada 2002. aasta riikliku põhikooli ja gümnaasiumi õppekava loodusainete ja matemaatika ainesisu ning õppetegevuslikke rõhuasetusi (Henno 2005a). Täpsemalt saab taustaküsimustikest ülevaate TIMSS 2003 kodulehelt <http://timss.bc.edu/timss2003i/context.html>.

TIMSS 2003-s olid vaatluse all sisu ja teoreetilise omandatuse tasemed (kognitiivsed valdkonnad). Loodusteaduste sisu moodustasid bioloogia, keemia, füüsika, maateadus ja keskkonnaõpetus ning loodusteaduste teoreetilise omandatuse tasemete puhul vaadeldi faktiteadmisi, mõistetest arusaamist, arutlemist/põhjendamist ja analüüsioskust. TIMSS-testi loodusteaduste osa üldmahust hõlmas bioloogia 30%, keemia 15%, füüsika 25%, maateadus 15% ja keskkonnaõpetus 15%. Loodusteaduste teoreetilise omandatuse tasemete uuringus oli faktiteadmiste üles ehitatud 30%, mõisteist arusaamisele 35%, arutlemisele/põhjendamisele ja analüüsile 35% küsimustest. Ülesannetega ei kontrollitud ainult teadmisi, põhirõhk oli analüüsi- ja teadmiste rakendamise oskusel (Henno 2003).

Testid sisaldasid küsimusi, mis nõudsid õpilastelt sobivate vastuste valimist või ülesannete lahendamist ning avatud küsimustele vastamist. Igas tsükli avaldab TIMSS osa testi ülesandeid ja asendab need uutega (Mere 2003). Suur hulk TIMSS 2003 avalikustatud ülesandeid eesti ja vene keeles on kättesaadavad REKKi kodulehel aadressil <http://www.ekk.edu.ee/valdkonnad/uldharidusvalishindamine/timss>.

2.1. Sihtrühmad, valimi moodustamine

TIMSS 2003 testiga hinnati kahe sihtrühma, s.o 4. ja 8. klassi õpilaste tulemusi matemaatikas ning loodusainetes. Eestis osalesid ainult 8. klasside õpilased, kelle keskmine vanus oli 14,2 aastat.

Valimi moodustamine oli kaheetapiline. Kõigepealt valiti juhuvaliku põhimõttel territoriaalselt riiki hõlmavalt ja eri keelerühmi katvalt koolid ning siis nendest koolidest klassikomplektid. Kuna TIMSS-uuring toimub kooli ja klassi tasemel, siis pidi usaldusväärse tagamiseks uuringus osalema vähemalt 150 kooli (Martin jt 2004).

Eestist osales TIMSS 2003 uuringus 4040 8. klassi õpilast 154 koolist (158 klassist). Koolidest 35 (23%) olid põhikoolid, ülejäänud gümnaasiumid või keskkoolid. TIMSS 2003 uuringus osalenud Eesti õpilased valiti juhuvaliku alusel välja klassiti erinevatest koolidest (linn-maa, suured-väikesed, eesti- ja venekeelsed). Niisugune valik tagas, et koolid esindasid ühtlaselt ja õppekeeleliselt proportsionaalselt tervet Eestit. Lõppanalüüsis kasutati 151 kooli töid. Õpilastest 2752 (68,1%) olid eesti õppekeelega, 1288 (31,9%) vene õppekeelega koolidest, 1984 (49,1%) olid tütarlapsed ning 2056 (50,9%) poisid (Reiska 2006).

2.2. TIMSS 2003 loodusteaduste hindamiskriteeriumid ning uuringu kognitiivsed valdkonnad

TIMSS-testi raamistik põhineb arusaamal, mille kohaselt teadust käsitatakse protsessina, kus loodusnähtuste vaatlemise, kirjeldamise, uurimise ja põhjendamise ning analüüsi tulemusena saadakse teadmisi ümbritsevast maailmast (Mullis jt 2001). See hõlmab nii sisuliste teadmiste olemasolu kui ka võimet probleeme lahendades oma teadmisi ja oskusi rakendada, anda selgitusi ning teha katseid, üldistusi ja kokkuvõtteid.

Seetõttu oligi TIMSS 2003 loodusteaduste test üles ehitatud kahele peamisele korralduslikule suunale – sisulisele ja kognitiivsele (tunnetuslikule). Sisulised valdkonnad määrasid konkreetse õppeaine, mille teadmisi hinnati. Iga sisuline valdkond jagunes mitmeks alateemaks. Õpitulemused peegeldasid enamikus osavõtvates riikides neis vanuseastmeis loodusainete õppekavades käsitletavat.

Õpilase arusaamist väljendavad oskused ja võimed on TIMSS 2003s jagatud kolmeks kognitiivseks valdkonnaks, mida hinnati kõigi sisuliste valdkondade raames:

- 1) faktiteadmised;
- 2) mõisteist arusaamine;
- 3) arutlemine/põhjendamine ja analüüs.

Kuigi õpilaste tunnetustegevuse jagamine kolmele kognitiivsele tasandile põhineb teataval hierarhial, tuleb igal mõtlemisoskuse tasandil kasutada erinevaid kognitiivseid oskusi. Peale selle koostati iga tasandi jaoks raskusastmete skaala. Kui üks küsimus eeldab tegevusi, mis vastavad rohkem kui ühele mõtlemisoskuse tasandile, lahterdati küsimus kognitiivsesse valdkonda selle alusel, milline on kõige kõrgem mõtlemisoskuse tasand küsimuse lahendamisel ja mida küsimus kõige paremini hindab. (Sealsamas.)

TIMSSi loodusainete tulemuste skaala summeeris õpilaste tulemused. Et tähenduslikult kirjeldada, mida mingi väärtus skaalal tähendab (mida selle väärtuse saavutanud õpilane teab ja oskab), määrati ühtsel rahvusvahelisel skaalal (0–800) neli taset, mida kasutati rahvusvaheliste võrdlustasemetena:

- 1) rahvusvaheline tipptase (625–800 punkti);
- 2) rahvusvaheline kõrgtase (550–624 punkti);
- 3) rahvusvaheline kesktase (475–549 punkti);
- 4) rahvusvaheline madal tase (400–474 punkti).

Loodusteaduslik meetod on loodusainete õppimise ja teadustöö lahutamatu osa ning seetõttu hinnati TIMSS 2003s peale sisuliste ja kognitiivsete valdkondade ka õpilaste teadusliku meetodi rakendamise oskusi. Õpilaste teadmisi ja oskusi, mis on seotud teadusliku meetodiga, hinnati mitmeosaliste uurimisülesannete kaudu, milles õpilased pidid oma teadmisi ja oskusi rakendama praktilises töös. Ülesanded võisid sisaldada välitööd, mis hõlmas mõõtmist, vaatlemist ning materjalide käsitlemist ja/või andmete ning muude materjalide tõlgendamist ja analüüsimist (sealsamas).

Kõigist nendest tasemetest ning TIMSS 2003 sisuvaldkondadest ja õpitulemustest saab ülevaate TIMSS 2003 raamdokumendist „Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring TIMSS 2003”, mis on eestikeelsena kättesaadav REKKi kodulehel http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/TIMSS_RD_loplik_020203.pdf. Dokumendis on kirjeldatud 4. ja 8. klassi tasemel rahvusvaheliselt oluliseks peetavaid õpitulemusi bioloogias, keemias, füüsikas, geograafias ja keskkonnaõpetuses ning matemaatikas. Lahti on mõtestatud õpilaste oskused erinevatel kognitiivsetel tasemetel. Kodulehel on esitatud ka erinevate kognitiivsete oskuste hindamise näidisülesanded. Matemaatika ja loodusainete õpetajad võiksid nende materjaliga tutvuda ning kasutada õpilaste kõrgemate mõtlemisoskuste kujundamiseks pakutud näidisülesandeid.

3. Üldistused TIMSS 2003 loodusteaduste uuringust

3.1. Õpilaste teadmiste ja oskuste tase

Uuringu tulemuste põhjal oli Eesti maailmas loodusainetes 5. ja matemaatikas 8. kohal (lisa 5 ja 6). Loodusaineid eraldi vaadeldes saavutasid meie õpilased geograafias 1., bioloogias 6., keemias 5. ja füüsikas 7. koha maailmas (Henno 2005).

Rahvusvahelise tipptaseme saavutas loodusainetes 13% Eesti õpilastest ning selle tulemusega oldi osalenud riikidest 7. kohal. Kõrgtasemele jõudis 52% Eesti õpilastest (6. koht), kesktasemele 88% (2.–4. koht) ning madalama taseme saavutas 99% Eesti õpilastest. Madala taseme saavutamise kõrge protsent näitab, et ka nõrgematel Eesti õpilastel on rahvusvahelises võrdluses head tulemused, vähemalt 400 punkti, st väga madala tulemuse saavutas väga vähe õpilasi, alla 1% (Reiska 2006).

Madalamate võrdlustasemetega saavutusi iseloomustavad loodusainete baasteadmised, kõrgemate tasemetega saavutusi lisaks abstraktsed teadmised ja teadusliku uurimise oskused.

Eesti vene õppekeele koolide õpilased saavutasid võrreldes eesti õppekeele koolide õpilastega üldkokkuvõttes oluliselt nõrgemad tulemused.

TIMSS 2003 uuring näitas, et suurlinnade koolide õpilaste tulemused olid märgatavalt paremad kui väikelinnade ja valdade koolide õpilaste omad. Õeldu kehtis nii matemaatika kui ka loodusainete kõigi sisuvaldkondade kohta.

Rahvusvaheliselt olid 8. klasside õpilaste hulgas poiste tulemused kõigis loodusainetes märksa paremad kui tüdrukute omad, samas olid tüdrukud üldiselt bioloogias edukamad. Üheteistkümnemes riigis, sh Eestis, ei täheldatud loodusainetes statistiliselt olulist erinevust poiste ja tüdrukute soorituse vahel. Sama tulemus ilmnes ka PISA 2006s. Kõigis osalenud naabermaades (Läti, Leedu, Rootsi, Venemaa) saavutasid poisid oluliselt paremaid tulemusi kui tüdrukud. Mõnevõrra üllatuslikult said Eesti poisid tüdrukutest parema tulemuse bioloogias, tüdrukud olid aga poistest paremad füüsikas. Mõlemad erinevused olid statistiliselt olulised (sealsamas).

Ülatoodud erisust silmas pidades võttis K. Nurk oma magistritöös (Nurk 2007) vaatluse alla kaks probleemi: miks olid Eesti tütarlapsed TIMSS 2003 uuringus poistest bioloogias vähem edukad ja miks on eesti tüdrukud põhikooli bioloogia lõpueksamite sooritamises poistest edukamad. K. Nurk tõestas, et tüdrukute ning poiste soorituste keskmiste tulemuste erinevus tuleneb analüüsimist ja põhjendamist vajavate ülesannete suuremast protsendilisest osakaalust TIMSS-uuringus. Poiste ja tüdrukute soorituste keskmiste tulemuste analüüs kolme tasandi kognitiivsete bioloogiaülesannete lahendamisel näitas, et faktiteadmiste ja mõistmise küsimustes sugude keskmiste tulemuste vahel statistiliselt olulist erinevust ei ilmnenud. Küll oli aga poiste ja tüdrukute vastuste vahel statistiliselt oluline erinevus analüüsi ja põhjendamise ülesannetes. Kuna selliseid ülesandeid oli TIMSS-uuringus palju ja poisid on enamasti niisuguste ülesannete lahendamisel edukamad, ilmnes poiste statistiliselt oluline paremus võrreldes tüdrukutega. 2000.–2007. aasta põhikooli bioloogia lõpueksamite analüüs näitas kõigi aastate kohta tüdrukute paremust, s.o statistiliselt olulist erinevust tüdrukute kasuks küsimustele vastamisel. Riiklikul tasandil ei ole kunagi olnud väga täpselt sätestatud erinevate kognitiivsete ülesannete tüüpide osakaalu põhikooli lõpueksamil ning uuringust nähtus, et tegelikult oli bioloogia lõpueksamil rakendamise, analüüsi, sünteesi ja hinnangu andmise ülesandeid märksa vähem, kui iga-aastases eksamijuhendis nende tähtsusele viidates vajalik oleks olnud. Kuna põhikooli bioloogia lõpueksamil oli neil aastail suurem osakaal faktiteadmiste ja mõistmise ülesannetel ning tütarlapsed lahendasid selliseid ülesandeid edukamalt, siis kujundas see aastati arvamuse, et tüdrukud on bioloogias paremad ja poisid kehvemad.

Siit minu üldistus: et suurendada poiste huvi loodusainete vastu ja nende eduelumusi tulemuslikkusest, tuleks loodusainete õpetajatel kujundavas ja arvestuslikus hindamises, koolisest ja riiklike tasemetööde ning eksamite koostajatel arvesse võtta soolisi erisusi. Vähem tuleks kasutada hindamisel faktikeskseid küsimusi ning rohkem analüüsimist ja põhjendamist vajavaid ülesandeid. Niisuguste ülesannete koostamine on aga iseenesest tõsine ülesanne kõigile. Seepärast tasubki tutvuda internetis kättesaadavate avalikustatud TIMSSi ja PISA ülesannetega, mis mõeldavad õpilaste kõrgemaid mõtlemis- ja oskuste tasandeid.

3.2. Tagasiside taustaküsimustikest

Õpilased täitsid testi- ja taustaküsimustiku. Kõik aineõpetajad, kes uuringus osalenud klasse õpetasid, täitsid taustaküsimustiku ja koolide direktorid kooliküsimustiku.

3.2.1. Ülevaade rakendatud õppekavast

TIMSS 2003 erinevatest taustaküsimustikest (õpetaja, koolijuhi, riigi oma) saadud üldistused näitasid, et uuringus kasutatud loodusainete teemad kattusid peaaegu 100% Eesti 2002. aasta riikliku õppekava põhikooli ainekavade III kooliastmes kajastatud teemadega (Henno 2008). Kõikide teemade ulatuses ületas Eestis käsitletud TIMSS 2003 teemade osakaal rahvusvahelist keskmist 6%ga. Testi sooritamise ajaks olid Eesti õpilased kõigist testi teemadest jõudnud koolis läbida maateaduses 95%, keemias 84%, bioloogias 61% ning füüsikas 54% (Martin jt 2004). Kuigi uuringu ajaks ei olnud mitmedki olulised teemad Eesti põhikooli III kooliastmes koolides veel läbitud (nt põhikooli 9. klassi bioloogias *inimese ehitus ja talitus, pärilikkus, evolutsioon* ning füüsikas *soojus-, elektri-, aatomi- ja universumiõpetus*), olid meie õpilaste soorituskohad (geograafias 1., keemias 5., bioloogias 6. ja füüsikas 7.) väga kõrged. Seostan Eesti õpilaste tulemuslikkust ka põhikooli I, II ja III kooliastme loodusõpetusega. Säärast nelja õppeaine (bioloogia, geograafia, keemia ja füüsika) põhimõtteid integreerivat loodusõpetust ehk *science*'it hakati Eesti koolides esmakordselt õpetama 1997. aastal ning 2003. aasta uuringu valimi moodustasid just need õpilased, kes alustasid loodusõpetuse õppimist uue õppekava järgi. Kindlasti olid meie õpikuautorite koostatud esimesed õpikud üsnagi akadeemilised ja paljud sisuteemad, mida TIMSS 2003 uuring hindas, põhjalikult läbi võetud varasemate klasside loodusõpetuse tundides. Eriti kaalukas osa algklasside loodusõpetuse ainekava õppesisust oli peale bioloogia ka geograafial (Põhi- ja keskhariduse riiklik õppekava 1996). Füüsika on samuti ilmeka näide meie õpilaste võimekusest: kui õpilased olid põhikooli III kooliastmes läbinud ainult pooled füüsika teemadest, saavutasid nad ikkagi rahvusvahelises võrdluses 6. koha. Põhikooli III kooliastme loodusainete õpetajad peaksid end väga täpselt kurssi viima I ja II kooliastme loodusõpetuse õppesisuga ning mitte esitama õpilastele juba teada-tuntud õppeteemasid samal raskustasemel. Sellega hoiaksime üleval õpilaste huvi ja motivatsiooni loodusainete vastu.

TIMSS 2003 taustaküsimustikest saadud tulemused näitasid, et 80% Eesti õpilastest õpetavad õpetajad, kes väitsid, et kasutavad peamise õpetusliku ressursina õpikut; ainult 20% õpilaste õpetajad väitsid, et õpik ei ole õppes esmane. Samas väitis 43% Läti ja 100% Leedu õpilaste õpetajatest, et nad kasutavad õpikut esmase vahendina (Martin jt 2004: 305–308). See tähendab, et meie aineõpetuses mängib õpik küllaltki suurt rolli.

Eesti õpilased tegid füüsikas ja keemias rohkem kodutöid kui bioloogias ja maateaduses. Rahvusvahelises võrdluses ei tinginud suurem kodutöödele kulutatud aeg aga paremaid tulemusi. Nii matemaatikas kui ka kõigis loodusainetes oli märgata tendents, et õpilastel, kes teevad vähem kodutöid, olid tulemused paremad (Reiska 2006).

3.2.2. Ülevaade õpilaste hinnangutest

Õpilase enesehinnangut mõõdeti TIMSS-uuringus indeksiga SCS (*self-confidence in learning science*), mis baseerub õpilaste vastustel neljale väitele: *tavaliselt läheb mul loodusainetes hästi; loodusained on minu jaoks raskemad kui paljude minu klassikaaslaste jaoks; loodusained ei ole minu tugev külg; ma saan loodusainetes kiiresti asjad selgeks* (Martin jt 2004). Selgitati, milline on õpilaste enesehinnang (kas kõrge, keskmine või madal) loodusteaduste õppimisel. Eesti õpilastel oli kõrge enesehinnang bioloogias 71%-l õpilastest (rahvusvaheline keskmine oli 59%). Maateaduses oli kõrge enesehinnang 58%-l õpilastest. See oli ligilähedane rahvusvahelisele keskmisele (56%). Keemias ja füüsikas oli kõrge enesehinnanguga õpilasi Eestis 38%, mis oli madalam kui rahvusvaheline keskmine (40%). Madala enesehinnanguga õpilaste osakaal oli keemias (25%) ja füüsikas (22%) Eestis kõrgem kui rahvusvaheliselt (vastavalt 19% ja 16%) (Reiska 2006).

Loodusainete väärtustamist mõõdeti TIMSS-uuringus indeksiga SVS (*students valuing science*). Indeks baseerus seitsmel väitel: *mulle meeldiks, kui koolis oleks rohkem loodusaineid; mulle meeldib loodusaineid õppida; arvan, et loodusainete õppimine aitab mind igapäevaelus; vajan loodusaineid, et õppida teisi*

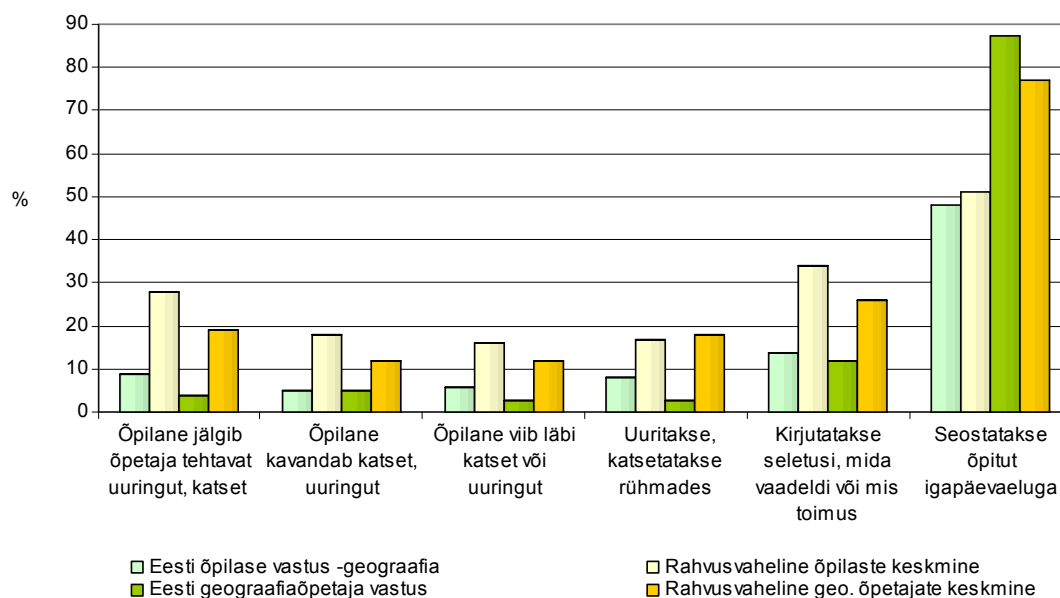
aineid koolis; pean loodusaineid hästi õppima, siis saan ülikoolis soovitud eriala õppida; ma tahaksin endale tööd, kus oleks vaja kasutada loodusaineid; pean loodusaineid hästi õppima, siis saan tööd, mis mulle meeldib (Martin jt 2004). Eesti õpilased väärtustasid loodusainete õppimist väga madalalt, olles kõigis ainetes viimase kolme-nelja riigi hulgas maailmas. Kõige enam meeldis Eesti 8. klassi õpilastele õppida bioloogiat. Väitega *mulle meeldib õppida bioloogiat* nõustus täielikult 27% ja osaliselt 43% Eesti õpilastest; 30%-le õpilastest ei meeldinud bioloogiat õppida. Geograafia puhul olid vastavad protsendid 20, 39 ja 42. Kõige vähem meeldis meie õpilastele õppida füüsikat ja keemiat. Väitega *mulle meeldib õppida keemiat* nõustus täielikult 17% ja osaliselt 30%; keemiat ei meeldinud õppida 53%-le õpilastest; füüsikas olid vastavad protsendid 11, 30 ja 59 (Reiska 2006).

3.2.3. Ülevaade loodusteadusliku meetodi rakendamisest

Taustaküsimustikuga uuriti, milline rõhuasetus on loodusainete õppes teaduslikul meetodil. Küsimused olid samad nii õpilastele kui ka aineõpetajatele. Mõlemal tuli hinnata rõhuasetusi õppetegevustes valikute kaudu *mitte kunagi, harva, üsna sageli ja pidevalt*.

Tuleb rõhutada, et TIMSS-uuring loodusteaduslike tulemuste avalikustamiseks kategoriseerib riigid kahte rühma: esiteks riigid (Eesti, Läti, Leedu jne), kus õpetatakse bioloogiat, geograafiat, füüsikat ja keemiat eraldi õppeainetena (*separate subjects countries*), ning teiseks riigid, kus loodusaineid õpetatakse integreerituna ehk nn *science*'ina (*integrated science countries*). Analüüsid alljärgnevalt loodusteadusliku meetodi rakendamissagedust Eesti loodusainete ainetundides, võrdlen Eesti loodusainete õpetajate ja õpilaste vastuseid nii eraldi aineõpetusega riikide õpilaste ja õpetajate vastuste kui ka *science*-riikide õpetajate vastustega.

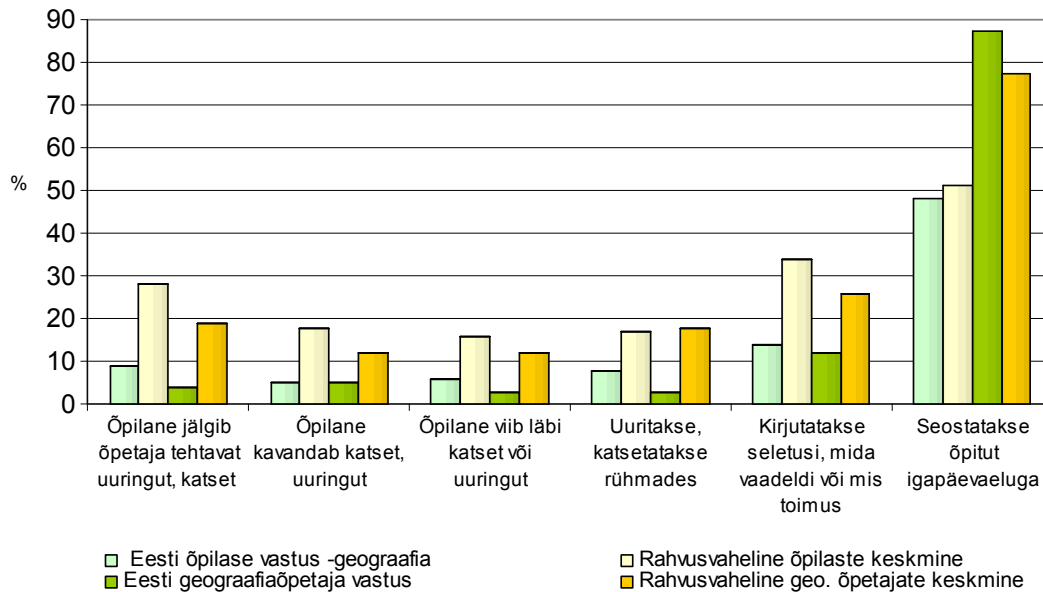
Järgnevalt kirjeldan loodusteadusliku meetodi rakendamise sagedust Eesti loodusainete tundides ning edasi on detailsema vaatluse all bioloogia tundides toimuv. Tulemuste analüüs näitab, et Eesti bioloogiaõpetajate õpetamispraktika sarnaneb teiste loodusainete õpetajate õpetamispraktikaga, ning ruumi kokkuhoiu mõttes, kuid olukorra ilmestamiseks on vaatluse all bioloogiaga seonduv.



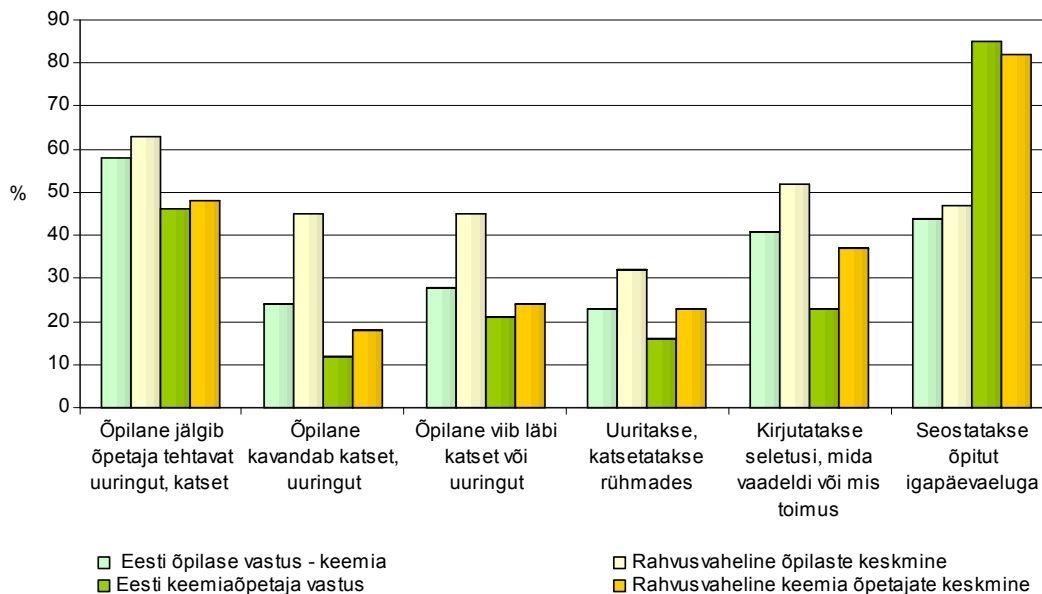
Joonis 2. Teadusliku uurimismeetodi alategevuste rakendamist bioloogiainetes sagedaseks või pidevaks hinnanud Eesti õpetajate ja õpilaste vastused rahvusvahelises võrdluses

Joonised 2, 3, 4 ja 5 kirjeldavad rahvusvahelises võrdluses nende Eesti loodusainete õpetajate ja õpilaste arvamusi, kes hindasid loodusteadusliku meetodi erinevate alategevuste rakendamise sagedusi ainetundides sagedaseks või pidevaks (Henno 2005b).

Nii õpilase kui ka õpetaja küsimustikus olid pakutud järgmised tegevuste kirjeldused: *õpilane jälgib õpetaja tehtavat uuringut, katset; õpilane kavandab katset või uuringut; õpilane teeb katset või uuringut; uuritakse, katsetatakse rühmades; kirjutatakse seletusi, mida vaadeldi või mis toimus; seostatakse õpetatavat igapäevaeluga.*



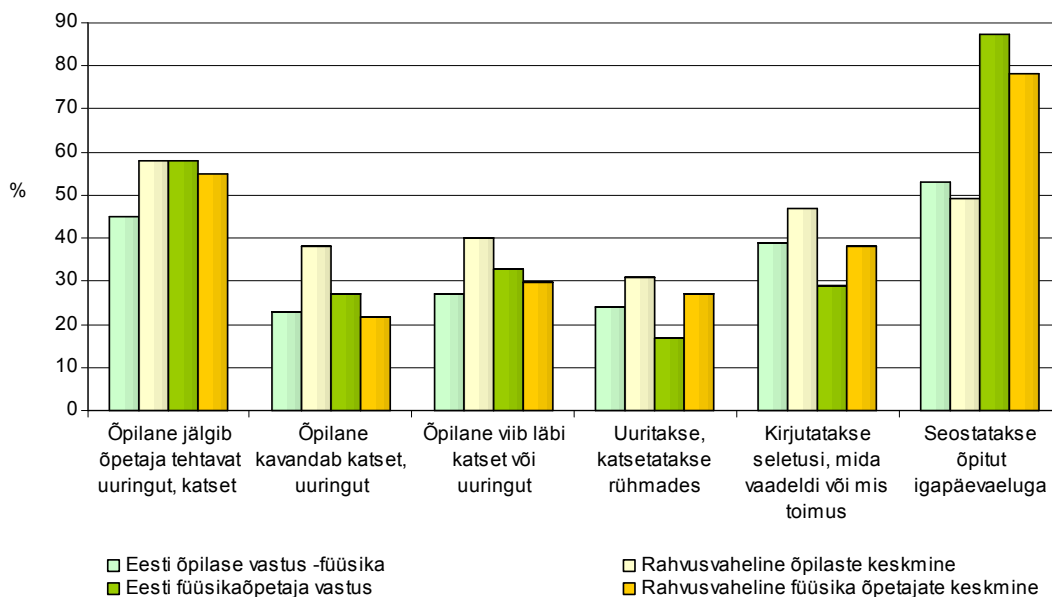
Joonis 3. Teadusliku uurimismeetodi alategevuste rakendamist geografiatundides *sagedaseks* või *pidevaks* hinnanud Eesti õpetajate ja õpilaste vastused rahvusvahelises võrdluses



Joonis 4. Teadusliku uurimismeetodi alategevuste rakendamist keemiatundides *sagedaseks* või *pidevaks* hinnanud Eesti õpetajate ja õpilaste vastused rahvusvahelises võrdluses

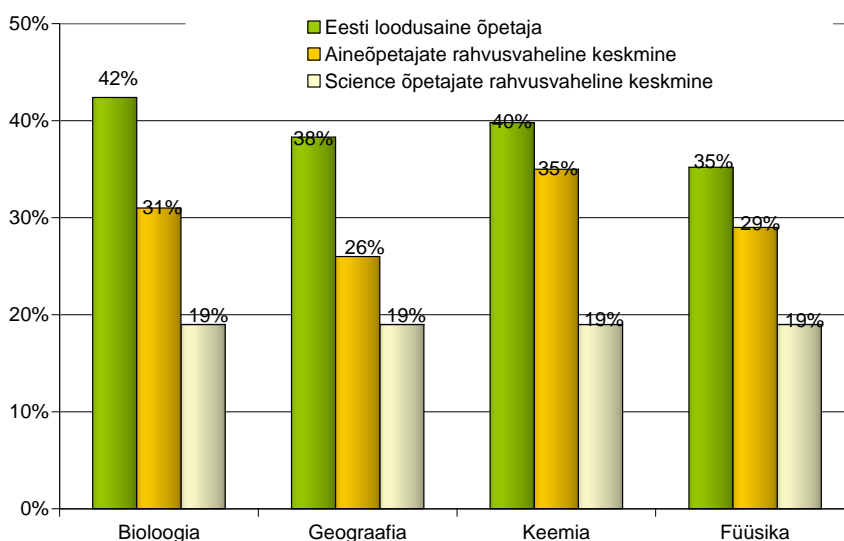
Joonistelt nähtub, et kõigi tegevuste puhul, v.a *õpitu seostamine igapäevaeluga*, korraldati bioloogia, geograafia ja keemia ainetundides neid tegevusi rahvusvahelise keskmisena palju sagedamini kui Eestis. Eesti õpetajate ja õpilaste väidete alusel rakendati uurimusliku õppe tegevusi Eestis märksa harvemini kui teistes riikides.

Tihti peale väitsid õpetajad end teatud tegevusi ellu rakendamas palju sagedamini, kui arvasid õpilased oma õpetajat tegevat. Kõige suuremad erinevused õpilaste ja õpetajate vastustes ilmnesid küsimuse puhul *kui sageli seostatakse õpetatavat igapäevaeluga*.



Joonis 5. Teadusliku uurimismeetodi alategevuste rakendamist füüsikatundides *sagedaseks* või *pidevaks* hinnanud Eesti õpetajate ja õpilaste vastused rahvusvahelises võrdluses

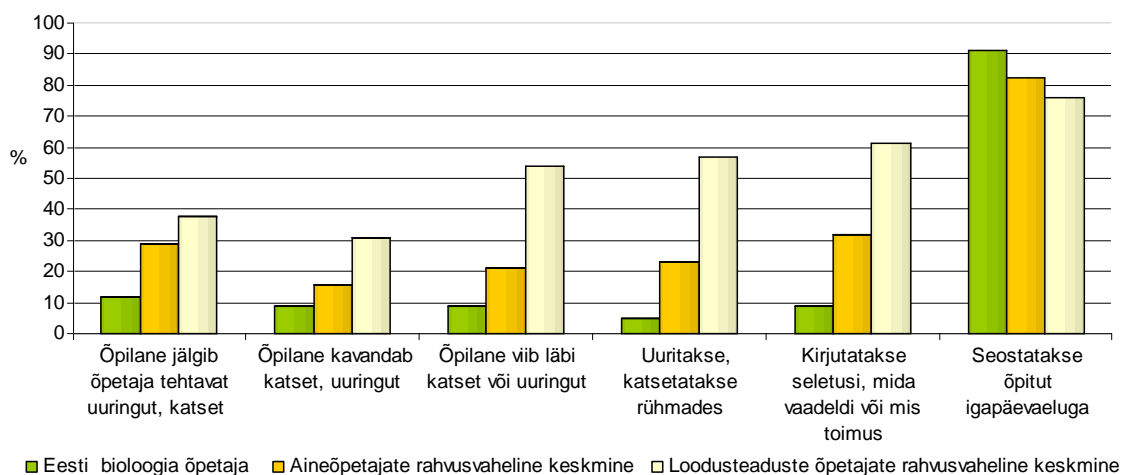
Eesti õpetajad väitsid seda tegevat palju sagedamini kui Eesti õpilased ja teised aineõpetajad (joonis 6). Tekib küsimus, miks väitsid meie loodusainete õpetajad tegevat seda sagedamini kui rahvusvaheline keskmine õpetaja. Osalesin TIMSS 2003 uuringus ühe kooli 8. klassi bioloogia- ja geograafiaõpetajana ning vastasin aineõpetaja taustaküsimustikule. Kuna oli pakutud loetelu ja teadusliku meetodi alategevuste rakendamise sagedust ei olnud ka endal põhjust väga sagedaseks märkida, siis tundus viimase valiku puhul, et õpetatavat ju seostan igapäevaeluga. Ilmselt võisid teisedki aineõpetajad samamoodi reageerida.



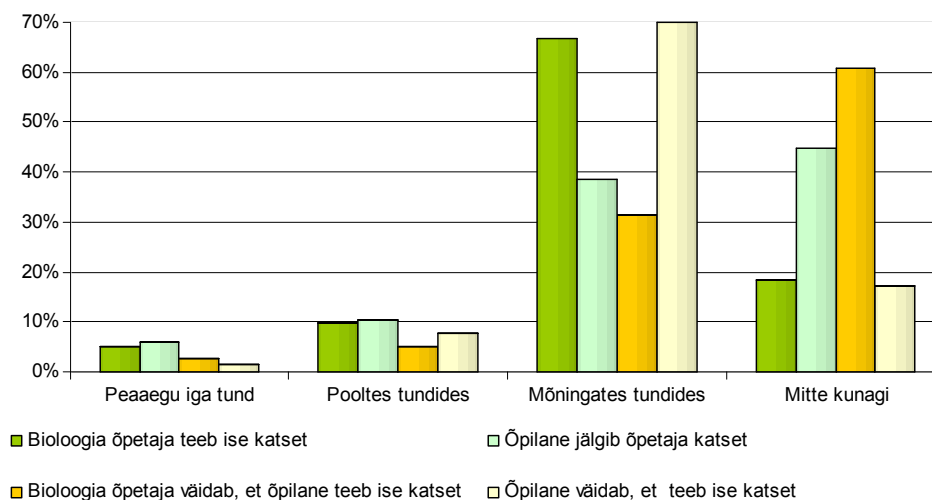
Joonis 6. Eesti loodusainete õpetajate ja õpilaste vastuse protsendiline erinevus küsimuses *kui sageli seostatakse õpetatavat igapäevaeluga* ($N_{\text{õpilased}} = 4040$; $N_{\text{õpetajad}} = 518$) rahvusvahelises võrdluses

Aineõpetajate ja science'i õpetajate vastuste rahvusvaheliste keskmiste võrdlemisest nähtub, et kõigi Eesti loodusainete õpetajate ja nende õpilaste vastuste vahel on suur erinevus ning eriti märkimisväärne on see bioloogias ja geograafias.

Õpilaste osakaalu, kelle bioloogiaõpetaja väitis, et pooltes või enamates tundides sooritatakse alljärgnevat tegevusi, kajastab joonis 7. Jooniselt on näha Eesti bioloogiaõpetajate endi esile toodud tegevuste madal rakendamissagedus võrreldes rahvusvaheliste bioloogiaõpetajate ja science'i õpetajate ainetundides toimuvaga.



Joonis 7. Õpilaste protsent, kelle bioloogiaõpetaja väitis, et pooltes või enamates tundides sooritatakse alljärgnevat tegevusi

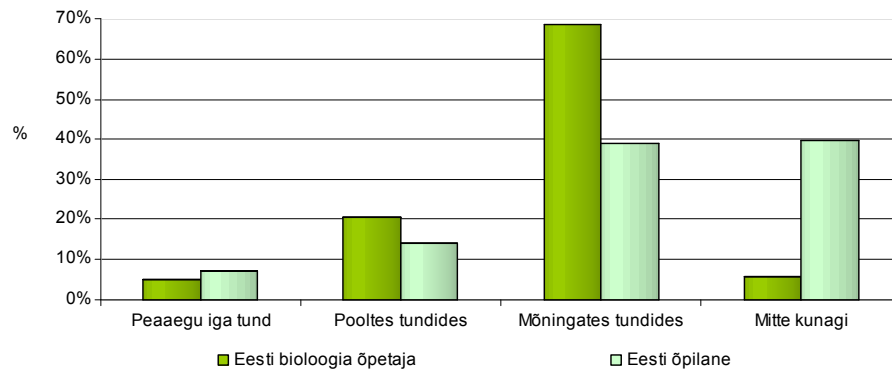


Joonis 8. Eesti bioloogiaõpetajate ja õpilaste vastuste erinevus küsimustes *kui sageli jälgivad õpilased bioloogiatundides õpetajat katsed tegemas ja kui sageli teevad õpilased ise katseid* ($N_{\text{õpilased}} = 3810$; $N_{\text{õpetajad}} = 141$)

Joonis 8 toob esile Eesti bioloogiaõpetajate ja õpilaste vastuste erinevuse küsimustes *kui sageli jälgivad õpilased bioloogiatundides õpetajat katsed tegemas ja kui sageli teevad õpilased ise katseid*.

Kõige suuremad erinevused sageduste hinnangutes ilmnevad õpetajate ja õpilaste vahel valikute puhul mõningates tundides ja mitte kunagi. Ligi 67% õpetajaist ütleb, et nad teevad demonstratsioonkatseid mõningates tundides. Samas väidab õpilastest seda 39%. Ligi pooled õpilastest (45%) ütlevad, et bioloogiaõpetaja ei tee kunagi katseid; bioloogiaõpetajatest väidab seda ainult 18%.

Vastupidine on olukord väite puhul õpilane teeb ise katset. Jooniselt 8 nähtub tähelepanuväärne asjaolu, et 74% õpetajatest väidab, et õpilased ei tee ise mitte kunagi katseid. Sedasama arvab õpilastest ainult 17%. Ilmselt mõistavad õpilased ja õpetajad katsetamist erinevalt. Kindlasti mõistab selle tähendust aga õpetaja ning see bioloogiaõpetajate seisukoht ei näita meie aineõpetust küll heas valguses, kui õpetaja, kes peaks õpilasi aktiveerima, ei korralda õpet nii, et õpilased saaksid ka bioloogias katseid teha.



Joonis 9. Eesti bioloogiaõpetajate ja õpilaste vastuste erinevus küsimuses *kui sageli püstitakse bioloogiatundides hüpoteese või ennustusi, mida kontrollida* ($N_{\text{õpilased}} = 3810$; $N_{\text{õpetajad}} = 141$)

Joonis 9 annab ülevaate, kui sageli püstitakse bioloogiatundides hüpoteese või ennustusi, mida kontrollida.

Ligi 69% bioloogiaõpetajatest väitis, et hüpoteese püstitatakse mõningates tundides. Õpilastest väitis seda 39%. Ligi 40% õpilastest ütles, et tundides ei püstitata hüpoteese mitte kunagi; bioloogiaõpetajatest väitis seda aga ainult 6%.

Taustauuringus esitati õpetajale väidete loetelu: *loodusteaduliku teema tutvustamiseks tuleks kasutada rohkem kui ühte näitvahendit, sümbolit jne; teaduslike probleemide lahendamine hõlmab hüpoteeside püstitamist, tulemuste interpreteerimist; loodusteaduste õppimine on pigem meeldejäätmine; teadusliku uurimuse tegemiseks on mitmeid võimalusi; kõige olulisem õpilase loodusteadusliku eksperimendi tulem on korrektne vastus; teaduslikud teooriad võivad muutuda; loodusteaduste õpetamise põhieesmärk on kujundada oskusi ja teadmisi, et selgitada õpilastele loodusnähtusi; loodusteaduste õpetamisel on oluline loodusnähtuste modelleerimine; enamikul teaduslikel avastustel pole praktilist väärtust* (Martin jt 2004) ning uuriti, millises ulatuses õpetaja nende väidetega nõustub.

Mind huvitas, kas Eesti õpilaste tulemuslikkus sõltus ülaltoodud õpetajate seisukohtadest. Selleks kategoriseeriti õpetajad kahte rühma (nõustujad või mittedõustujad) ning kasutati rühmadevahelise statistilise olulisuse kindlakstegemiseks t-testi. Enamiku ülaltoodud väidete puhul ei ilmnenud statistiliselt olulisust erinevust õpilaste sooritustes. Küll ilmnes aga statistiliselt oluline erinevus ($p=0,003$) tulemuslikkuses väite puhul *teaduslike probleemide lahendamine hõlmab hüpoteeside püstitamist, tulemuste interpreteerimist*. Selgus, et selle väitega nõustunud õpetajate õpilaste keskmine sooritus oli kõrgem (548 punkti) kui nende õpetajate õpilastel (535 punkti), kes selle väitega ei nõustunud (Henno, Reiska 2007).

Kokkuvõtteks:

- 1) Eesti õpetajate ja õpilaste väidete alusel rakendatakse uurimusliku õppe alategevusi Eestis märksa harvemini kui teistes rahvusvahelises võrdluses olnud riikides. Kuigi näiteks 2002. aasta riikliku õppekava loodusõpetuse ainekava eeldab uurimusliku õppe rakendamist, hüpoteeside püstitamist jne, ei rakendata neid tegevusi vajalikul määral;
- 2) Eesti õpetajate ja õpilaste seisukohad teadusliku meetodi rakendamise sageduse kohta on ajuti vägagi erinevad. Sageli väidavad õpetajad end teatud tegevusi ellu rakendamas palju sagedamini, kui seda arvavad õpilased oma loodusainete õpetajat tegevate. Kõige suuremad erinevused õpilaste ja õpetajate vastustes ilmnesid küsimuses *kui sageli seostatakse õpetatavat igapäevaeluga*, kus meie õpetajad väitsid seda tegevust märksa rohkem kui rahvusvaheline keskmine õpetaja. Eesti bioloogiaõpetajad ütlesid, et *bioloogiatundides püstitakse hüpoteese või ennustusi* ja *õpilased jälgivad õpetajat katset tegemas* palju sagedamini, kui väitsid seda õpilased;

- 3) nende õpilaste keskmiste soorituspunktide arv uuringu bioloogia valdkonnas oli kõrgem, kelle õpetaja nõustus, et loodusainete ülesannete lahendamine hõlmab hüpoteeside püstitamist ja lahendamist (Henno, Reiska 2007);
- 4) nende õpilaste tulemused olid kehvemad mõistetest arusaamises ja analüüsis, kelle õpetajad nõustusid väitega, et loodusainete õppimine on eelkõige meeldejätmise (Mere, Reiska, Smith 2006).

3.2.4. Ülevaade õpetajate hinnangutest

Õpilaste saavutustase sõltub ka nende majanduslikest võimalustest ning õpilaste ja õpetajate hoiakutest kooli suhtes. Koolikliima, s.o õpetajate rahulolu, õppekava eesmärkide mõistmine, lastevanemate kaasatus, laste soov olla tublid, toetab paremaid saavutusi. Rahvusvahelise keskmisena õppis 66% lastest keskmise koolikliimaindeksiga õppeasutustes (Martin jt 2004: 335). Eesti oli koolikliimaindeksi poolest loodusainete õpetajate hinnangul 45 riigi pingereas viimasel kohal. Direktorite ning matemaatikaõpetajate hinnangul oli Eesti kuue viimase hulgas. Õpetajatele esitati nende kooli kohta 8 küsimust: *õpetajate rahulolu tööga; kas nad mõistavad kooliõppekava eesmäärke ja milline on nende rahuloluaste viimase rakendamisega; õpetajate rahulolu õpilaste saavutustega; lastevanemate toetus õpilastele ja koolielule; õpilaste suhtumine õppimisesse ja kooli varasse* (Martin jt 2004: 338). Ilmnes, et meie õpetajad ei naudi oma tööd, ei mõista kooliõppekava eesmäärke, ei ole rahul õppekava rakendamisega, õpilaste tulemustega, laste suhtumisega ega vanemate osalusega koolielus (Reiska 2006).

Kokkuvõte

TIMSS 2003 tõi esile kolm tendentsi:

- 1) Eesti õpilaste teadmised loodusainetes oli rahvusvahelises võrdluses väga head;
- 2) Eesti õpilaste suhtumine loodusainetesse oli (ka rahvusvahelises võrdluses) halb;
- 3) Eesti õpetajate rahulolu oma tööga oli ülimaldal.

Määravaks riigi jõudmisel tippu on riigi tipptasemel õpilaste osakaal. See oli märgatavalt suurem osalenud riikide pingerea esiridades (nt Singapuris 44%, Hongkongis 31% ja Jaapanis 24%). Meil oli see näitaja matemaatikas 9% ja loodusainetes 13%. Ka PISA 2006 tulemustest ilmneb endiselt, et tööd tuleks tõhustada just selle potentsiaalse õpilaskontingendiga.

Nii nagu paljudes teisteski riikides olid Eestis kõrge enesehinnanguga õpilaste tulemused paremad kui keskmise ja madala enesehinnanguga õpilaste omad. Samas ei olnud olulist vahet keskmise ja madala enesehinnanguga õpilaste tulemustel. Saavutatud suhteliselt kõrge tulemuse taustal nii TIMSS 2003s kui ka PISA 2006s tuleks jätkuvalt tegelda õpilaste enesehinnangu kasvatamisega.

Tõsine probleem ilmnes õpilaste suhtumises matemaatika ja loodusainete õppimisesse, kus rahvusvahelises võrdluses olid Eesti õpilased viimaste hulgas.

Eestis rakendatakse loodusteaduslikku meetodit palju harvemini kui teistes rahvusvahelises võrdluses olnud riikides. Just praktiliste tööde osakaalu suurendamine ja õpilaste aktiveerimine aitaks kasvatada õpilaste huvi loodusainete vastu.

Õpilastes suurema huvi äratamine ja suhtumise parandamine loodusainetesse eeldavad ka õpetajate rahulolu oma tööga.

Kasutatud allikad

Bloom, B. S., Hastings, J. T., Madaus, G. F. (eds.) (1971). *The handbook of formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw Hill.

Henno, I. (2003). TIMSS 2003 teadmised ja oskused loodusteadustes. *Õpetajate Leht*, nr 7, 14.02. Adressil <http://www.opleht.ee/Arhiiv/2003/14.02.03/aine/3.shtml>, 14.10.10.

- Henno, I. (2005a). Loodusained eeldavad uurivat lähenemist. *Õpetajate Leht*, nr 5, 04.02. Aadressil <http://www.opleht.ee/Arhiiv/2005/04.02.05/aine/1.shtml>, 14.10.10.
- Henno, I. (2005b). Loodusteaduslik kirjaoskus kui prioriteet rahvusvahelistes võrdlusuuringutes ja riiklikus õppekavas. Rmt *Loodusainete õpetamisest koolis I osa*, 15–24. Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.
- Henno, I. (2008). A critique of current educational policies for science teaching based on the Estonian example. In M. Rannikmäe, P. Reiska, J. Holbrook, P. Ilsley (eds.), *The need for a paradigm shift in Science Education for post Soviet Societies: research and practice (Estonian example)* (pp. 263–278). Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH.
- Henno, I., Reiska, P. (2007). Exploring teaching approaches in Estonian science lessons based on TIMSS? In J. Holbrook, M. Rannikmäe (eds.), *Europe needs more scientists – the role of Eastern and Central European science educators* (pp. 55–65). 5th International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Eastern and Central European Symposium; 8–11 November 2006; Tartu, Estonia. Tartu: Tartu University Press.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzales, E. J., Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international science report*. TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Mere, K. (2003). Rahvusvaheline võrdlusuuring TIMSS 2003. *Õpetajate Leht*, nr 7, 14.02. Aadressil <http://www.opleht.ee/Arhiiv/2003/14.02.03/aine/2.shtml>, 14.10.10.
- Mere, K. (2006). *Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring TIMSS 2003*. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.
- Mere, K., Reiska, P., Smith, T. M. (2006). Impact of SES on Estonian Students' Science Achievement across Different Cognitive Domains. *Prospects: Quarterly Review of Comparative Education*, 36 (4), 497 - 516.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A., Erberer, E. (2005). *TIMSS 2007 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Smith, T. A., Garden, R. A., Gregory, K. D., Gonzalez, E. J., Chrostowski, S. J., O'Connor, K. M. (2001). *TIMSS assessment frameworks and specifications 2003*. TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Nurk, K. (2007). *Rahvusvahelise võrdlusuuringu TIMSS ja põhikooli bioloogia lõpueksamite hindamiskriteeriumite võrdlus*. [Magistritöö]. Tallinn: Tallinna Ülikool.
- Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava* (2002). Vabariigi Valitsuse määrus nr 56. Tallinn: Riigi Teataja.
- Põhi- ja keskhariiduse riiklik õppekava* (1996). Vabariigi Valitsuse määrus nr 228. Tallinn: Riigi Teataja
- Põhikooli riiklik õppekava* (2010). Vabariigi Valitsuse 28. jaanuari 2010. aasta määrus nr 14. Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13273133>, 14.10.2010.
- Reiska, P. (2006). Uuringu tulemused loodusainetes. Rmt *Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring TIMSS 2003*, 100–163. Tallinn: Tallinna Raamatutrükikoda.

Mida on loodusteaduste õpetajatel õppida rahvusvahelisest võrdlusuuringust PISA 2006?

Imbi Henno

Sissejuhatus

2006. aasta aprillis korraldati Eesti koolides Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) õpilaste õpitulemuslikkuse võrdlusuuring PISA (Program for International Student Assessment). PISA-uuringutega keskendutakse põhihariduse lõpusirgele jõudnud õpilase põhioskustele lugemises, matemaatikas ja loodusteadustes. PISA 2006 oli esimene rahvusvaheliselt tunnustatud uuring loodusteaduslike oskuste, huvide ja hoiakute, kooli ning loodusteaduste õpetamise konteksti hindamiseks. PISA pakkus rahvusvahelisel tasandil hulga mõõtmiskriteeriume. Need olid:

- 1) õpilaste arusaamine põhilistest loodusteaduste kontseptsioonidest ja teooriatest; mil määral suudavad õpilased üldistada loodusteadustes õpitut ning seostada seda igapäevaelu probleemidega;
- 2) õpilaste huvi loodusteaduste vastu; mil määral väärtustavad nad ümbritseva maailma mõtestamisel teaduslikke vaateid ning tahavad kasutada teaduslikku meetodit;
- 3) õpilaste koolikontekst: vanus 15 aastat, samaealiste õpilaste sotsiaal-majanduslik taust ja teised faktorid ning nende seostatavus õpilaste saavutustega;
- 4) loodusteaduste õpetamise tase koolis, õpilaste hinnang neile antud õppekorralduslikele instruksioonidele. Need võivad mõjutada õpilaste huvi ja pädevusi, mis on vajalikud loodusteaduste efektiivseks kasutamiseks, et igapäevaelus toime tulla.

PISA 2006 hindamisküsimuste sisu ei jäänud üksnes koolielu raamesse, vaid kajastas üldisi elusituatsioone, mis olid seotud õpilase enda ja perekonnaga (isiklik kontekst), ühiskonnaga (sotsiaalne kontekst) ning eluga kogu maailmas (globaalne kontekst) (OECD 2004).

PISA ülesanded moodustasid ülesannete blokke, mis algasid stiimulteksti, graafiku, joonisega jne ning esitasid olukorra, millega õpilased võivad igapäevaelus kokku puutuda. Kõik ülesanded kajastasid mingit kindlat hindamisvaldkonda, konteksti ja vajalikke oskusi. Tavaliselt eeldas iga küsimus õpilaselt rohkem kui ühe loodusteadusliku oskuse rakendamist. Küsimused varieerusid formaadilt (lahtised ja valikvastustega) ning sageli pidid õpilased vastama oma sõnadega. Niisuguseid avatud küsimuste vastused hinnati olenevalt vastuse õigsusest õigeaks, osaliselt õigeaks või valeks (OECD 2007).

Võrdlusuuringus PISA 2006 osales Eestist 4865 õpilast vanuses 15 aastat kolm kuud kuni 16 aastat kaks kuud, kellest 2386 olid tüdrukud ja 2479 poisid. Valimisse kuulunud õpilastest õppis 24,3% vene õppekeele koolides (Henno 2008a).

1. Loodusteaduslike teadmiste ja oskuste hindamine PISA 2006-s

1.1. Milliseid loodusteaduslikke oskusi mõõtis PISA 2006 loodusteaduste valdkonnas

PISA 2006 oli esimene rahvusvaheliselt tunnustatud uuring loodusteaduslike oskuste, huvide ja hoiakute, kooli ning loodusteaduste õpetamise konteksti hindamiseks.

PISA 2006 defineeris loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse (edaspidi *loodusteaduslik kirjaoskus*) mõiste. PISA 2006 eesmärkide põhjal tähendab loodusteaduslik kirjaoskus:

- 1) loodusteaduslike teadmisi ja nende teadmiste rakendamist **küsimuste esitamiseks**, uute teadmiste saamiseks ja loodusteaduslike **nähtuste selgitamiseks** ning loodusteadustega seotud küsimuste puhul **tõendusmaterjali põhjal järelduste tegemiseks**;
- 2) arusaamist loodusteaduste kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest;

- 3) arusaamist sellest, kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurikeskkonda;
- 4) valmisolekut tegelda loodusteaduslike küsimuste ja probleemidega kui kriitiliselt mõtlev inimene. See loodusteadusliku kirjaoskuse valdkond näitab, mil määral väärtustavad õpilased loodusteadusi (nii teemasid kui ka teaduslikku meetodit), mille abil mõtestada maailma ja teha otsustusi (OECD 2007).

Võrreldes varasemate PISA-uuringutega eristas PISA 2006 loodusteadustealaseid teadmisi (teadmised loodusest, arusaamine põhilistest loodusteaduste kontseptsioonidest ja teooriatest) ning teadmisi loodusteaduste kohta (arusaamine loodusteadustest kui inimtegevuse olemusest ning loodusteadustealaste teadmiste jõust ja piiratusest).

Ülaltoodud definitsioonist lähtudes hinnati loodusteaduslikku kirjaoskust kolme loodusteadusliku kirjaoskuse oskusskaalal: **oskus tunda ära loodusteaduslikke küsimusi; oskus kirjeldada, selgitada või prognoosida nähtusi, tuginedes loodusteaduslikele teadmistele; oskus tõlgendada tõendusmaterjali ning kasutada seda järelduste tegemiseks ja edastamiseks** (vt lisa 1).

Loodusteaduslike küsimuste äratundmise valdkonnas keskenduti küsimuste äratundmisele, mida on võimalik teaduslikult uurida, võtmesõnade äratundmisele, mis aitavad leida teaduslikku informatsiooni, ning teadusliku uuringu tunnuste äratundmisele.

Nähtuse teaduslikus selgitamises olid peamised uuritavad valdkonnad loodusteaduslike teadmiste või teadmiste loodusteaduste kohta kasutamine etteantud olukorras, nähtuste teaduslik kirjeldamine või tõlgendamine, muutuste ennustamine ning asjakohaste kirjelduste, selgituste ja prognooside äratundmine.

Teadusliku tõendusmaterjali kasutamise oskuse põhilised tunnused olid teadusliku tõendusmaterjali tõlgendamine, järelduste tegemine ja nende esitamine; oletuste ja tõendusmaterjali äratundmine ning järelduste põhjal arutlemine; arutlemine loodusteadusliku ja tehnoloogilise arengu mõjude üle ühiskonnas (sealsamas).

1.2. Hindamisskaalad loodusteadustes

Tuginedes õpilaste tulemustele, loodi iga loodusteadusliku oskuse ja kõigi loodusteaduslike teadmiste valdkondade jaoks hindamisskaalad, mis võimaldasid hinnata iga õpilase pädevuse taset. Kõige üldisem skaala oli **loodusteaduste kombineeritud üldskaala**, millel esitati õpilaste tulemusi kahel viisil: keskmiste tulemuste ja saavutustasemetega järgi.

Õpilaste tulemused rühmitati kuude saavutustasemesse ning need kirjeldavad loodusteadusliku kirjaoskuse tasemeid. Kuues tase oli kõige kõrgem ja hõlmas kõige keerukamaid ülesandeid; esimene tase oli kõige madalam ning sisaldas kõige lihtsamaid ülesandeid. Teine tase määratleti baasoskustasemeks, millest alates on õpilase loodusteaduslik kirjaoskus sellisel tasemel, et ta tuleb edukalt toime teaduse ja tehnoloogia igapäevaelu olukordades. Teisel tasemel peaksid õpilased oskama määratleda loodusteadusliku uurimuse põhitunnuseid, meenutada etteantud olukordades loodusteaduslikke mõisteid ja informatsiooni ning kasutada otsuste tegemiseks andmetabelites kajastatud teadusliku eksperimendi tulemusi. Allapoole esimest saavutustaset jäävate õpilaste kohta võib väita, et nad pole võimelised oma loodusteaduslike võimeid PISA-uuringus pakutud lihtsamates kontekstides rakendama (OECD 2007).

Õpilaste saavutatud punktide interpreteerimiseks oli skaala konstrueeritud nii, et OECD riikide keskmine asus 500 punkti juures ning 2/3 õpilastest jäid oma sooritustulemustega vahemikku 400–600 punkti. PISA 2006 uuringus kujunesid loodusteadustes erinevatele saavutustasemetele järgmised piirid (sealsamas):

- saavutustase nr 6** – õpilase tulemus ületab **707,9** punkti;
- saavutustase nr 5** – tulemus ületab **633,3** punkti ja on väiksem kui **707,9** või võrdne sellega;
- saavutustase nr 4** – tulemus ületab **558,7** punkti ja on väiksem kui **633,3** või võrdne sellega;
- saavutustase nr 3** – tulemus ületab **484,1** punkti ja on väiksem kui **558,7** või võrdne sellega;
- saavutustase nr 2** – tulemus ületab **409,5** punkti ja on väiksem kui **484,1** või võrdne sellega;
- saavutustase nr 1** – tulemus ületab **334,9** punkti ja on väiksem kui **409,5** või võrdne sellega.

Lisas 1 on detailne ülevaade õpilaste oskustest kuuel saavutustasemel kõigil loodusteaduste alaoskuste skaaladel.

1.2.1. Eesti õpilaste tulemused keskmiste tulemuste järgi loodusteaduste üldisel skaalal

Keskmiste tulemuste järgi paigutusid Eesti õpilased loodusteaduste kombineeritud skaalal Soome, Hongkongi (Hiina), Kanada ja Taiwani (Hiina) järel viiendale kohale. Loodusteaduste kombineeritud üldskaalal hinnati õpilasi veel mitme alaskaalaga (OECD 2007; joonis 1).

Loodusteaduslikke **teadmisi hinnati kahel skaalal: loodusteadustealased** teadmised (teadmised loodusest, arusaamine põhilistest loodusteaduste kontseptsioonidest ja teooriatest) ning teadmised **loodusteaduste kohta** (sealsamas).

Loodusteadustealaseid teadmisi mõõdeti järgmistes sisuvaldkondades: *füüsikalised süsteemid, elussüsteemid* ning *Maa ja universumi süsteemid*.

Loodusteaduste kohta käivad teadmised hõlmasid teadmisi *teadusliku uurimise* ja *loodusteaduslike selgituste* kohta. Nende valdkondade üksikasjalik analüüs on tähtis PISA 2006 tulemuste seostamisel riikliku õppekavaga.

Füüsikaliste süsteemide hindamisel mõõdeti teadmisi järgmistes valdkondades: aine struktuur ja omadused (nt soojus- ja elektri juhtivus); aine füüsikalised muutused (nt aine olekud, koostisosad, osakestevahelised seosed); aine keemilised muutused (nt reaktsioonid, energia ülekanne, happed/ alused); liikumised ja jõud (nt kiirus, hõõrdumine); energia ja selle muundumine (nt jäävus, hajumine, keemilised reaktsioonid); energia ja aine vastastikmõjud (nt valguse- ja raadiolained, heli- ja seismilised lained).

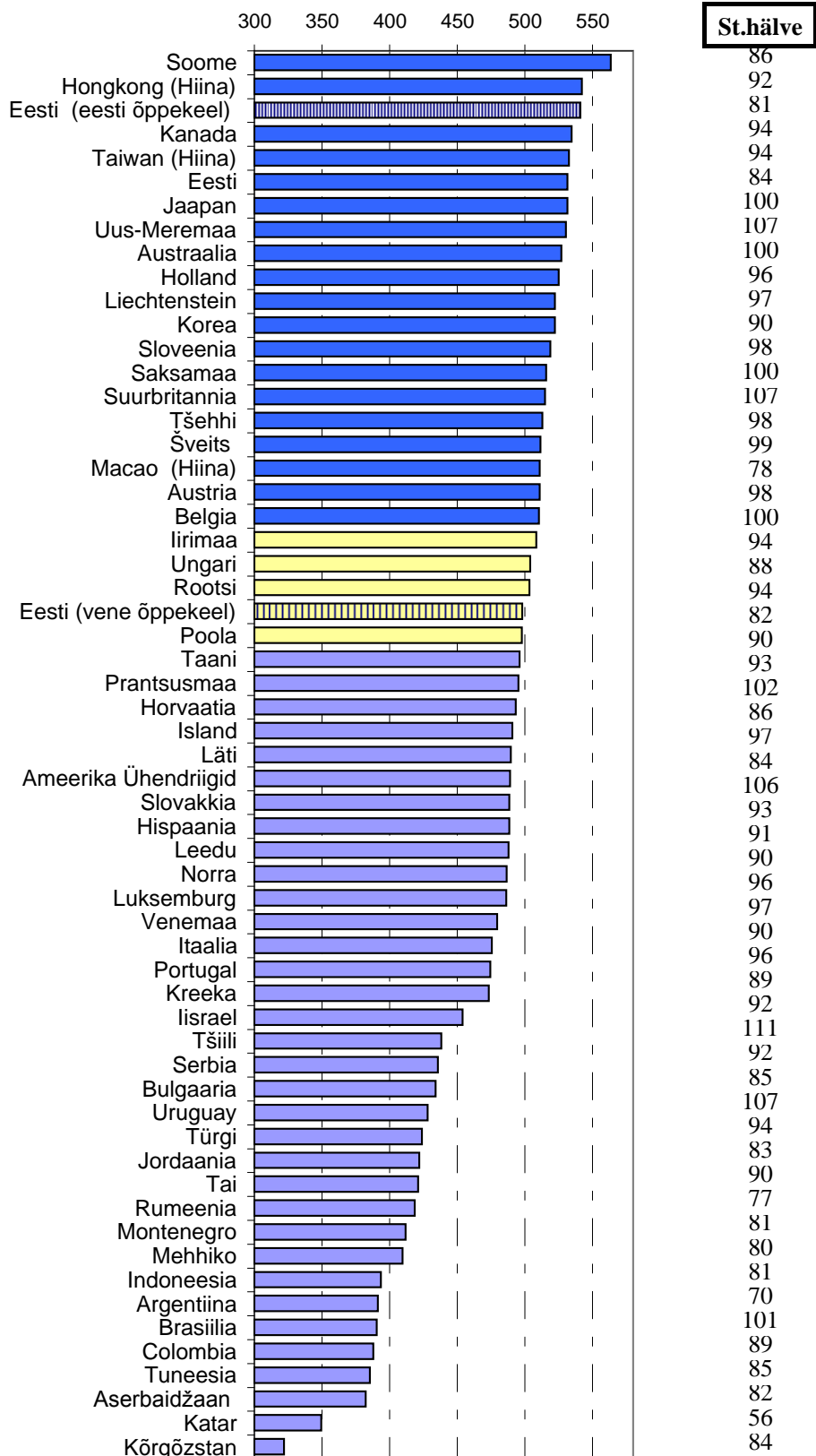
Elussüsteemide hindamisel eeldati teadmisi järgmistest valdkondadest: rakud (nt struktuur ja funktsioon, DNA, taim ja loom); inimesed (nt tervis, toitumine, allsüsteemid, sh seedimine, hingamine, vereringe, eritamine, ja nendevahelised seosed; haigus, paljunemine); populatsioonid (nt liigid, evolutsioon, bioloogiline mitmekesisus, geneetiline varieerumine); ökosüsteemid (nt toiduahelad, aine- ja energiaringe); biosfäär (nt tasakaal ökosüsteemis, jätkusuutlikkus).

Maa ja universumi süsteemide hindamisel eeldati teadmisi järgmistest valdkondadest: Maa süsteemide ehitus (nt litosfäär, atmosfäär, hüdrofäär); energia Maa süsteemides (nt allikad, globaalne kliima); muutused Maa süsteemides (nt laamtektoonika, geokeemilised tsüklid, kujundavad ja kulutavad jõud); Maa ajalugu (nt fossiilid, teke ja evolutsioon); Maa kui osa universumist (nt gravitatsioon, päikesesüsteemid).

Tehnoloogiliste süsteemide hindamisel eeldati teadmisi järgmistest valdkondadest: teadusele põhineva tehnoloogia roll (nt probleemide lahendamine, inimvajaduste ja -soovide rahuldamine, uuringute kavandamine ja tegemine); loodusteaduste ja tehnoloogia seos (nt tehnoloogia osa teaduslikes saavutustes); mõisted (nt optimeerimine, kompromiss, maksumus, riskid, kasum); olulised põhimõtted (nt kriteeriumid, piirangud, maksumus, innovatsioon, leiutised, probleemide lahendamine). (OECD 2007.)

Eesti õpilased olid rahvusvahelises võrdluses erinevates teadmiste sisuvaldkondades väga edukad. Eesti koht riikide pingereas kujunes järgmiseks (Henno 2008a):

- 1) loodusteaduste teadmiste skaala „*Elussüsteemid*“ keskmise punktisumma alusel paigutus Eesti 540 punktiga Soome (574 punkti) ja Hongkongi (Hiina) (558 punkti) järel kolmandaks;
- 2) loodusteaduste teadmiste skaala „*Füüsikalised süsteemid*“ keskmise punktisumma alusel paigutus Eesti 535 punktiga Soome (560 punkti), Taiwani (Hiina) (545 punkti) ja Hongkongi (Hiina) (546 punkti) järel neljandaks;
- 3) loodusteaduste teadmiste skaala „*Maa ja universumi süsteemid*“ keskmise punktisumma alusel paigutus Eesti 540 punktiga Soome (554 punkti) järel teisele kohale;
- 4) loodusteaduste teadmiste valdkonna „*Teadmised loodusteaduste kohta*“ keskmise punktisumma alusel paigutus Eesti 523 punktiga üheteistkümnendale kohale.



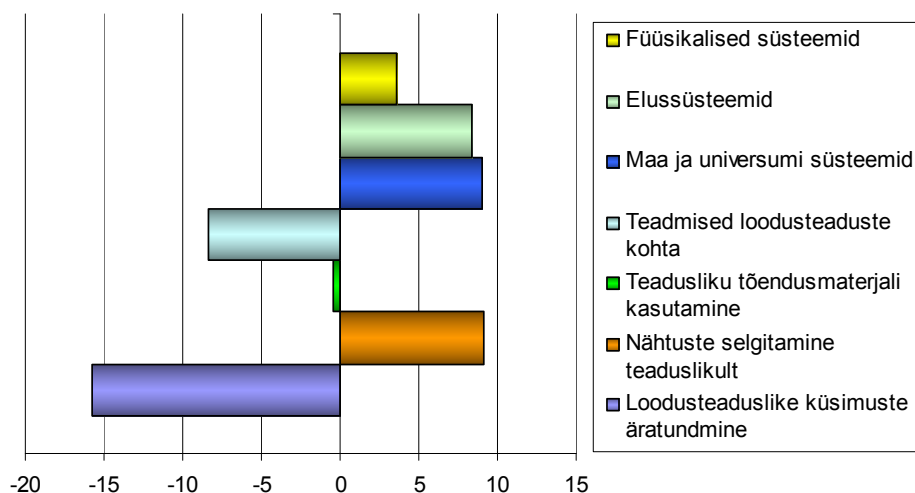
Statistiliselt oluliselt kõrgem kui OECD keskmine

Ei ole statistiliselt oluliselt erinev OECD keskmisest

Statistiliselt oluliselt madalam kui OECD keskmine

Joonis 1. Riikide järjestus keskmiste soorituspunktide alusel loodusteaduste kombineeritud üldskaalal PISA 2006s

Eesti õpilased esinesid suhteliselt ühtlaselt ja suuri erinevusi õpilaste edukuses erinevates sisuvaldkondades ei olnud (joonis 2).



Joonis 2. Eesti õpilaste loodusteaduste skaalade keskmiste soorituspunktide erinevus loodusteaduste üldskaala keskmisest tulemusest (nullnivoo – loodusteaduste üldskaala keskmine tulemus)

Erinevate loodusteaduste skaalade keskmiste tulemuspunktide võrdlemisel loodusteaduste üldskaala keskmise tulemusega ilmnis, et Eesti õpilaste soorituspunktid jäid kõige madalamaks valdkondades *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja *teadmised loodusteaduste kohta*. Näiteks jäi tulemus *loodusteaduslike küsimuste äratundmise* skaalal loodusteaduste üldskaala tulemuspunktidest 16 punkti võrra madalamaks (joonis 4).

1.2.2. Eesti õpilaste tulemused saavutustasemete järgi

1.2.2.1. Loodusteaduste kombineeritud üldskaala

Kuna oskusi ja pädevusi ei sobi hinnata keskmiste punktidega, siis hinnati PISA 2006s õpilaste võimekust saavutustasemete kaudu.

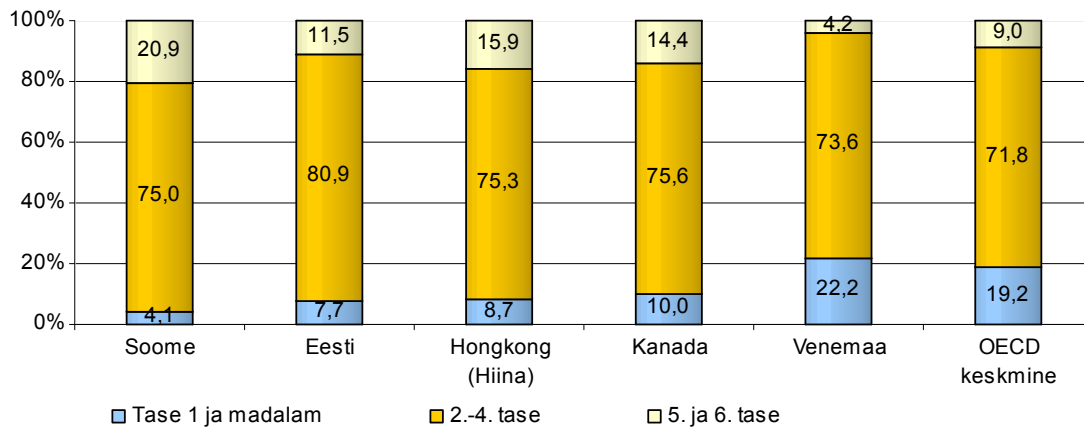
Riikide võrdluses saavutustasemete järgi paigutus Eesti loodusteaduste valdkonna saavutustasemete skaalal (nullnivoo oli esimese ja teise saavutustaseme vahel) Soome järel teisele kohale. Eesti koht on seletatav sellega, et enamik meie õpilastest on saavutanud baasoskuste taseme ning väga nõrku õpilasi on võrreldes teiste riikidega palju vähem (Henno jt 2007b).

Loodusteaduste kombineeritud skaalal moodustas kõrge saavutustasemega (viies ja kuues tase) õpilaste osakaal OECD riikide õpilastest keskmiselt 9%. Soomes saavutas viienda või kuuenda taseme rohkem kui 20% ja Eestis 11,5% õpilastest (joonised 3 ja 4). Alla teist taset jäi loodusteaduste kombineeritud skaalal Soomes 4,1% ja Eestis 7,7% õpilastest.

Üldiselt on teada, et õpilaste huvi loodusteadustega seotud elukutsete vastu on väike. Ometi kasvab Eesti arengut ja majanduslikku tulevikku silmas pidades nõudlus oskustöötajate järele, sest tööjõud vananeb. On tekkinud otsene vajadus leida andekaid inimesi uusi tehnoloogiaid rakendama. Sääraste tehnoloogiate ja uuenduslike lahenduste väljatöötamiseks on esiteks vaja üldisi baasoskusi, aga teiseks on väga kriitiline ka kõrgete oskustasemetega inimeste olemasolu. Haritud inimeste olemasolu on ülimalt oluline majanduskasvu ja sotsiaalarangu edendamisel. Meie jaoks on äärmiselt tähtis, et haritud spetsialistide osakaal tööturul suureneks. PISA 2006 uuringust ilmnis, et meil on rahvusvahelises võrdluses kõrgematel oskustasemetel olevate õpilaste protsendiline osakaal madal ja sellise tasemega õpilasi on meil märksa vähem kui teistes esiriikides, nagu Soome, Hongkong ja Kanada (joonis 3).

Meil tuleks mõelda, kuidas kujundada õpet nii, et palju rohkem õpilasi jõuaks kõrgematele oskustasemetele ja eriti kuuendale tasemele. Selleks tuleb peale rutiinse igapäevatöö pakkuda õpilastele võimalusi enesetäiendamiseks ja huvitegevusteks väljaspool kooli. Väga väike protsent õpilastest on

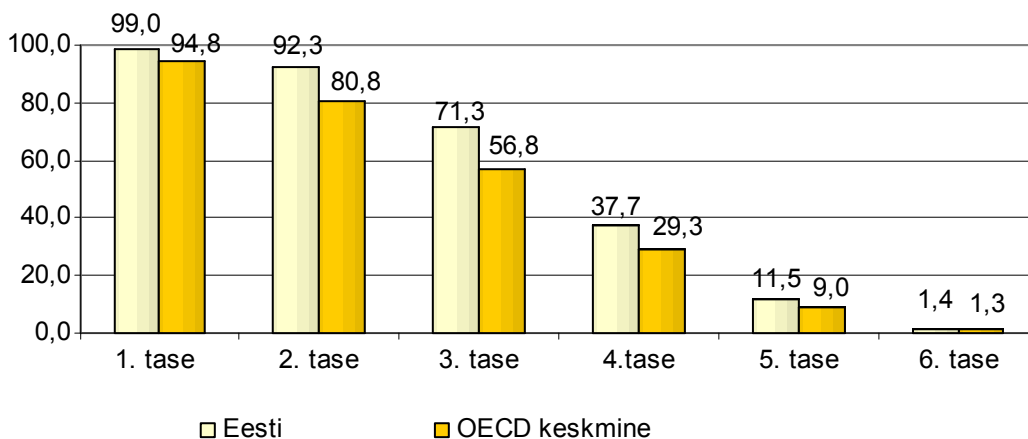
nii andekad, et nad jõuavad kuuendale tasemele, olenemata sellest, kuidas neid koolis õpetatakse või millise sotsiaal-majandusliku taustaga on nad ise või on nende kool. Kindlasti on terve hulk õpilasi, kes jäävad stoppama neljandale ja viiendale tasemele, aga kui neile rohkem tähelepanu pöörata, jõuaksid nad samuti kuuendale tasemele. Millele tuginedes ma seda väidan?



Joonis 3. Õpilaste protsendiline jaotus saavutustasemete järgi loodusteaduste üldskaalal rahvusvahelises võrdluses

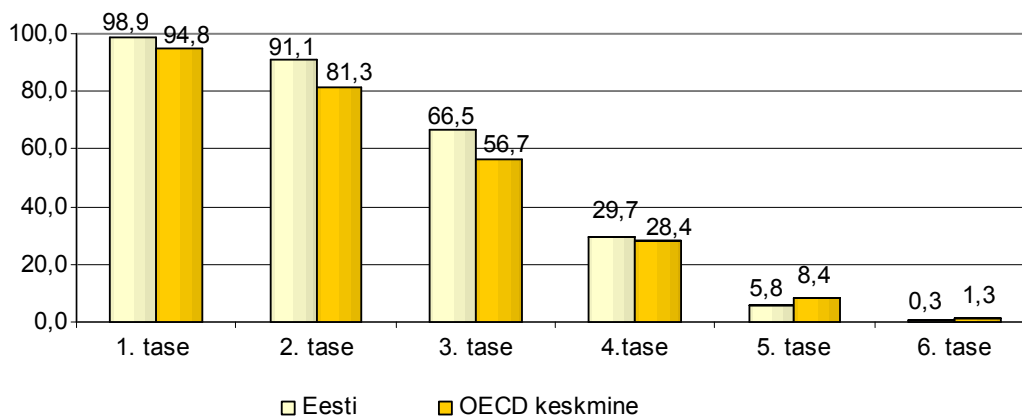
Kõik Eesti PISA 2006s osalenud koolid said oma soorituse tagasiside kõikide valdkondade ja saavutustasemete kohta erinevatel loodusteaduste skaaladel. Koolide sooritusi analüüsid ilmses, et mitte kõik teada-tundud edukad koolid (nn eliitkoolid) ei paistnud silma kuuendal saavutustasemel olevate õpilaste suure osakaaluga. Nad jõudsid koolide esiritta 5. ja 6. oskustasemetel olevate õpilaste summaarse protsendilise osakaalu alusel. Samas ilmses, et kuskil Eesti ääreala põhikoolis on kuuenda taseme õpilaste protsendiline osakaal suurem kui näiteks maakonnakeskuse suurtes gümnaasiumides. Uurides asja sisuliselt, selgus, et selles väikeses põhikoolis on loodusteaduste õpetaja, kes on äärmiselt tubli ja motiveeritud ning innustab õpilasi osalema erinevates koolivälistes tegevustes ja aineolümpiaadidel. Väidan, et koolide pedagoogilise kollektiivi tahe ja võimekus koordineerida oma õpilaste tegevust laiemalt kui ainult ainetunni tasemel, saata õpilasi huviringidesse ja aineolümpiaadidele leiab kajastuse ka PISA 2006 uuringu tulemustes. Sellistes koolides oli 6. tasemele jõudnud õpilaste protsendiline osakaal suurem.

OECD riikides oli 5,2% sääraseid õpilasi, kes saavutasid vähem kui 334,5 punkti ja jäid allapoole esimest taset. Eestis oli niisuguseid õpilasi märksa vähem, ainult 0,9% (joonis 4).



Joonis 4. Eesti ja OECD keskmiste õpilaste protsendiline jaotus saavutustasemete järgi loodusteaduste üldskaalal

Tasub meenutada, et samale tulemusele jõuti ka rahvusvahelises võrdlusuuringus TIMSS 2003. Loodusteaduste uuringust selgus, et Eestis ületas nn madala taseme 99% õpilastest. Madala oskustasemega õpilaste arv on samuti tähtis näitaja. Teist saavutustaset loetakse vastava kirjaoskuse baasoskuste tasemeks. Need õpilased suudavad demonstreerida loodusteaduslikke teadmisi tasemel, mis võimaldab neil toime tulla loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud igapäevastes olukordades.



Joonis 5. Eesti õpilaste ja OECD keskmise protsendiline jaotus saavutustasemete järgi skaalal loodusteaduslike küsimuste äratundmine

1.2.2.2. Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

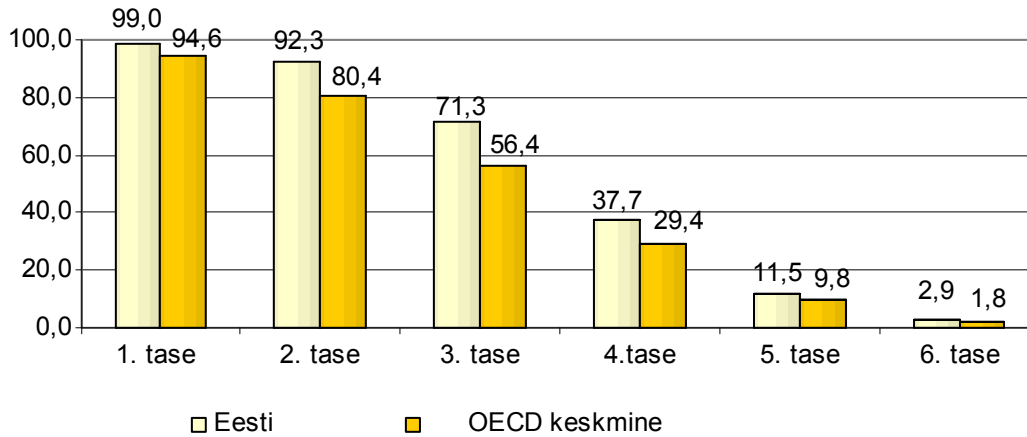
Õpilaste oskuste rahvusvahelisest analüüsist ilmnas, et kõigis riikides on suhteliselt vähe õpilasi, kes oskavad lahendada **loodusteaduslike küsimuste äratundmise** ülesandeid kahel kõrgemal tasemel – keskmiselt 8,4% kõigist OECD riikide õpilastest. Selliste õpilaste protsent oli kõrge näiteks Uus-Meremaal (18,5%) ja Soomes (17,2%), aga Eestis oli niisuguste õpilaste osakaal veelgi madalam, ainult 5,8% (joonis 5). Samas olime esimese ja alla esimese taseme baasoskustega õpilaste protsendilise osakaalu poolest riikide järjestuses Soome järel teisel kohal. Meie naaberriikides oli madalamatel tasemel asuvate õpilaste osakaal Lätis 17,4%, Leedus 21,9% ja Venemaal 27,5%. (Henno jt 2007b.)

1.2.2.3. Nähtuste teaduslik selgitamine

Skaalal **nähtuste teaduslik selgitamine** oli samuti kõigis riikides üsna väike protsent õpilasi, kes olid võimelised täitma ülesandeid kahel kõrgemal tasemel – keskmiselt 9,8% kõigi OECD riikide kohta. Selle oskuse skaala õpilaste protsent oli kõrge Soomes (22,6%), Hongkongis (Hiina) (18,8%) ja Taiwanis (Hiina) (20,3%), ent ka Eestis (15,8%). (Sealsamas.)

Kuid rahvusvahelises lõpparuandes nimetati suure kontrastriigina just Eestit, kus 15,8% õpilastest saavutas sellel skaalal kõrgema taseme, samaaegu aga kõigest 5,8% **loodusteaduslike küsimuste äratundmise** skaalal.

OECD riikidest jäi 2. tasemele või alla selle keskmiselt 19,6% õpilastest. Madalal tasemel olevate õpilaste protsent oli jälle kõige väiksem Soomes (4,0%), millele järgnesime meie (7,5%) (joonis 6).

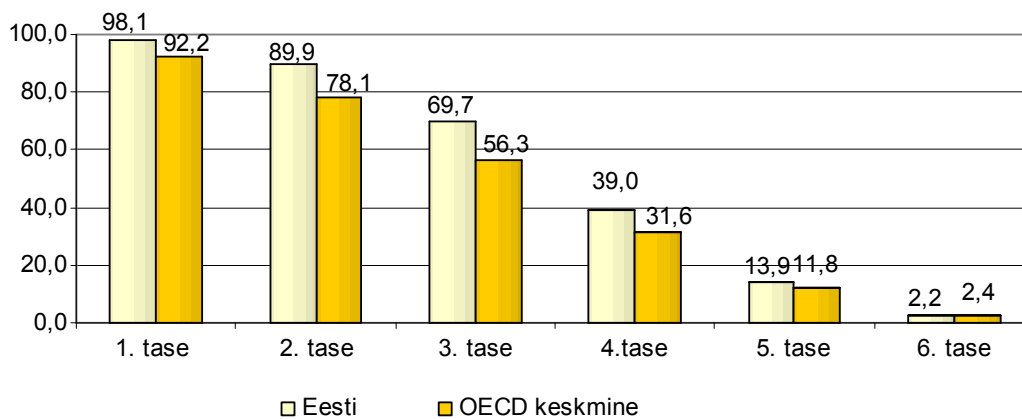


Joonis 6. Eesti õpilaste ja OECD keskmise protsendiline jaotus saavutustasemete järgi skaalal *nähtuste teaduslik selgitamine*

1.2.2.4. Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine

Ligikaudu 32% PISA-uuringus õpilastele esitatud loodusteaduslikest ülesannetest eeldasid *teadusliku tõendusmaterjali kasutamist* (OECD 2007).

OECD riikides oli keskmiselt 11,8% õpilastest võimelised lahendama ülesandeid *teadusliku tõendusmaterjali kasutamise* skaala kahel kõige kõrgemal tasemel. Eriti palju oli tugevaid õpilasi Soomes (25,0%). Eestis oli nende protsent 13,9% (joonis 7), meie naaberriikides Leedus 6,6%, Lätis 9,3% ja Venemaal 6,5%. Uuringu riikidest olime madala saavutustasemega õpilaste protsendi alusel Soome järel teisel kohal (Henno 2007b).



Joonis 7. Eesti õpilaste ja OECD keskmise protsendiline jaotus saavutustasemete järgi skaalal *loodusteaduslike küsimuste äratundmine*

Valdkonnas *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* keskenduti küsimuste äratundmisele, mida on võimalik teaduslikult uurida, võtmesõnade äratundmisele, mis aitavad leida teaduslikku informatsiooni, ning teadusliku uurimuse tunnuste äratundmisele. Kõige tüüpilisemad loodusteaduslikud teadmised *loodusteaduslike küsimuste äratundmisel* on need, mis on seotud loodusteaduslike protsesside mõistmisega peamistes sisuvaldkondades „Füüsikalised süsteemid“, „Elussüsteemid“ ning „Maa ja universumi süsteemid“ (OECD 2007).

Tabel 1. Eesti õpilaste keskmiste tulemuste sõltuvus soost loodusteaduste hindamisvaldkondades (statistiliselt oluline erinevus poiste või tüdrukute kasuks on märgitud poolpaksus kirjas). *Allikas: OECD andmebaas*

Teadmiste ja oskuste valdkond	Kõik õpilased			Sooline erinevus					
	Keskmine tulemus			Poisid		Tüdrukud		Erinevus	
	Keskmine tulemus	Standardviga	Standardhälve	Keskmine tulemus	Standardviga	Keskmine tulemus	Standardviga	(Poiss - Tüdruk)	
Tulemuste erinevus								Standardviga	
Loodusteaduste kombineeritud skaala	531	(2,5)	84	530	(3,1)	533	(2,9)	-4	(3,1)
Loodusteaduslike küsimuste äratundmine	516	(2,6)	77	504	(3,1)	528	(2,6)	-25	(2,8)
Nähtuste teaduslik selgitamine	541	(2,6)	91	544	(3,2)	537	(3,0)	6	(3,3)
Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine	531	(2,7)	93	529	(3,2)	533	(3,0)	-5	(3,3)
Teadmised loodusteaduste kohta	523	(2,1)	82	516	(2,5)	531	(2,5)	-15	(2,9)
Maa ja universumi süsteemid	540	(2,4)	98	545	(3,2)	535	(2,9)	10	(3,7)
Elussüsteemid	540	(2,4)	97	534	(3,0)	546	(2,9)	-12	(3,3)
Füüsikalised süsteemid	535	(2,0)	87	547	(2,7)	522	(2,4)	25	(3,1)

1.2.2.5. Tüdrukute ja poiste tulemuste erinevused

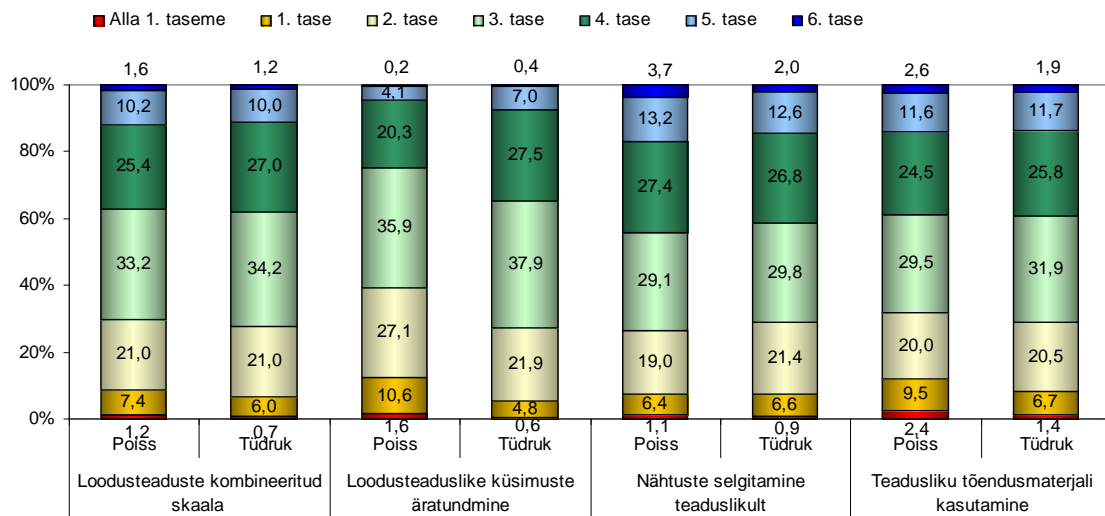
Tabelist 1 nähtub, et Eesti poiste ja tüdrukute soorituste vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust loodusteaduste kombineeritud üldskaalal. Küll oli aga statistiliselt oluline erinevus järgmistes sisuvaldkondades: *teadmised loodusteaduste kohta*, *Maa ja universumi süsteemid*, *elussüsteemid* ning *füüsikalised süsteemid*. Eesti tüdrukud olid paremate teadmistega valdkondades *teadmised loodusteaduste kohta* ja *elussüsteemid*. Eesti poisid olid edukamad valdkondades *Maa ja universumi süsteemid* ning *füüsikalised süsteemid*. Kui neid tulemusi võrrelda TIMSS 2003 tulemustega, siis seal ilmnes hoopis vastupidine tendents: tüdrukud olid tublimad füüsikas ja poisid bioloogias (Henno 2008c).

Eesti poiste ja tüdrukute loodusteadusliku kirjaoskuse alaoskuste saavutustasemeid võrreldes ilnes, et poiste ja tüdrukute vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust *nähtuste teaduslikus selgitamises* ja *teadusliku tõendusmaterjali kasutamises*. Küll oli aga statistiliselt oluline erinevus *loodusteaduslike küsimuste äratundmises*, milles Eesti tüdrukud olid poistest tublimad (joonis 8). Eesti tulemuslikkus oligi selles valdkonnas kõige madalam. Uuringust ilmneb, et poisid on siin veelgi nõrgemad kui tüdrukud. Jooniselt 6 nähtub, et 35% tüdrukutest ja ainult 25% poistest on jõudnud selle valdkonna neljandale ning sellest kõrgematele tasemetele. 12,3% poistest ja 5,3% tüdrukutest ei ole jõudnud isegi teisele tasemele, st neil puuduvad vajalikud oskused mõista või tajuda, mis on üldse loodusteaduslik probleem, ning ära tunda loodusteaduslike küsimusi.

On selge, et seda oskust saab kujundada ainult uurimuslikke tegevusi rakendades. TIMSS 2003 uuringu rahvusvahelise võrdluse taustal ilmnes, et Eesti koolide loodusainete tundides rakendatakse loodusteadusliku meetodi alategevusi harvemini kui teistes riikides (Henno, Reiska 2007).

K. Kask (2004), tsiteerides oma magistritöös erinevaid autoreid, rõhutab, et uurimuslik õpe sisaldab oskuste kompleksi, mis võimaldab asuda probleemi lahendamata, avastama ja küsimusi esitama. Uurimine on protsess ning seetõttu räägitakse protsessuaalsetest oskustest. Eesti õpilaste protsessuaalsed oskused ei ole vajalikul tasemel. See võib olla põhjustatud nii vähesest praktiliste tööde arvust kui ka ebaõigest töö planeerimisest praktiliste tööde tundides. Õpetajate teadmised uurimuslikust käsitlusviisist on

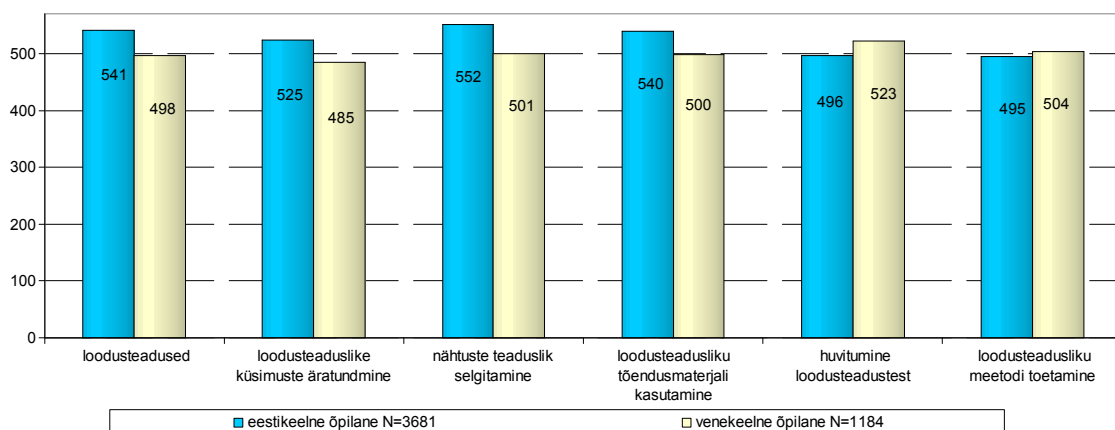
napid või puuduvad hoopis ja õpetaja, kes ise uurimuse olemust ei mõista, ei saa seda arusaadavaks teha õpilastele ega kasutada oma töös (Kask 2004; Kask, Rannikmäe, Mamlok-Naaman 2008).



Joonis 8. Tüdrukute ja poiste protsendiline jaotus saavutustasemetega järgi loodusteaduste üldskaalal ning erinevate alaoskuste valdkondades PISA 2006 uuringus

1.2.2.6. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste tulemuste erinevused

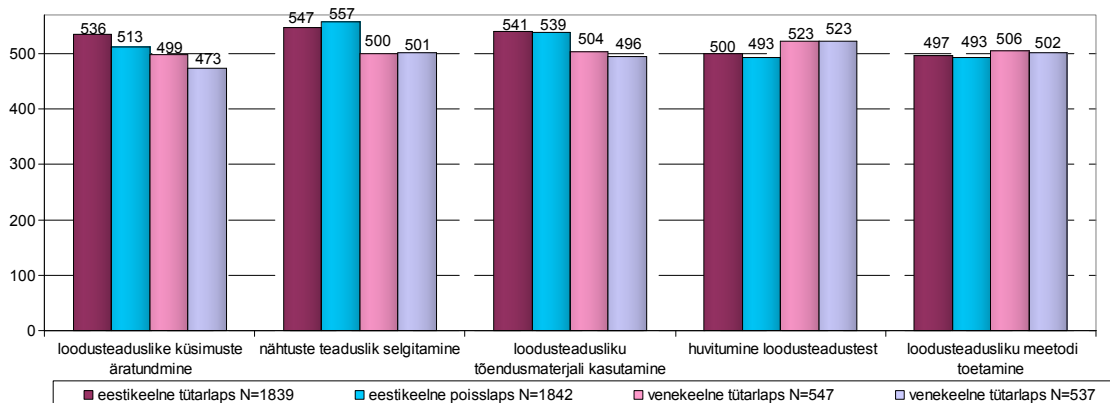
Rahvusvahelises võrdluses olid eesti õppekeelega koolide õpilased võrreldes vene õppekeelega koolide õpilastega edukamad kõigis põhilistes hindamisvaldkondades – loodusteadustes, matemaatikas ja lugemises. Sooritusid sõltusid statistiliselt oluliselt kooli õppekeelest. Tulemuste statistiline analüüs näitas, et *nähtuste teaduslikul selgitamisel, loodusteaduslike küsimuste äratundmises ja loodusteadusliku tõendusmaterjali kasutamises* olid tublimad eesti õppekeelega koolide õpilased (joonis 9). Vene õppekeele koolide õpilased olid rohkem huvitunud loodusteaduste õppimisest ning toetasid loodusteadusliku uurimismeetodi rakendamist (Henno, Reiska 2007).



Joonis 9. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste keskmine tulemus loodusteaduste erinevates alavaldkondades

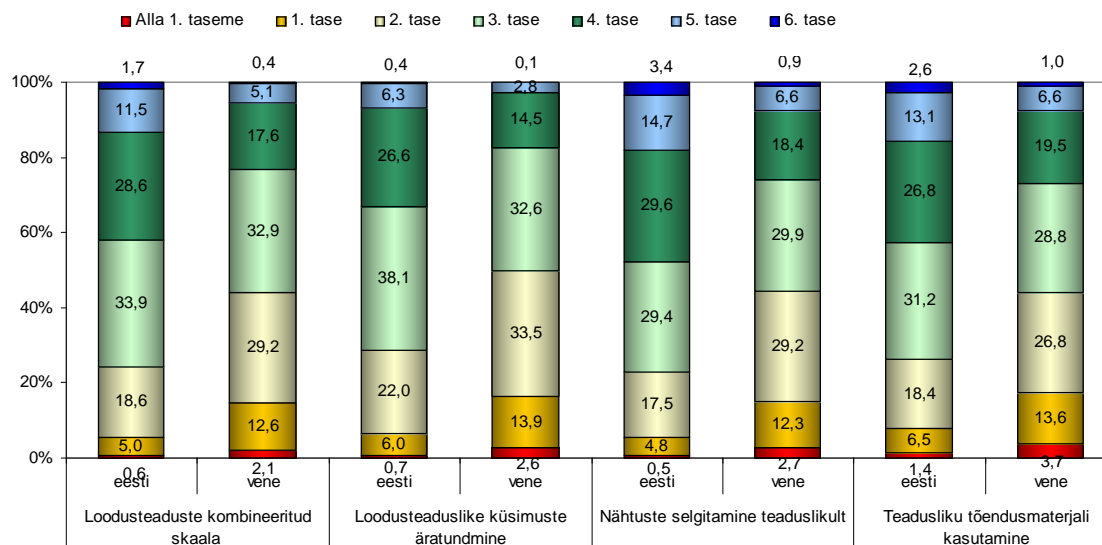
Eesti õppekeelega koolide poiste ja tütarlaste vahel ei täheldatud statistiliselt olulisi erinevusi loodusteadusliku tõendusmaterjali kasutamises ja teadusliku meetodi rakendamise valdkondades. Ka ei ilmnenud vene õppekeelega koolide tütar- ja poisslaste keskmiste soorituste vahel enamikul skaaladel statistiliselt olulisi erinevusi. Küll olid aga nii vene kui ka eesti tüdrukud edukamad loodusteaduslike küsimuste äratundmises. Samas olid vene noormehed edukamad nähtuste teaduslikus selgitamises (sealsamas).

41,9% eesti õppekeelega koolide ja 23,2% vene õppekeelega koolide õpilastest jõudsid loodusteaduste üldskaalal kolmele kõige kõrgemale tasemele (4., 5., 6. tase). Kõige madalamatel tasemel (1. tase ja alla selle) oli eesti õppekeelega koolidest 5,6% ja vene õppekeelega koolidest 14,7% õpilastest (joonis 10).



Joonis 10. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ja tüdrukute keskmine tulemus loodusteaduste erinevates alavaldkondades

Jooniselt 11 nähtub, et vene õppekeelega koolides on üsna vähe õpilasi, kes oskasid lahendada loodusteaduslike küsimuste äratundmise ülesandeid kolmel kõige kõrgemal tasemel – keskmiselt 17,4% kõigist õpilastest. Eesti õppekeelega koolides oli sel tasemel 33,3% õpilastest. Selles loodusteaduste valdkonnas olid tublid õpilased eriti hea tasemega. 6,6% eesti õppekeelega koolide ja 16,5% vene õppekeelega koolide õpilastest ei jõudnud teisele tasemele, st nad ei mõistnud, mis on üldse loodusteaduslik probleem.



Joonis 11. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste protsendiline jaotus saavutustasemete järgi loodusteaduste üldskaalal ja alaoskuste valdkondades PISA 2006 uuringus

Jooniselt 11 ilmneb, et *nähtuse teadusliku selgitamise* skaalal oli Eestis üsna palju eesti õppekeelega õpilasi, kes olid võimelised täitma ülesandeid kolmel kõige kõrgemal tasemel (4., 5., 6. tase) – keskmiselt 47,8%. Vene õppekeelega koolide õpilastest oli nendel tasemetel ainult 25,9%. Eestis jõudis selle loodusteaduste oskusskaala kõrgematele tasemetele märkimisväärselt rohkem õpilasi kui teistes loodusteaduste valdkondades ning iseäranis suur kontrast Eestis oli selles, et kui sellel skaalal saavutas 15,8% õpilastest 5. ja 6. taseme, siis *loodusteaduslike küsimuste äratundmise* skaalal kõigest 5,8% õpilaste koguarvust. Kõige madalamatel tasemetel (1. tase ja alla selle) asus Eesti õppekeelega koolides 5,3% ja vene õppekeelega koolides 15% õpilastest.

Eesti õppekeelega koolides oli keskmiselt 42,5% ja vene õppekeelega koolides 27% õpilasi, kes olid võimelised täitma ülesandeid *teadusliku tõendusmaterjali kasutamise* skaala kolmel kõige kõrgemal tasemel (4., 5., 6. tase). 7,9% õpilastest eesti õppekeelega ja 17,4% õpilastest vene õppekeelega koolidest asus selle skaala esimesel tasemel või allpool. Madalal tasemel õpilaste protsent Eestis oli kõrge ning seda on rahvusvahelises lõppraportis lausa mainitud.

1.3. Milliste loodusteaduslike oskuste kujundamisele peaks Eesti loodusteaduste aineõpetaja osutama suuremat tähelepanu?

PISA 2006 uuring osutas Eesti loodusteadusliku hariduse heale tasemele (keskmiste tulemuste alusel viies ja saavutustasemetel teine koht loodusteaduste üldskaalal), aga samas tõi esile aspekte, mis vajavad edaspidi tähelepanu. Kõigi loodusteaduste hindamisskaalade võrdluses olid meie õpilaste saavutused kõige nõrgemad valdkondades *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja *teadmised loodusteaduste kohta*.

Lihtsustatult võib edukust erinevates valdkondades interpreteerida kui loodusteaduslike küsimuste käsitlemise etappe: **kõigepealt probleemi tuvastamine, seejärel teadusliku nähtuse alaste teadmiste rakendamine** ning viimaks **tulemuste tõlgendamine ja kasutamine** (lisa 1).

Teadusliku tõendusmaterjali kasutamise oskus nõuab õpilastelt *loodusteadustealaste teadmiste* ja *loodusteaduste kohta käivate teadmiste* sünteesi, kuna nad mõlemad on rakendatavad elulise olukorra või tänapäevase sotsiaalse probleemi kontekstis. *Teadusliku tõendusmaterjali kasutamise* oskuse põhilised tunnused on teadusliku tõendusmaterjali tõlgendamine, järelduste tegemine ja nende esitamine; oletuste ja tõendusmaterjali äratundmine ning järelduste põhjal arutlemine; arutlemine loodusteadusliku ja tehnoloogilise arengu mõjude üle ühiskonnas (OECD 2007).

Traditsioonilises loodusteaduslikus hariduses keskendutakse peamiselt keskele protsessile – **nähtuste teaduslikule selgitamisele**, mis nõuab loodusteaduslike põhiteadmiste ja teooriate tundmist. *Nähtuse teaduslik selgitamine* olid peamised huvipakkuvad valdkonnad *loodusteaduslike teadmiste* kasutamine konkreetsetes olukorras; nähtuste teaduslik kirjeldamine või tõlgendamine, muutuste ennustamine ning sobilike kirjelduste, selgituste ja ennustuste äratundmine. Oskus *nähtusi teaduslikult selgitada* on seotud füüsika, keemia ja bioloogiaga. Traditsioonilisi loodusteaduslikke teemasid õpetavatele õpetajatele tähendabki see loodusteaduslike ainete tähtsamate põhimõistete ja nendega seotud lisafaktide ning info õpetamist. Kui aga õpilased ei oska **loodusteaduslikku küsimust ära tunda** ega seda igapäevaeluga seostada, ei ole õpilase loodusteaduslik kirjaoskus vajalikul tasemel (sealsamas).

Kuna Eesti õpilased olid *loodusteaduslike küsimuste äratundmises* (eriti poisid) ja *teadusliku tõendusmaterjali kasutamises* üsna nõrgad, siis tuleks õpetajatel selles kontekstis hakata rohkem tähelepanu pöörama säärase loodusteaduslike oskuste arendamisele ning rakendama ainetundides praktilisi tegevusi, sh uurimuslikku õpet.

Vabariigi Valitsus võttis 28. jaanuaril 2010 vastu põhikooli riikliku õppekava ja gümnaasiumi riikliku õppekava. Õppe- ja kasvatustegevuse olulisima muudatusena nähakse uurimuslike oskuste arendamist praktiliste tööde kaudu ning orienteeritust igapäevaeluliste probleemide lahendamisele. Õppetegevuses rõhutatakse õpilaste sisemise õpimotivatsiooni toetamise vajadust. Kõigis põhikooli uutes ainekavades on praktiliste tööde loetelu. Õpitulemused, mis tuleb saavutada, on loodusainetes sõnastatud nii, et õpilastelt eeldatakse ka uurimuslike tööde protsessuaalseid oskusi. Kuigi õppekava rakendamine võtab aastati aega, jääb siiski lootus, et kui loodusainete ainetundides hakatakse üha enam rakendama uurimuslikku õpet, siis peaks kasvama ka meie õpilaste oskus ära tunda loodusteaduslikke probleeme ja esitada küsimusi.

Edasi annan ülevaate meie õpilaste edukusest esinevates sisu- ja oskusvaldkondades, tuginedes PISA 2006 avalikustatud ülesannete kognitiivsete tulemuste analüüsile.

1.4. Tüdrukute ja poiste ning eesti ja vene õppekeelela koolide õpilaste soorituserinevused kognitiivsete ülesannete lahendamisel (PISA 2006 avalikustatud ülesannete näitel)

Kuna PISA-uuringuid korraldatakse iga kolme aasta tagant ja samu ülesandeid kasutatakse hindamistsüklites korduvalt, siis ei ole suurem osa uuringu ülesannetest avalikult kättesaadavad. Avalikustatud on nende ülesannete sisuvaldkonnad ja tüübid. Pärast igat uuringutsüklit avalikustatakse teatud osa selles uuringus kasutatud ülesannetest ning näiteks OECD/PISA 2007 lõppraportis (PISA™ 2006 science competencies for tomorrow's world. Volume 1. Analysis) on lehekülgedel 80–112 PISA 2006 loodusteaduste valdkonna avalikustatud ülesanded (OECD 2007). Nende ülesannete eestikeelsed versioonid on kättesaadavad Riikliku Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskuse kodulehelt (http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/PISA_2006_avalikustatud_ylesanded.pdf) ning lisast 2.

Allpool annan ülesannete kaupa ülevaate poiste ja tüdrukute ning eesti ja vene õppekeelela koolide õpilaste edukusest erinevate kognitiivsete ülesannete lahendamisel. Esitatud on õigete vastuste protsent (rahvusvaheline keskmine, Eesti keskmine ning Eesti tüdrukute ja poiste, eesti ning vene õppekeelela koolide õpilaste keskmised) ja eesti ning vene õppekeelela koolide õpilaste vastuste erinevuse statistilise olulisuse tõenäosus. Kui olulisuse tõenäosuse p väärtus oli väiksem kui 0,05 (5%), loeti vastustevaheline seos statistiliselt oluliseks.

PISA 2006 tulemused näitasid, et loodusteaduste üldskaalal ei olnud Eesti poiste ja tüdrukute keskmised tulemused statistiliselt oluliselt erinevad (sealsamas). See ei tähendanud muidugi, et üksikülesannetele vastates ei oleks poiste ja tüdrukute vahel erisusi olnud. Kuna valim oli esinduslik, siis tuleb enamiku avalikustatud ülesannete puhul märkida, et sugudevahelistes vastustes oli statistiliselt olulisi erinevusi ning ühtedel juhtudel oli sooritus poiste ja teistel tütarlaste kasuks. Üldkokkuvõttes sugude soorituste vahel suuri erinevusi ei täheldatud (õigete vastuste erinevus üle 10–35%), nagu need ilmnisid keelerühmade vahel.

Järgnev ülevaade kirjeldab, millistesse teadmiste ja oskuste valdkondadesse ülesanded kuulusid, mis tüüpi need olid ning milline oli nende raskustase. Avalikustatud ülesannete koondinfo on esitatud tabelis 2. Eesti ja tema lähiriikide õpilaste õigete vastuste keskmiste võrdlus on tabelis 3.

Järgmiste kirjeldustega tutvumisel võib tekkida probleeme ülesannete alaküsimuste nummerduse tõlgendamisega. Nimelt on algul PISA-uuringute jaoks mingi väljatöötatud ülesanne koosnenud paljudest alaküsimustest, aga rahvusvahelise hindamise käigus on osa alaküsimusi välja praagitud. PISA-uuringutes aga küsimuste algseid järjekorranumbreid ei muudeta. Kui näiteks ülesandes „Happevihmad“ on kolm kognitiivset alaküsimust, siis on uuringu kõigis andmebaasides nende järjekorranumbrid 2, 3 ja 5. Ka selles artiklis on jäädud küsimuste algnumberduse juurde selleks, et tagada ühtset arusaama ja võrreldavust rahvusvaheliste andmebaasidega. Väide, et mingi ülesanne sisaldas kolm alaküsimust, on tõene, kuigi alaküsimuste numbrid võivad olla 5, 6 ja 7.

1.4.1. Ülesanne „Happevihmad“

Ülesande kolme alaküsimuse sisu oli seotud keemia ja keskkonnateemadega (OECD 2007: 104–107). Näiteks kategoriseeriti **teine küsimus** *kust satuvad vääveloksiidid ja lämmastikoksiidid õhku* oskuste valdkonda *nähtuste selgitamine teaduslikult* ning selle küsimuse raskusaste oli 3. Rahvusvahelise keskmisena vastas sellele küsimusele õigesti 58% ja Eesti keskmisena 68% õpilastest. Õigeteks vastusteks arvati *autode heitgaasid, tehaste heitgaasid, fossiilkütuste (nt nafta ja söe) põletamisjäätgid, vulkaanilised gaasid jms* ning need, mis viitasid saastusele, aga ei näidanud saastuse allikat, mis on happevihma põhjus.

Keelerühmade vastuste vahel ilmnis statistiliselt oluline erinevus. Ülesande lahendasid korrektselt 69% eesti õppekeelela õpilastest ja 55% vene õppekeelela õpilastest. Täpsemalt kirjeldab eesti ja vene õppekeelela õpilaste keskkonnalaast teadlikkust selles küsimuses Mariliis Sang selle kogumiku artiklis „Eesti õpilaste keskkonnaalased hoiakud ja keskkonnateadlikkus PISA 2006 avalikustatud ülesannete analüüsi põhjal“.

Kolmanda ja viienda küsimuse puhul ilmnis, et meie õpilased vastasid edukamalt kui keskmine õpilane rahvusvaheliselt. **Kolmas küsimus** kuulus oskuste valdkonda *teadusliku tõendusmaterjali kasutamine* ning selle küsimuse raskusaste oli 2. Valikvastustega küsimuse abil uuriti järgmist olukorda

Kui marmoritükikene ööseks äädikalahusesse pandi, oli selle mass 2,0 grammi. Järgmisel päeval võeti see äädikalahusest välja ja kuivatati. Mis oli kuiva marmoritükikese mass? Kui rahvusvaheliselt suutis etteantud valikutest määrata õige massi 67% õpilastest, siis Eesti õpilastest koguni 78% (tabel 2).

Viies küsimus kuulus valdkonda *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja selle küsimuse raskusaste oli 6. Vabalt vastatud küsimuses tuli õpilastel põhjendada, *miks pandi katset tehes marmoritükikesi ööseks ka puhtasse (destilleeritud) vette*. Kui rahvusvaheliselt suutis sellele küsimusele korrektse põhjenduse anda 36%, siis Eesti keskmisena koguni 42% õpilastest. See oli üks väheseid küsimusi, kus Eesti õpilased edestasid teadlikkuses Soomet (tabel 3). Soome õpilastest vastas korrektselt 38%. Õigeks põhjenduseks loeti, kui õpilane selgitas, *et võrrelda tulemusi eelmise, marmori ja äädika vahelise katsega, ning et nii näidata, et hape (äädikas) on reaktsiooni toimumiseks vajalik, või et näidata, et reaktsiooni toimumiseks peab vihmavesi olema samamoodi happeline nagu happevihm*.

Ülesannet analüüsid selgus, et poisid ja tüdrukud olid vastanud üsna ühtmoodi teisele küsimusele (tabel 2). Kolmandale küsimusele vastasid paremini poisid (poisid 80% ja tüdrukud 77%) ning viiendale küsimusele tüdrukud (poisid 40% ja tüdrukud 44%).

1.4.2. Ülesanne „Geneetiliselt muundatud põllukultuurid“

Ülesande ainukese avalikustatud ehk kolmanda küsimusega (OECD 2007: 80–81) uuriti õpilaste oskusi valdkonnas *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ning selle küsimuse raskusaste oli 2. Küsimusega uuriti, *miks külvati maisi 200 põllule ja miks kasutasid teadlased rohkem kui ühte põldu*. Korrektne põhjendus oli, *et kasvatada maisi võimalikult erinevates kasvutingimustes*. Rahvusvahelise keskmisena vastas õigesti 74% õpilastest ja Eesti õpilastest 84% (tabel 3). Keelerühmade vastuste vahel ilmnis statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,000$), sest õigesti vastasid 86% eesti õppekeelega õpilastest ja 78% vene õppekeelega koolide õpilastest (tabel 2).

Sellele küsimusele vastasid paremini tüdrukud (87%). Poiste keskmine jäi 5% võrra madalamaks (82%).

1.4.3. Ülesanne „Päikesekreemid“

See ülesanne osutus üheks komplitseeritumaks (OECD 2007; 82–84). Selle küsimused 2, 3 ja 4 mõõtsid õpilaste *loodusteaduslike küsimuste äratundmise* oskusi ning 5. küsimus *teadusliku tõendusmaterjali kasutamise* oskust tasemetel 3 ja 4.

Eesti õpilaste jaoks osutus PISA-uuringu kõigi loodusteaduslike küsimuste hulgas üheks raskemaks teine küsimus: *milline väide kirjeldab teaduslikult mineraalõli ja tsinkoksiidi osa päikesekaitsekreemide efektiivsuse võrdlemisel?* Valikuvariandid olid järgmised:

- A Nii mineraalõli kui ka tsinkoksiid on testitavad tegurid.
- B Mineraalõli on testitav tegur ja tsinkoksiid on etalonaine.
- C Mineraalõli on etalonaine ja tsinkoksiid on testitav tegur.
- D Nii mineraalõli kui ka tsinkoksiid on etalonained.

Õige vastus oli variant D, aga Eesti õpilastest suutis sellele küsimusele õigesti vastata ainult 22%. Rahvusvahelise keskmisena vastas aga korrektselt 41% õpilastest (tabel 3). Keelerühmade vastuste õigsuse vahel ilmnis statistiliselt oluline erinevus: õigesti vastas ainult 15% eesti õppekeelega koolide õpilastest ja 48% vene õppekeelega koolide õpilastest. Soomes vastas õigesti 68% ja Venemaal 44% õpilastest. See on ainuke avalikustatud ülesanne, kus ka Läti ja Leedu meid oma keskmisega ületasid. Mulle tundub, et säärase nõrga tulemuse taga võib olla eesti õppekeelega õpilaste jaoks võõras termin *etalonaine*.

Kolmandale ja neljandale küsimusele vastamisel olid meie õpilased võrreldes rahvusvahelise keskmisega edukamad. Kui rahvusvaheliselt suutis neljandale küsimusele vastata 43%, siis Eesti keskmisena 52% õpilastest (tabel 3). Soomes õpilastest vastas sellele küsimusele korrektselt 51%. Keelerühmade vahel statistiliselt olulist erinevust viienda küsimuse puhul ei olnud, aga kolmandale ja neljandale küsimusele vastasid eesti õppekeelega koolide õpilased märksa paremini (tabel 2) ($p = 0,000$).

Viies küsimus (4. tase) on tüüpnaide valdkonnast *teadusliku tõendusmaterjali kasutamine* ning hindas teadmiste valdkonda „Teaduslikud selgitused” (*loodusteadustealased teadmised*). See küsimus eeldas diagrammide lugemise ja õigete valikute tegemise oskust. Õpilastele olid esitatud joonisena uuringu tulemused ning neil paluti interpreteerida tulemuse mustreid ja põhjendada järeldusi. Kui rahvusvaheliselt suutis sellele küsimusele korrektse põhjenduse anda 27%, siis Eesti keskmisena ainult 24% õpilastest (tabel 3). Soome õpilastest vastas õigesti 40% ja Venemaa õpilastest 24%. Eesti õpilased ei osanud põhjendada, et *ZnO all olev koht jäi tumehalliks, kuna ZnO ei lase päikesevalgust läbi ja mineraalõli all olev koht muutus valgeks, kuna mineraalõli neelab vähe päikesevalgust*.

Ülesannet analüüsid ilmnes, et poisid (23%) ja tüdrukud (22%) on vastanud teisele küsimusele üsna ühtmoodi (tabel 2). Kolmandale ja neljandale küsimusele vastasid paremini tüdrukud (poisid 48% ja tüdrukud 53–55%) ning viiendale küsimusele samuti tüdrukud (poisid 23% ja tüdrukud 25%).

1.4.4. Ülesanne „Riided“

Ülesande temaatika oli seotud rakenduste valdkonnaga *loodusteadustega ja tehnoloogiaga seotud ohud/riskid* (OECD 2007: 89–90). Esimese 4. taseme küsimusega mõõdeti õpilaste oskusi valdkonnas *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja teise 1. taseme küsimusega valdkonnas *nähtuste selgitamine teaduslikult*. Meie õpilased vastasid nendele küsimustele võrreldes rahvusvahelise keskmisega märksa paremini. Mõlema küsimuse puhul ilmnes keelerühmade vastustes statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,000$). Esimese küsimuse vastustes oli eesti ja vene õppekeelega õpilaste erinevus eriti suur. Kui rahvusvahelise keskmisena lahendas selle ülesande korrektselt 48% õpilastest, siis eesti õppekeelega õpilastest 62% ja vene õppekeelega õpilastest ainult 33% (tabelid 2 ja 3).

Kas neid artiklis toodud väiteid saab teaduslaboris testida? Tee iga variandi juures ring ümber sõnale “Jah” või “Ei”.

<i>Materjali saab</i>	<i>Kas seda artikli väidet saab teaduslaboris testida?</i>
<i>pesta ilma seda kahjustamata.</i>	<i>Jah / Ei</i>
<i>mähkida millegi ümber ilma seda kahjustamata.</i>	<i>Jah / Ei</i>
<i>kortsutada ilma seda kahjustamata.</i>	<i>Jah / Ei</i>
<i>masstoodanguna odavalt valmistada.</i>	<i>Jah / Ei</i>

Õige vastus *Jah, Jah, Jah, Ei – selles järjekorras.*

See nn mitmikvalikuga (*Complex Multiple Choice*) küsimus hindas õpilaste oskusi valdkonnas *nähtuste selgitamine teaduslikult* ja teadmisi valdkonnas *loodusteaduslik uurimus*. Küsimus eeldas, et õpilased suudaksid määrata kontrollitavaid muutujaid ja mõõdetavaid tunnuseid ning et õpilane hindaks, kas pakutud tehnoloogiaga saab kontrollida mõõdetavaid tunnuseid.

Mulle tundub, et seda tüüpi küsimuse vorm ei olnud vene õppekeelega koolide õpilastele tavapärane. PISA 2006s kasutatud 28st mitmikvalikuga küsimusest olid vastamises edukamad eesti õppekeelega koolide õpilased 20 ja vene õppekeelega koolide õpilased 2 küsimuse puhul. Igatahes tasuks edaspidi uurida küsimuse formaadi mõju õpilaste vastamise edukusele. PISA 2006 on andnud ülevaate uuringu ülesannete tüüpidest dokumendis *Codebook_Cogn06_S_Dec07.pdf* http://prod.library.utoronto.ca/datalib/codebooks/oecd/pisa/2006/codebook_cogn06_s_dec07.pdf.

Selle ülesande kaht alaküsimust analüüsid selgus, et esimest ülesannet lahendasid märksa edukamalt tüdrukud kui poisid (poisid 49% ja tüdrukud 63%). Teisele küsimusele vastasid aga paremini noormehed (poisid 89% ja tüdrukud 87%) (tabel 2). Selle küsimusega uuriti, *millise laboriseadme abil saab kontrollida, kas kangas juhib elektrit? (A voltmeeter; B valgusmõõdik; C mikromeeter; D helitugevuse mõõtur – õige vastus A)*. Küsimus sobis just nagu poistele, aga meie tütarlapsedki oskasid selle hästi vastata.

Vaadeldes keelerühmi ja sugu, ilmneb, et võrreldes keelerühmade erisustega olid soolised erinevused väikesed.

Table 2. PISA 2006 avalikustatud ülesannete kirjeldus ja OECD keskmise ning eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste edukus kognitiivsete ülesannete lahendamisel

Küsimus	OECD keskmine õigete vastuste %	Eesti keskmine õigete vastuste %	Poiste õigete vastuste %	Tüdrukute õigete vastuste %	Eesti õppekeelega õigete vastuste %	Vene õppekeelega õigete vastuste %
Kasvuhoone küsimus nr 3	54%	66%	63%	68%	68%	58%
Kasvuhoone küsimus nr 4	35%	44%	41%	47%	46%	41%
Kasvuhoone küsimus nr 5	19%	30%	27%	33%	31%	23%
Riided küsimus nr 1	48%	56%	49%	63%	62%	33%
Riided küsimus nr 2	79%	88%	89%	87%	90%	82%
Suur kanjon küsimus nr 3	68%	68%	72%	65%	68%	67%
Suur kanjon küsimus nr 5	76%	85%	86%	83%	86%	80%
Suur kanjon küsimus nr 7	61%	59%	58%	61%	62%	50%
Päikesekreemid küsimus nr 2	41%	22%	23%	22%	15%	48%
Päikesekreemid küsimus nr 3	58%	50%	48%	53%	54%	37%
Päikesekreemid küsimus nr 4	43%	52%	48%	55%	56%	37%
Päikesekreemid küsimus nr 5	27%	24%	23%	25%	25%	23%
Mary Montagu küsimus nr 2	75%	74%	72%	77%	77%	66%
Mary Montagu küsimus nr 3	75%	79%	81%	77%	78%	83%
Mary Montagu küsimus nr 4	62%	70%	67%	74%	77%	49%
Happevihmad küsimus nr 2	58%	68%	68%	67%	69%	55%
Happevihmad küsimus nr 3	67%	78%	80%	77%	78%	77%
Happevihmad küsimus nr 5	36%	42%	40%	44%	44%	42%
Tervisesport küsimus nr 1	57%	55%	50%	60%	63%	29%
Tervisesport küsimus nr 3	82%	77%	77%	78%	73%	93%
Tervisesport küsimus nr 5	45%	53%	56%	49%	56%	41%
Geneetiliselt muundatud põllukultuurid küsimus nr 3	74%	84%	82%	87%	86%	78%

Tabel2. jätkub

Olulisuse tõenäosus keelegruppide vahel (p-väärtus)	Oskus	Küsimuse tüüp	Rakendamise valdkond	Kontekst
0,000	Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine 3. tase	Vabalt vastatav küsimus	Keskkond	Globaalne
0,000	Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine 4 ja 5. tase	Vabalt vastatav küsimus	Keskkond	Globaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 6.tase	Vabalt vastatav küsimus	Keskkond	Globaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 4.tase	Kompleks valikvastustega küsimus	Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud / riskid	Sotsiaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 1.tase	Valikvastustega küsimus	Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud / riskid	Personaalne
>0,05	Nähtuste teaduslik selgitamine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Keskkond	Sotsiaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Looduslikud ressursid	Sotsiaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 3.tase	Kompleks valikvastustega küsimus	Keskkond	Sotsiaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 4.tase	Valikvastustega küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 3.tase	Valikvastustega küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 4.tase	Valikvastustega küsimus	Tervis	Personaalne
>0,05	Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine 4.tase	Vabalt vastatav küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Tervis	Sotsiaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Tervis	Sotsiaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 3.tase	Vabalt vastatav küsimus	Tervis	Sotsiaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 3.tase	Vabalt vastatav küsimus	Riskid/ohud	Sotsiaalne
>0,05	Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Riskid/ohud	Personaalne
>0,05	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 6. ja 3. tase	Vabalt vastatav küsimus	Riskid/ohud	Personaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 3.tase	Kompleks valikvastustega küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 1.tase	Kompleks valikvastustega küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Nähtuste teaduslik selgitamine 4.tase	Vabalt vastatav küsimus	Tervis	Personaalne
0,000	Loodusteaduslike küsimuste äratundmine 2.tase	Valikvastustega küsimus	Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud / riskid	Sotsiaalne

Tabel 3. Eesti ja tema lähinaabrite õpilaste edukus PISA 2006 avalikustatud ülesannete lahendamisel

Küsimus	Eesti keskmine õigete vastuste %	OECD keskmine õigete vastuste %	Soome keskmine õigete vastuste %	Venemaa keskmine õigete vastuste %	Läti keskmine õigete vastuste %	Leedu keskmine õigete vastuste %
Kasvuhoone küsimus nr 3	66	54	67	49	55	49
Kasvuhoone küsimus nr 4	44	35	48	33	38	30
Kasvuhoone küsimus nr 5	30	19	32	20	22	20
Riided küsimus nr 1	56	48	68	36	49	49
Riided küsimus nr 2	88	79	95	76	73	82
Suur kanjon küsimus nr 1	68	68	73	64	63	54
Suur kanjon küsimus nr 2	85	76	87	74	74	64
Suur kanjon küsimus nr 7	59	61	66	54	55	53
Päikesekreemid küsimus nr 2	22	41	68	44	31	24
Päikesekreemid küsimus nr 3	50	58	71	42	46	44
Päikesekreemid küsimus nr 4	52	43		40	50	44
Päikesekreemid küsimus nr 5	24	27	40	24	20	15
Mary Montagu küsimus nr 2	74	75	85	67	66	82
Mary Montagu küsimus nr 3	79	75	84	77	74	68
Mary Montagu küsimus nr 42	70	62	79	49	52	66
Happevihmad küsimus nr 2	68	58	73	47	62	52
Happevihmad küsimus nr 3	78	67	78	74	78	74
Happevihmad küsimus nr 5	42	36	38	34	37	37
Tervisesport küsimus nr 1	55	57	78	30	48	60
Tervisesport küsimus nr 3	77	82	93	90	88	73
Tervisesport küsimus nr 5	53	45	71	36	25	46
Geneetiliselt muundatud põl- lukultuurid küsimus nr 3	84	74	87	78	78	70

Eesti keskmine üle 10% kõrgem OECD keskmisest

Eesti keskmine madalam OECD keskmisest

Soome keskmine üle 15% kõrgem Eestist

Venemaa keskmine üle 10% kõrgem Eestist

1.4.5. Ülesanne „Suur kanjon“

Ülesande sisuteemad hõlmasid geograafia, keskkonnaõpetuse ja looduslike ressursside temaatikat (OECD 2007: 91–93). Võrreldes rahvusvahelise keskmise õpilasega vastasid Eesti õpilased kolmandale ja viiendale küsimusele paremini. Seitsmenda küsimuse puhul oli rahvusvahelise keskmisena õigete vastuste protsent (61%) suurem kui Eestis (59%). Soome õpilastest vastas keskmiselt 66% sellele küsimusele õigesti (tabel 3). See mitmikvalikuga küsimus hindas õpilaste oskusi valdkonnas *nähtuste selgitamine teaduslikult* ja teadmisi valdkondades *loodusteaduslik uurimus* ja *teadmine loodusteaduste kohta*. Õpilased pidid vastama, kas küsimustele *kui suurt erosiooni põhjustab matkaradade kasutamine* ja *kas pargiala on niisama kaunis nagu 100 aastat tagasi* saab anda vastuse teadusliku uuringuga.

Kui kolmanda küsimuse puhul (2. tase) keelerühmade statistiliselt olulist erinevust ei ilmnenud,

siis vastasid viiendale ja seitsmendale küsimusele (3. tase) eesti õppekeelega koolide õpilased märksa paremini ($p = 0,000$). Eesti õppekeelega õpilased kipuvad vähem arvama, et teadusuuringuga saab vastuse anda küsimusele *kas pargiala on niisama kaunis nagu 100 aastat tagasi* (tabel 2).

Ülesande kolme alaküsimust analüüsid ilmses, et kolmandat (poisid 72% ja tüdrukud 65%) ning viiendat ülesannet (poisid 86% ja tüdrukud 83%) lahendasid edukamalt poisid. Poisid teavad sagedamini, et *külmuv vesi paisub kaljulõhedes* ning et *fossiilide leidumine viitab sellele, et kunagi kattis seda kanjoni ala ookean, mis hiljem taandus* (tabel 2). Seitsmendale küsimusele vastasid paremini tüdrukud (poisid 58% ja tüdrukud 61%). Tütarlapsed kipuvad aga vähem arvama, et teadusuuringuga saab vastata küsimusele, *kas pargiala on niisama kaunis nagu 100 aastat tagasi*.

1.4.6. Ülesanne „Mary Montagu“

Ülesande kolme alaküsimuse sisuteemad hõlmasid bioloogia ja tervise temaatikat (OECD 2007: 94–96). Neljandale küsimusele vastasid Eesti õpilased rahvusvahelistest eakaaslastest paremini, teise ja kolmanda küsimuse puhul olid nad niisama edukad kui OECD keskmine õpilane (tabel 3).

Teisele küsimusele (2. tase), millega uuriti, *milliste haiguste vastu saab inimesi vaktsineerida (A pärilikud haigused, nt veritsustõbi; B viirushaigused, nt lastehalvatus; C keha volest funktsioneerimisest tulenevad haigused, nt suhkurtõbi; D kõik ravimatud haigused; õige vastus B)*, vastasid eesti õppekeelega koolide õpilased (77%) märksa paremini vene õppekeelega koolide õpilastest (66%) ($p = 0,000$). Kolmanda küsimuse puhul (2. tase) ilmses samuti keelerühmade statistiliselt oluline erinevus, kuid vastupidine ($p = 0,000$): selle lahendasid eesti õppekeelega koolide õpilased kehvemini (78%) kui vene õppekeelega koolide õpilased (83%) (tabel 2). Vene koolide õpilased tunnevad antikehade ja bakteriaalsete haiguste problemaatikat paremini kui eesti õppekeelega koolide õpilased. Analüüsisin ka õpilaste vastuseid taustaküsimustikule, kus näiteks küsimuse (ST17Q03) *kui lihtne on sul kirjeldada antibiootikumide osa haiguse ravis* analüüs näitas keelerühmade statistiliselt olulist erinevust. 57% eesti õppekeelega ja 66% vene õppekeelega õpilastest väitsid, et *neil on väga lihtne või mõningate jõupingutustega suudavad nad kirjeldada antibiootikumide osa haiguse ravis*. Mul on õpilaste viimase kümnendi üleriigiliste uurimistööde (GLOBE) konkursside korraldamise kogemus ja võin kinnitada, et aastaid on just vene õppekeelega koolide õpilastelt tulnud väga hästi juhendatud sisukaid mikrobioloogilisi uurimistöid.

Neljandale küsimusele (3. tase), kus tuli *nimetada üks põhjus, miks soovitatakse eriti just väikeseid lapsi ja vanu inimesi gripi vastu vaktsineerida*, vastasid oluliselt paremini eesti õppekeelega koolide õpilased (77%), vene õppekeelega koolide õpilaste tulemus oli 49% (tabel 2). Vene õppekeelega koolide õpilased oskavad vähem põhjendada, et nendel inimestel on nõrgem immuunsüsteem kui teistel inimestel.

Selle ülesande kolme alaküsimust analüüsid selgus, et tüdrukud lahendasid teise ülesande palju edukamalt kui poisid (poisid 77% ja tüdrukud 72%). Tütarlapsed tunnevad antikehade ja bakteriaalsete haiguste problemaatikat paremini. Kolmandale küsimusele vastamisel olid aga edukamad noormehed (poisid 81% ja tüdrukud 77%). Noormehed teavad enam, et *kui loomad või inimesed haigestuvad bakterite põhjustatud nakkushaigusesse ja tervenevad, siis ei haigestu nad tavaliselt enam samasse haigusesse, sest organism toodab antikehi*. Tüdrukud oskavad aga rohkem põhjendada (74%) kui poisid (67%), et eriti soovitatakse just väikeseid lapsi ja vanu inimesi gripi vastu vaktsineerida, sest neil on nõrgem immuunsüsteem (tabel 2).

1.4.7. Ülesanne „Tervisesport“

Ülesande kolme alaküsimuse sisuteemad hõlmasid bioloogia ja tervise temaatikat ning nende küsimustega hinnati õpilaste oskusi valdkonnas *nähtuste selgitamine teaduslikult* (OECD 2007: 97–98). Kõigi küsimuste puhul esines keelerühmade vahel statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,000$).

Esimesele ja kolmandale küsimusele vastasid Eesti õpilased võrreldes rahvusvahelise keskmise õpilasega kehvemini. Esimese küsimuse (3. tase) õigetes vastustes ilmses jällegi suur erinevus eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vahel. Kui rahvusvahelise keskmisena lahendas selle ülesande korrektselt 57% õpilastest (Soomes koguni 78%), siis Eestis lahendas selle õigesti 55%, neist 63% olid eesti õppekeelega õpilased ja 29% vene õppekeelega koolide õpilased (tabelid 2 ja 3). Meie vene õppekeelega koolide õpilased ei tea, *mis on regulaarse tervisespordi tegemise eelised: et tervisespordi tegemine aitab vältida südame- ja veresoonehaigusi ning rasvumist*. Tegemist oli jällegi mitmikvalikuga küsimusega.

Kolmanda küsimuse puhul (1. tase) selgus huvitav ilming. Selle kõige väiksemaid oskusi nõudva küsimuse lahendasid eesti õppekeelega koolide õpilased palju kehvemini (73%) kui vene õppekeelega koolide õpilased (93%). Eesti õppekeelega koolide õpilased vastasid sellele halvemini ka kui keskmine rahvusvaheline õpilane. OECD keskmisena vastas sellele küsimusele korrektselt 82%, Soome õpilastest 93% ja Venemaa õpilastest 90% (tabelid 2 ja 3). Küsimusele *mis juhtub, kui koormata lihaseid, kas lihaste verevarustus paraneb või kas lihastes moodustuvad rasvad* ei oska eesti õppekeelega koolide õpilased piisava teadlikkusega vastata. Enamik neist ei tea, et lihaste koormamisel paraneb lihaste verevarustus ja lihastes ei moodustu rasvad.

Viiendale küsimusele *miks tuleb tervisesporti tehes palju sügavamalt hingata kui puhates* oskasid aga Eesti õpilased summaarselt 8 punkti võrra paremini vastata (õigeid vastuseid 53%) kui rahvusvaheline keskmine õpilane (45%). Vene õppekeelega koolide õpilaste edukus sarnanes rahvusvahelise keskmise õpilase omaga (tabelid 2 ja 3). Eesti õppekeelega koolide õpilastest 56% andis korrektse vastuse: *kui teha tervisesporti, vajab keha rohkem hapnikku ja eraldab rohkem süsihappegaasi*.

Neid kolme alaküsimust analüüsid selgus, et esimese ülesande lahendasid edukamalt tüdrukud (poisid 60% ja tüdrukud 50%). Tüdrukud teavad paremini, et lihaste koormamisel paraneb lihaste verevarustus ning lihastes ei moodustu rasvad. Kolmandale küsimusele vastasid võrdselt mõlemad soorühmad (poisid 77% ja tüdrukud 78%). Poisid oskavad aga paremini põhjendada (56%) kui tüdrukud (49%), *miks tuleb tervisesporti tehes palju sügavamalt hingata kui puhates*.

1.4.8. Ülesanne „Kasvuhoone”

Ülesande alaküsimuste sisuteemad hõlmasid geograafia ja keskkonna temaatikat (OECD 2007: 108–112). Ülesanne algas kasvuhooneefekti selgitava tekstiga ja kahe graafikuga, mis kirjeldasid Maa atmosfääri keskmise temperatuuri ning atmosfääri paisatud süsihappegaasi muutusi viimastel sajanditel. Õpilaste jaoks olid kõik küsimused seotud graafikute ja diagrammide informatsiooni interpreteerimisega.

Eesti õpilane vastas nendele küsimustele palju paremini kui rahvusvaheline õpilane keskmiselt. Samas ilmses keelerühmade vahel statistiliselt oluline erinevus (tabel 2). Kolmanda küsimuse puhul, mis kuulus oskuste valdkonda *teadusliku töendusmaterjali kasutamine*, tuli interpreteerida graafilisel moel esitatud töendusmaterjali ja seda deduktiivselt üldistada, leida seos Maa atmosfääri keskmise temperatuuri ning atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulga vahel.

Näiteks hindas neljas vabalt vastatav küsimus (4. ja 5. tase) õpilaste oskusi valdkonnas *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja teadmisi valdkonnas „*Loodusteaduslikud selgitused*” (*loodusteadustealased teadmised*). Selle küsimuse puhul tuli tuua näide nendest graafikute osadest, mis ei toeta ülaltoodud järeldust, ning selgitada oma vastust. Kui rahvusvahelises võrdluses suutis korrektse põhjenduse anda 35%, siis Eestis 44% õpilastest (tabel 3). Meie õpilased oskavad graafikuid võrreldes edukamalt osutada graafikute osadele, kus mõlemad kõverad ei tõuse või ei lange koos, ning anda selgituse või mainida õigeid vahemikke ilma selgituseta.

Viies vabalt vastatav küsimus (6. tase) mõötis õpilaste oskusi valdkonnas *nähtuste selgitamine teaduslikult* ja teadmiste valdkonnas „*Maa ja Universumi süsteemid*” (*loodusteadustealased teadmised*). Sellele küsimusele vastati rahvusvahelise keskmisena väga kehvalt (19%). Siin tuli kaitsta järeldust, et Maa atmosfääri keskmise temperatuuri tõusu põhjus on atmosfääri paisatava süsihappegaasi hulga kasv, ning põhjendada, et teised tegurid, mis võiksid kasvuhooneefekti mõjutada, jäid selles analüüsis muutumatuks. Õpilane pidi loetlema teisi kasvuhooneefekti põhjustavaid tegureid. Positiivne oli see, et Eestis suutis korrektse põhjenduse anda 30% õpilastest (tabel 3) ning erinevus Soomest (32%) oli väike. Eesti õpilased oskasid nimetada tegureid, mis on seotud Päikese energia või kiirgusega, ja tegureid, mis on seotud looduslike nähtustega (veeaur õhus, vulkaanipursked) või saasteainega (heitgaasid, freoonid jne), enam kui nende eakaaslased teistes riikides.

Selle ülesande kolme alaküsimust analüüsid ilmnes, et kõiki küsimusi lahendasid edukamalt tüdrukud, kes interpreteerisid paremini graafiliselt esitatud töendusmaterjali ning leidsid seoseid Maa atmosfääri keskmise temperatuuri ja atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulga vahel (poisid 63% ja tüdrukud 68%). Tüdrukud (poisid 41% ja tüdrukud 47%) suutsid rohkem tuua näiteid nendest graafikute osadest, mis ei toetanud esitatud järeldusi. Tüdrukud (poisid 33% ja tüdrukud 27%) nimetasid rohkem tegureid, mis võiksid kasvuhooneefekti mõjutada (tabel 2).

1.4.9. Avalikustatud ülesannete lahendamise edukuse analüüsi kokkuvõte

PISA 2006 tulemuste sekundaaranalüüs võimaldab detailsemalt uurida soolisi ja keelerühmade erinevusi kognitiivsetele küsimustele vastamises. Kuigi PISA 2006 uuringus oli rõhuasetus loodusteadustel, ei saa Eesti õpilaste edukuse üldistamisel interpreteerida detailselt kõiki PISA ülesandeid, vaid ainult erinevates sisuteemades ja kontekstides esitatud avalikustatud ülesandeid. Kuid see on piisav, et välja selgitada, millised on meie õpilaste sisuteadmiste ja alaoskuste tugevad ning nõrgad kohad.

Nagu eespool mainitud, olid kõigi loodusteaduste hindamisskaalade võrdluses meie õpilaste saavutused kõige nõrgemad valdkondades *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ja *teadmised loodusteaduste kohta*. Avalikustatud ülesannete oskustasemete ning meie õpilaste tulemuslikkuse võrdlemisel ilmnes, et kõige väiksem oli Eesti õpilaste keskmine õigete vastuste protsent niisuguste ülesannete korral, mis eeldasid ülalnimetatud oskuste rakendamist ja teadmisi *loodusteadusliku uurimuse kohta* (nt *päikesekreemid nr 2 – loodusteaduslike küsimuste äratundmine* – õigete vastuste osakaal 22%; *päikesekreemid nr 5 – teadusliku tõendusmaterjali kasutamine* – õigete vastuste osakaal 24%; *kasvuhoone nr 5 – nähtuste teaduslik selgitamine, 6. tase* – õigete vastuste osakaal 30%; *kasvuhoone nr 5 – teadusliku tõendusmaterjali kasutamine, 5. tase* – õigete vastuste osakaal 44% jne).

Päikesekreemide ülesannete lahendatavus näitas, et meie õpilased on nõrgad *teadusliku tõendusmaterjali kasutamises*. Õpilased ei tule toime diagrammide/jooniste mõtestamise ja õigete valikute tegemisega. Ülesanne „*Riided*“ hindas teadmiste valdkonda *loodusteaduslik uurimus* ning eriti vene õppekeelega koolide õpilased ei suutnud määratleda testitavaid muutujaid ega hinnata, kas pakutud tehnoloogiaga saab kontrollida mõõdetavaid tunnuseid. Ülesanne „*Suur kanjon*“ hindas samuti teadmisi *loodusteaduslikud uurimused* ja õpilased pidid vastama, kas pakutud küsimustele saab vastuse anda teadusliku uuringuga. Jällegi olid nõrgemad vene õppekeelega koolide õpilased. Ülesande „*Mary Montagu*“ puhul ilmnes, et vene õppekeelega koolide õpilased valdavad teatud sisuteemasid eesti õppekeelega koolide õpilastest paremini (nt bakteriaalsete haiguste temaatika). Samaaegu teadsid seda, miks tuleks gripi vastu vaktsineerida just väikeseid lapsi ja vanu inimesi, paremini eesti õppekeelega koolide õpilased. See ülesanne kinnitas ka eespool mainitud tööka, et tüdrukute teadmised on paremad „*Elussüsteemide*“ valdkonnas. Tütarlapsed tunnevad paremini antikehade ja bakteriaalsete haiguste problemaatikat ning oskavad rohkem põhjendada, et lastel ja vanadel inimestel on nõrgem immuunsüsteem.

Ülesandes „*Kasvuhoone*“ interpreteeris graafikutel ja diagrammidel kujutatud informatsiooni Eesti õpilane edukamalt kui rahvusvaheline keskmine õpilane, kuid oskuste valdkonnas *loodusteaduslike küsimuste äratundmine* suutis korrektse põhjenduse anda vaid 44% õpilastest. Ilmnes, et tüdrukud on edukamad graafiliselt esitatud tõendusmaterjali interpreteerides ja seoseid leides.

Erilise tähelepanu alla tuleks võtta uue riikliku õppekava bioloogia ja inimeseõpetuse ning läbiva teema „*Tervis ja ohutus*“ rakendamise seisukohalt ülesande „*Tervisesport*“ tulemused. Nimelt näitas see ülesanne, et tervise valdkonnas on õpilaste teadmised nõrgad. Meie õpilased ja eriti vene õppekeelega koolide õpilased ei tea näiteks, mis on regulaarse tervisespordi tegemise eelised, ning seda, et tervisespordi tegemine aitab vältida südame- ja veresoonehaigusi ning rasvumist. Muret tekitab seegi, et eesti õppekeelega koolide õpilane teab rahvusvahelisest keskmisest õpilasest halvemini, et lihaste koormamisel paraneb lihaste verevarustus ning siis ei moodustu lihastes rasvad. Vene õppekeelega koolide õpilased teavad vähem, et tervisesporti tehes vajab keha rohkem hapnikku ja eraldab samas rohkem süsihappegaasi.

2. Eesti õpilaste huvi ja motiveeritus õppida loodusteadusi

Peale õpilaste loodusteaduslike- ja tehnoloogiaalaste teadmiste omandatuse ning nende rakendamise oskuse hindamise hinnati PISA-uuringus ka õpilaste **hoiakuid**. Hoiakute ja väärtushinnangute alusel riike pingeritta ei seatud, vaid tehti üldistused. Hoiakuid nähakse indiviidi loodusteadusliku kirjaoskuse võtmekomponentidena ning need hõlmavad indiviidi arusaamu, motivatsiooni ja oma võimekuse tundmist.

PISA 2006 raames koguti andmeid õpilaste loodusteadustealaste hoiakute kohta kahel moel: õpilaste taustaküsimustiku abil ja õpilaste soorituste hindamise küsimuste kaudu. Kognitiivsete küsimuste juures hoiakute ja suhtumiste uurimine võimaldas hinnata õpilaste hoiakuid konkreetsemalt kui üldisi hoiakuid käsitlevate küsimuste esitamine eraldi taustaküsimustikena (OECD 2007).

PISA 2006 kogus andmeid õpilaste hoiakute kohta neljas loodusteaduste valdkonnas:

- 1) teadusliku uurimise toetamine;
- 2) enesekindlus loodusteadustes;
- 3) huvi loodusteaduste vastu;
- 4) vastutus loodusvarade ja keskkonna / säästva arengu eest.

Need valdkonnad annavad ülevaate õpilaste üldisest suhtumisest loodusteadustesse, enesekindlusest loodusteaduste õppimisel, loodusteaduslikest hoiakutest ja tõekspidamistest ning vastutusest riikliku ja rahvusvahelise ulatusega teaduslike küsimuste eest (sealsamas).

Küsimuste puhul, millega mõõdeti õpilase huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu, tuli õpilastel valida üks järgmistest vastusevariantidest: *väga huvitab, üldiselt huvitab, vähe huvitab, ei huvita*. Hoiakulistes küsimustes paluti õpilastel nõustumise taseme väljendamiseks märgistada üks järgmistest vastusevariantidest: *nõustun täielikult, nõustun, eriti ei nõustu, üldse ei nõustu*.

PISA 2006-s summeeriti õpilaste vastuseid erinevatele hoiakuliste küsimuste kategooriatele indeksitena, millele OECD õpilaste keskmiste põhjal (nt keskmise huvi tasemega õpilasele) määrati kindlaks indeksi nullväärtus ning ligikaudu kaks kolmandikku uuringus osalenud OECD õpilastest jäid väärtuste vahemikku -1 ja +1 (st indeksi standardhälve oli 1) (sealsamas).

Järgmises peatükis analüüsin õpilaste hoiakulisi vastuseid kaheksas küsimuste kategoorias, mis summeeriti PISA 2006s standardiseeritud faktortunnusteks ja kirjeldati järgmiste indeksitena:

	Cronbachi alfa
<i>Tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi</i>	0,87
<i>Instrumentaalne huvi õppida loodusteadusi</i>	0,85
<i>Õpilaste informeeritus loodusteaduslikust karjäärast</i>	0,76
<i>Õpilaste ettevalmistus loodusteaduslikuks karjääraks</i>	0,78
<i>Loodusteaduste üldine väärtustamine</i>	0,65
<i>Loodusteaduste personaalne väärtustamine</i>	0,74
<i>Loodusteaduste õppimise meeldivus</i>	0,87
<i>Üldine huvi erinevate loodusteaduslike teemade õppimise vastu</i>	0,75
<i>Enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel</i>	0,76
<i>Minapilt loodusainetes / usk oma akadeemilisse võimekusse</i>	0,86

Indeksi taga olev arv on Cronbachi alfa väärtus ning see on arvutatud kaalutud üldvalimiga (OECD 2009). Cronbachi alfa näitab, mil määral mõõdab iga üksikküsimus uuritavat konstrukti. Cronbachi alfa võib varieeruda 0...1, kuid mida suurem on koefitsient, seda suurem on skaala sisemine usaldusväarsus. Sisuliselt on see üksikküsimustevaheline korrelatsioon ja on hea, kui koefitsiendi väärtus ületab 0,7. Nagu ülaltoodust nähtub, on ainult ühe koefitsiendi väärtus keskmine.

Alljärgnevalt kirjeldan eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ning poiste ja tüdrukute hoiakulisi erinevusi nii nendel faktorskaaladel kui ka indeksite alaküsimustes.

2.1. Eesti 15aastaste õpilaste motiveeritus õppida loodusteadusi – kuna need on kasulikud

Motivatsioon ja pühendumus on tähtsad õppimist innustavad tegurid. Huvi mingite ainete vastu ja nende meeldivus mõjutavad nii pühendumise taset kui ka õpitu mõistmise sügavust. Õpilane, keda loodusteadused huvitavad, õpib usinasti ja võib näidata üldiselt veenvat õpimotivatsiooni. Õpilane, keda loodusteadused ei huvita, võib kalduda vastupidises suunas ning temal õpimotivatsioon puudub.

Peale selle võib motivatsioon seonduda ka õpilase tulevase elukutsevalikuga. Hariduslikud ja kutsealased pürgimused võivad saada aluseks õppida loodusteadusi kõrgkoolis ning aidata kaasa elukutsevalikus (Pekrun 2006).

Loodusteaduste õppimise välise motivatsiooni hindamiseks töötati PISA 2006s välja kaks faktortunnust (indeksit) – *instrumentaalne huvi/motivatsioon õppida loodusteadusi (INTSCIE)* ja *tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi (SCIEFUT)*, mis moodustati taustaküsimustikus esitatud küsimustest ehk alg-tunnustest. Väline motivatsioon tähendab, et õpilased on õppimisest huvitatud, kuna nad mõistavad, et loodusteadusi on neile vaja kas tulevaste õpingute või elukutsevaliku seisukohalt. (OECD 2007.)

2.1.1. Eesti õpilaste instrumentaalne motivatsioon õppida loodusteadusi

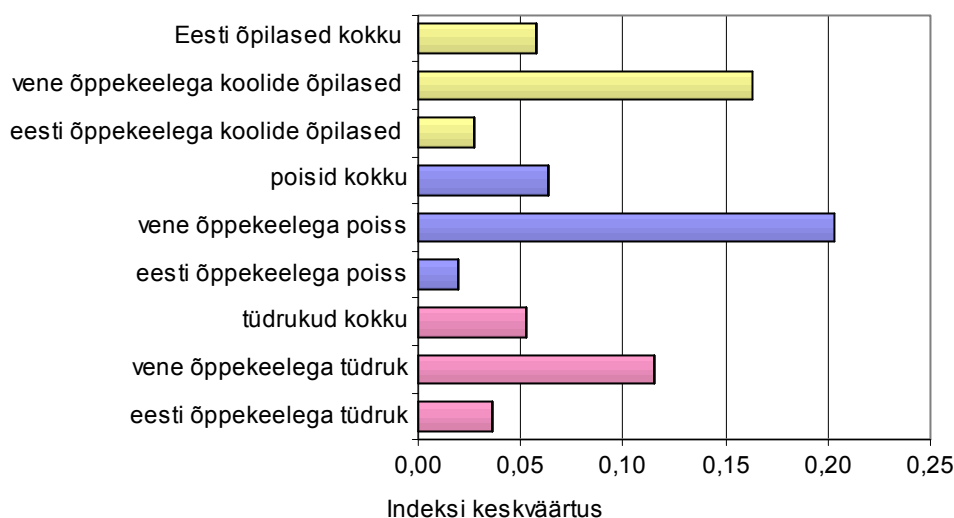
Pikaajalised uuringud on näidanud, et instrumentaalne (väline) motivatsioon osutub tähtsaks nii õppeainete valimisel, karjäärivalikutes kui ka selles, kui edukas valitud ametis ollakse (Eccles, Wigfield 1995; Wigfield, Eccles, Rodriguez 1998). Järelikult, kui õpilane on koolis loodusteadustest motiveeritud, siis jätkab ta suure tõenäosusega selles valdkonnas õpinguid kõrgkoolis ning võib valida edaspidi loodusteadusliku karjääri. Arvestades loodusteaduste olulisust, peaksid koolid seisma selle eest, et õpilaste huvi ja motivatsioon õppida loodusteadusi püsiks kogu kooliaja vältel.

PISA 2006s mõõdeti õpilaste **loodusteaduste õppimise instrumentaalset motivatsiooni** viie küsimusega: *kuivõrd sa nõustud järgmiste väidetega: vaevanägemine loodusainete õppimisel on seda väärt, kuna omandatud teadmised aitavad mind hiljem minu tulevasel kutsetöös; loodusainetes õpitu on minu jaoks oluline, kuna ma vajan neid teadmisi oma edasistes õpingutes; ma õpin loodusaineid, kuna tean, et see on mulle kasulik; loodusainete õppimine tasub end ära, sest need teadmised parandavad minu kutsealaseid väljavaateid; ma õpin loodusainete tundides palju sellist, mis aitab mul tulevikus tööd leida.* Õpilastel paluti tähtsustada loodusteaduste õppimist nende edasiste õpingute või tööalase perspektiivi kaudu. Eesti jäi 57 riigi järjestuses selle indeksi väärtusega 37. kohale (tabel 4).

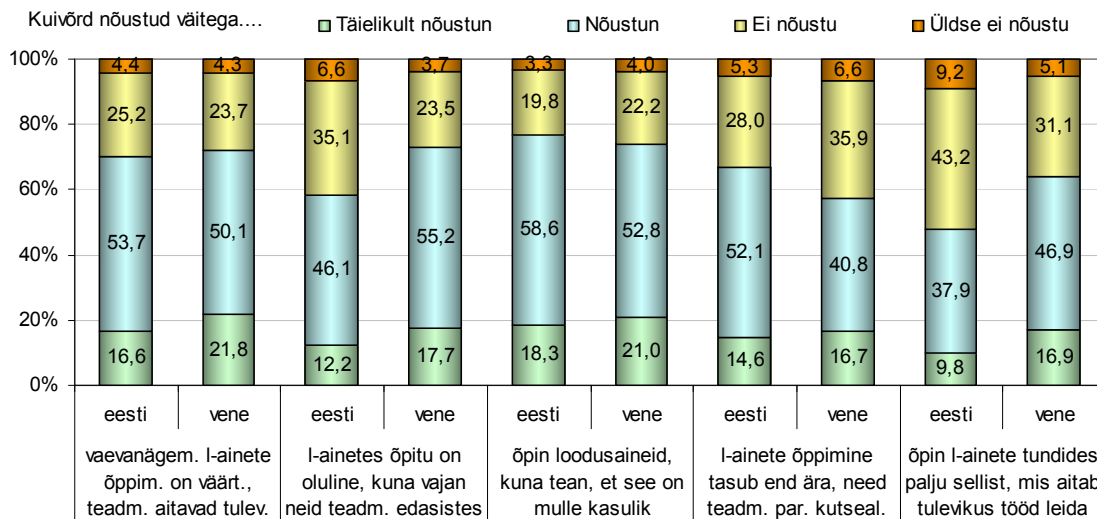
Kui OECD keskmisena seostus instrumentaalse huvitatuse indeksi muutus ühe ühiku võrra 17,8punktilise soorituspunktide muutusega (OECD 2007), siis Eestis paranes õpilaste tulemuslikkus ainult 2,6 punkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Eestis oli seos kõrgema huvitatuse ja parema soorituse vahel äärmiselt nõrk, ka selle seose tugevusega asetustime riikide järjestuses alles 43. kohale; Portugalis oli see seos 33, Soomes 32, Austraalias ja Uus-Meremaal 29 punkti. Rahvusvahelises võrdluses mõjutab meie õpilaste edukust loodusteaduste tähtsustamine tulevaste õpingute ja elukutsevaliku seisukohalt palju vähem kui teiste riikide edukust.

Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ning tüdrukute ja poiste indeksi *instrumentaalne motivatsioon õppida loodusteadusi* väärtust võrreldes ilmnas statistiliselt oluline erinevus keelerühmade hinnangutes ($p = 0,000$), kuid poiste ja tüdrukute hinnangud statistiliselt ei erinenud ($p = 0,355$) (joonis 12, lisa 3).

Riigisiseses võrdluses on suurema instrumentaalse motivatsiooniga vene õppekeelega koolide õpilased ja eriti vene noormees (joonis 12). See tähendab, et nad on enam õppimisest huvitatud, kuna nad mõistavad, et loodusteadused on neile vajalikud kas tulevaste õpingute või elukutsevaliku seisukohalt. Eesti tüdrukute ja poiste keskmine instrumentaalne huvi õppida loodusteadusi on võrdne, kuigi eesti õppekeelega tüdrukute huvi on ligi kaks korda suurem kui eesti õppekeelega poiste huvi ning vene õppekeelega õpilaste puhul on olukord peaaegu vastupidine.



Joonis 12. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ja tüdrukute *instrumentaalne huvitus õppida loodusteadusi* (indeksi nullvärtus võrdub OECD keskmisega)



Joonis 13. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *instrumentaalne huvitatus õppida loodusteadusi* alaküsimustes

Joonis 13 kirjeldab eesti ja vene õppekeelega õpilaste vastuste erinevusi instrumentaalse huvitatus indeksi moodustanud küsimustele vastates. Mõlema keelerühma õpilased nõustusid 71% ulatuses väitega, et *vaevanägemine loodusainete õppimisel on seda väärt, kuna omandatud teadmised aitavad hiljem minu tulevasel kutsetööl*. Teises küsimuses (*loodusainetes õpitu on minu jaoks oluline, kuna ma vajan neid teadmisi oma edasistes õpingutes*) kalduvad eesti õppekeelega õpilased (42%) enam kui vene õppekeelega õpilased (27%) arvama, et neil ei lähe loodusainetes õpitud edaspidistes õpingutes vaja. Kolmanda väitega (*ma õpin loodusaineid, kuna tean, et see on kasulik*) nõustus 77% eesti ja 73% vene õppekeelega õpilastest. Neljanda küsimusega (*loodusainete õppimine tasub end ära, sest need teadmised parandavad minu kutsealaseid väljavaateid*) nõustus 67% eesti ja 58% vene õppekeelega õpilastest. Probleemaatiline on aga õpilaste erinev seisukoht viiendas küsimuses, kus 64% vene ja ainult 48% eesti õppekeelega koolide õpilastest olid arvamusel, et *ma õpin loodusainete tundides palju sellist, mis aitab mul tulevikus tööd leida*.

Rahvusvahelises võrdluses olid Eesti õpilased huvitatud loodusteaduste õppimisest, kuid ainult väike osa neist nägi endale tulevikus rakendust loodusteadustes. Üldiselt mõistis keskmiselt 76% Eesti ja 67% OECD õpilastest, et loodusteadused on neile vajalikud ning kasuks nende elukutsevalikus ja tulevasel tööl (keskmiselt vahemikus 62–63%). 70% Eesti ja 63% OECD õpilastest leidis, et omandatud teadmised aitavad neid tulevikus, 63% Eesti ja 64% OECD õpilastest, et need teadmised parandavad kutsealaseid väljavaateid, ning 52% Eesti ja 56% OECD õpilastest, et loodusainetes õpitu aitab tulevikus tööd leida (Henno jt 2007b).

2.1.2. Eesti õpilaste tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi

Lisaks üldisele huvile loodusteaduste vastu esitati õpilastele hulk küsimusi, et teada saada, milline on nende huvi tulevikus õppida loodusteadusi. Õpilastele esitati PISA 2006s väited *ma tahaksin töötada loodusteadustega seotud ametis; ma tahaksin pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida; ma sooviksin kogu oma elu tegelda edumeelse loodusteadusliku tööga; täiskasvanuna meeldiks mulle osaleda loodusteaduste alastes projektides*, millest moodustati koondtunnus **tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi** (OECD 2007).

Suur hulk osalenud riikide õpilastest vastas, et nad on motiveeritud õppima loodusteadusi välise kasu pärast, nagu oma karjääri ja tulevase elukutsega seotud väljavaadete parandamine. Õpilaste vastuste põhjal soovis keskmiselt 37% OECD õpilastest töötada loodusteadustega seotud erialal, 31% jätkata loodusteaduslikke õpinguid pärast keskkooli lõpetamist, 27% töötada täiskasvanuna loodusteaduslikes projektides ja 21% teha teaduslikku tööd. PISA 2006 tulemused näitasid, et enamikus riikides olid

15aastased tütarlapsed võrdset poistega huvitunud töötamisest loodusteadustega seotud erialadel, loodusteaduslike õpingute jätkamisest pärast keskkooli lõpetamist, töötamisest loodusteaduslike projektidega või teadustöö tegemisest (Henno jt 2007a).

Eesti jäi 57 riigi järjestuses selle indeksi väärtusega 46. kohale (tabel 4). See tähendab, et rahvusvahelises võrdluses olid meie õpilased ühed madalaima tulevikule suunatud huviga õppida loodusteadusi. Kui OECD keskmisena seostus tulevikule suunatud huvitatuse indeksi muutus ühe ühiku võrra 19,7 punktilise soorituspunktide muutusega, siis Eestis paranes õpilaste tulemus ainult 7,1 soorituspunkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra.

Tabel 4. PISA hoiakulised faktortunnused/indeksid ning nende väärtuse alusel Eesti asend riikide järjestuses ja indeksi seos sooritusega. *Allikas: OECD andmebaas*

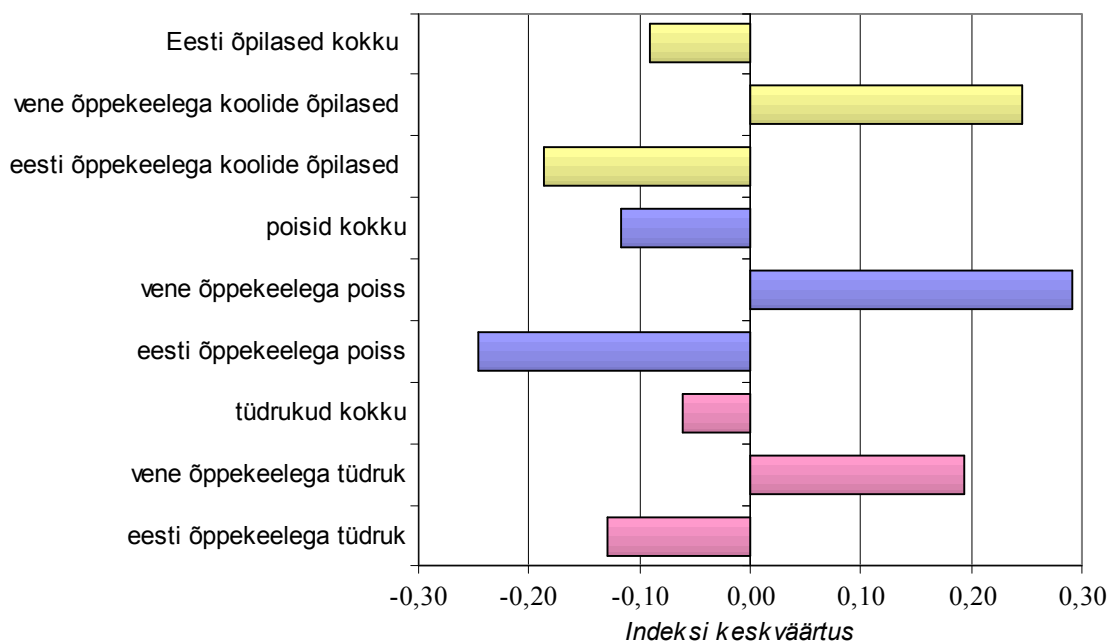
Indeks	Eesti koht riikide järjestuses	Eesti õpilased		Loodusteadusliku soorituse muutus punktides indeksi ühe ühiku kohta Eestis		Loodusteadusliku soorituse muutus punktides indeksi ühe ühiku kohta OECD keskm.	
		Indeksi keskvääratus	St. viga	Mõju	St. viga	Mõju	St. viga
Tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi	46	-0,09	(0,02)	7,1	(1,88)	19,7	(0,33)
Instrumentaalne huvi õppida loodusteadusi	37	0,06	(0,01)	2,6	(2,13)	17,8	(0,33)
Loodusteaduste õppimise meeldivus	33	0,02	(0,02)	20,2	(1,85)	29,7	(0,32)
Üldine huvi erinevate loodusteaduslike teemade õppimise vastu	23	0,19	(0,01)	17,4	(1,95)	25,1	(0,33)
loodusteaduste üldine väärtustamine	28	0,14	(0,01)	31,6	(1,50)	28,1	(0,30)
Loodusteaduste personaalne väärtustamine	32	0,14	(0,01)	19,2	(1,51)	20,5	(0,32)
Enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel	24	0,03	(0,02)	41,9	(1,88)	37,7	(0,31)
Minapilt loodusteadustes / usk akadeemilisse võimekusse	29	0,11	(0,02)	27,9	(1,89)	27,0	(0,32)

Statistiliselt oluline erinevus ilmnas nii eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) kui ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) *tulevikule suunatud huvi* hinnangute võrdlemisel (joonis 14, lisa 3).

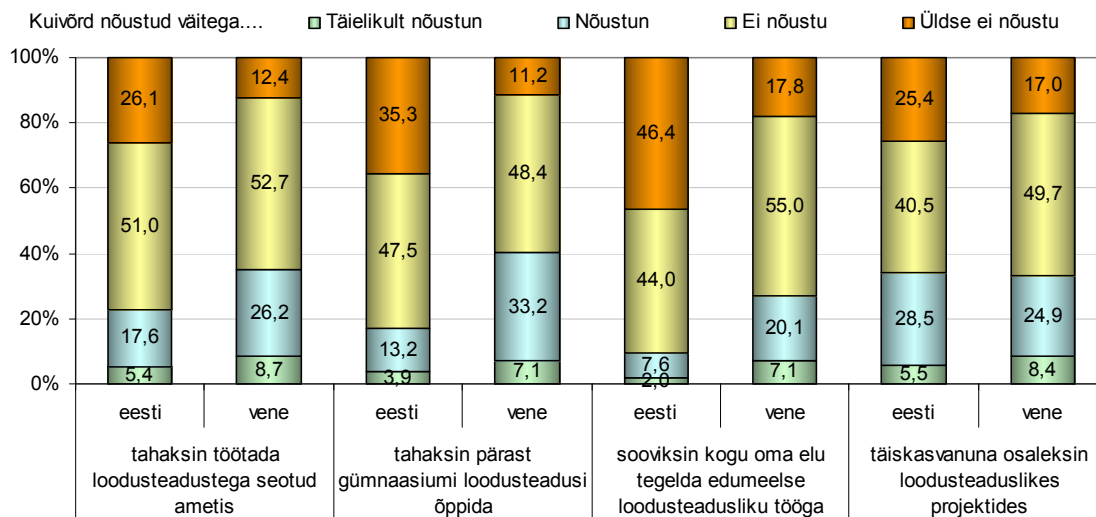
Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste hinnanguid võrreldes selgus, et eesti õppekeelega koolide õpilaste tulevikku suunatud huvi õppida loodusteadusi on märksa väiksem kui vene õppekeelega koolide õpilaste huvi (joonis 14). Kõigi Eesti õpilaste huvi oli väiksem kui OECD keskmine. Tüdrukute ja poiste võrdlemisel ilmnas, et poiste huvi on poole väiksem kui tüdrukutel. Sooti on siin erinevused väiksemad kui keelerühmade vahel. Üldkokkuvõttes on vene õppekeelega koolide õpilased rohkem motiveeritud õppima loodusteadusi lähtuvalt välisest kasust, nagu oma karjääri ja tulevase elukutsega seotud välja-vaadete parandamine.

Joonised 15 ja 16 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute hinnangute erinevusi *tulevikule suunatud huvi* koondtunnuse alaküsimustele vastamisel. Ainult 23% eesti ja 35% vene õppekeelega õpilastest ning ~ 26% poistest ja tüdrukutest nõustusid väitega, et *nad tahaksin töötada loodusteadustega seotud ametis*. Teises küsimuses (*ma tahaksin pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida*) olid hinnangud veelgi muret tekitavamad. 83% eesti ja 60% vene õppekeelega õpilastest leidsid, et nad ei soovi pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida. Sooti olid erinevused hinnangutes sarnased, 77% mõlemast ei soovi seda. Analüüsides kolmanda küsimuse (*ma sooviksin kogu oma elu teha edumeelset loodusteaduslikku tööd*) mittenoustumise protsente (90% eesti ja 73% vene õppekeelega õpilastest ning 87% tüdrukutest ja 85% poistest), tuleb märkida, et Eesti riigi ees seisavad tõsised probleemid, kuidas suurendada noorte huvitatust jätkata loodusteaduslikke õpinguid ka pärast gümnaasiumi ning

kuidas tekitada huvi teadustegevuse vastu. Neljanda väitega (*täiskasvanuna meeldiks mulle osaleda loodusteadustevalastes projektides*) nõustus 34% eesti ja 33% vene õppekeelega õpilastest ning 36% tüdrukutest ja 32% poistest.

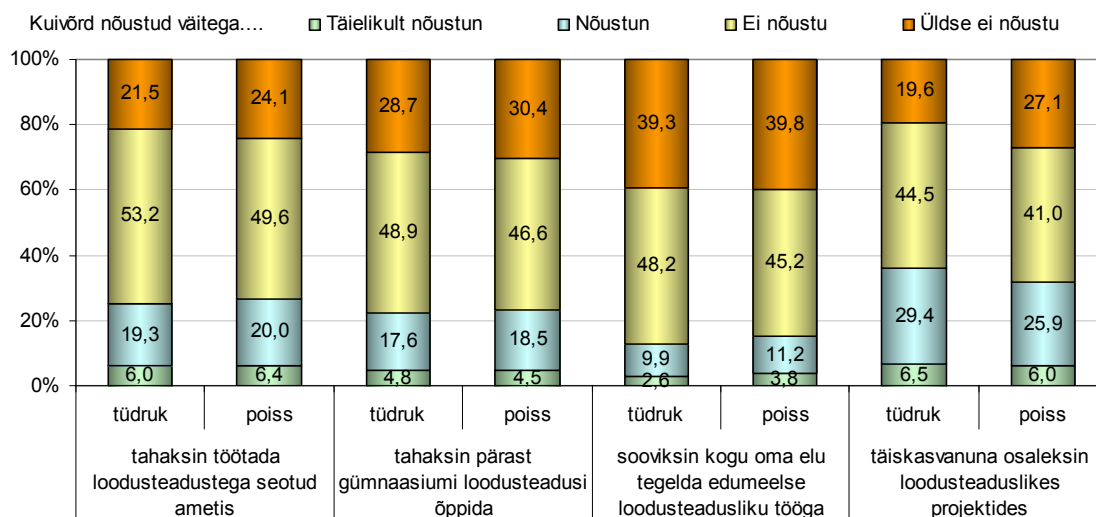


Joonis 14. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute *tulevikule suunatud huvi* õppida loodusteadusi (indeksi nullväärts võrdub OECD keskmisega)



Joonis 15. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *tulevikule suunatud huvi* õppida loodusteadusi alaküsimustes

Rahvusvahelises võrdluses ilmnis PISA 2006 uuringust, et Eesti õpilaste *tulevikule suunatud huvi* on madal. Keskmiselt 28% Eesti ja 37% OECD õpilastest nõustusid sellega, et nad tahaksid töötada loodusteadustega seotud ametites. Ainult 14% Eesti õpilastest (OECD keskmine 21%) sooviksid veeta oma elu tippteadustehes ja 21% Eesti õpilastest (OECD keskmine 31%) tahaksid pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida.



Joonis 16. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi* alaküsimustes

Riikide võrdluses sooviksid kõige vähem oma elu siduda edumeelse loodusteadusliku tööga Korea, Soome, Rootsi, Suurbritannia, Eesti, Hollandi, Läti, Norra ja Iirimaa noored. Kõige vähem tahtsid loodusteadustega seotud ametis töötada Läti, Jaapani, Hollandi, Liechtensteini, T ehi, Eesti, Soome, Austria ja Korea ning kõige enam Tuneesia, Jordaania ja Kõrgõstani õpilased (OECD 2007).

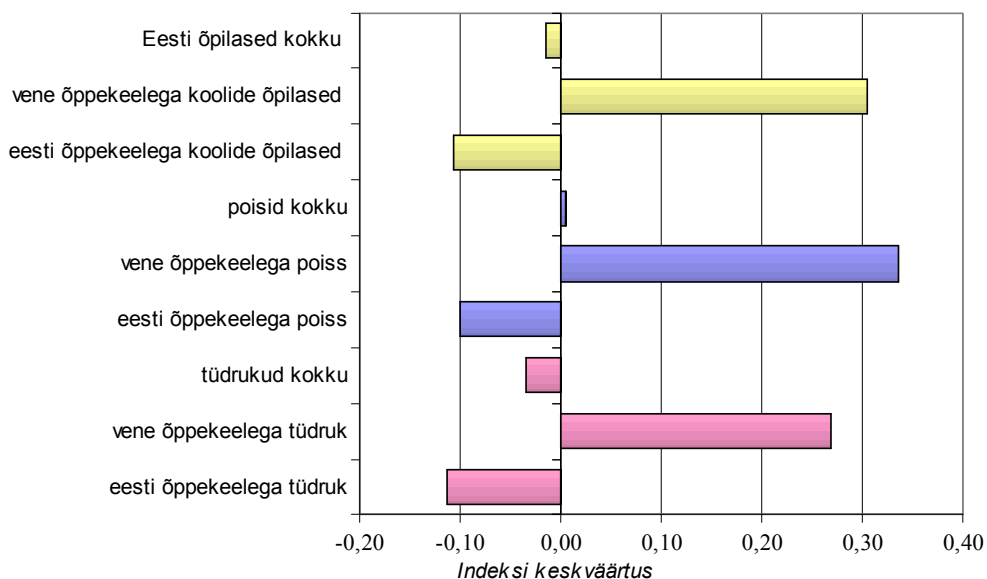
2.2. Loodusteadustega seotud karjäär

Õpilased pidid vastama PISA 2006s küsimusele, mis tööd arvavad nad end tegevat umbes 30aastaselt. Vastuste põhjal on võimalik määrata nende õpilaste hulk, kes arvavad, et nad on tulevikus seotud mõne loodusteadusliku erialaga. Õpilaste vastused kodeeriti rahvusvahelise ametite klassifikaatori järgi (ISCO-88 International Standard Classification for Occupations). Õpilaste loodusteadustega seotud ametialaseid ootusi näib suuremal või vähemal määral mõjutavat nende vanemate töö. Kõigis OECD riikides oli neil õpilastel, kes lootsid 30aastasena töötada loodusteadustega seotud erialal, suurem tulevikku suunatud motivatsioon õppida loodusteadusi kui neil õpilastel, kellel niisuguseid ootusi ei olnud. (OECD 2007.)

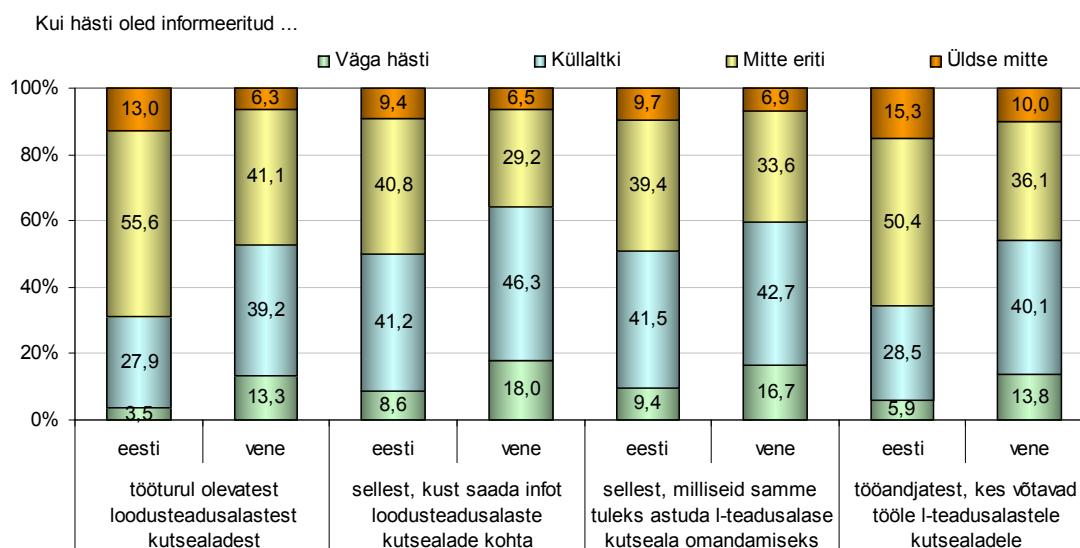
2.2.1. Eesti õpilaste informeeritus loodusteadustealasest karjäärist

PISA2006 uuris õpilaste informeeritust loodusteadustealasest karjäärist järgmistest hoiakulistest küsimustega: *kui informeeritud sa nendel teemadel oled: tööturul olevad loodusteadustealased kutsealad; kust saada infot loodusteadustealaste kutsealade kohta; milliseid samme õpilastel tuleks astuda, kui nad tahavad omandada loodusteadustealast kutseala; tööandjad või ettevõtted, kes võtavad inimesi tööle loodusteadustealastele kutsealadele ning moodustas faktortunnuse: **õpilaste informeeritus loodusteadustealasest karjäärist** (CARONFO) (OECD 2007). Valikuvariandid, mille vahel õpilased karjäärisuunitluse küsimuste puhul pidid valima, olid väga hästi, üsna hästi, halvasti, info puudub.*

Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste hinnangute võrdlemisel faktorskaalal *informeeritus loodusteadustealasest karjäärist* ilmnes õpilaste hinnangutes ($p = 0,000$) statistiliselt oluline erinevus. Seesama erinevus oli ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,003$) arvamustes (joonis 17, lisa 3). Eesti õppekeelega koolide õpilaste informeeritus loodusteadustealasest karjäärist on väiksem kui vene õppekeelega koolide õpilaste ja OECD keskmine karjääriteadlikkus. Tüdrukud väidavad, et nad on vähem informeeritud kui poisid.

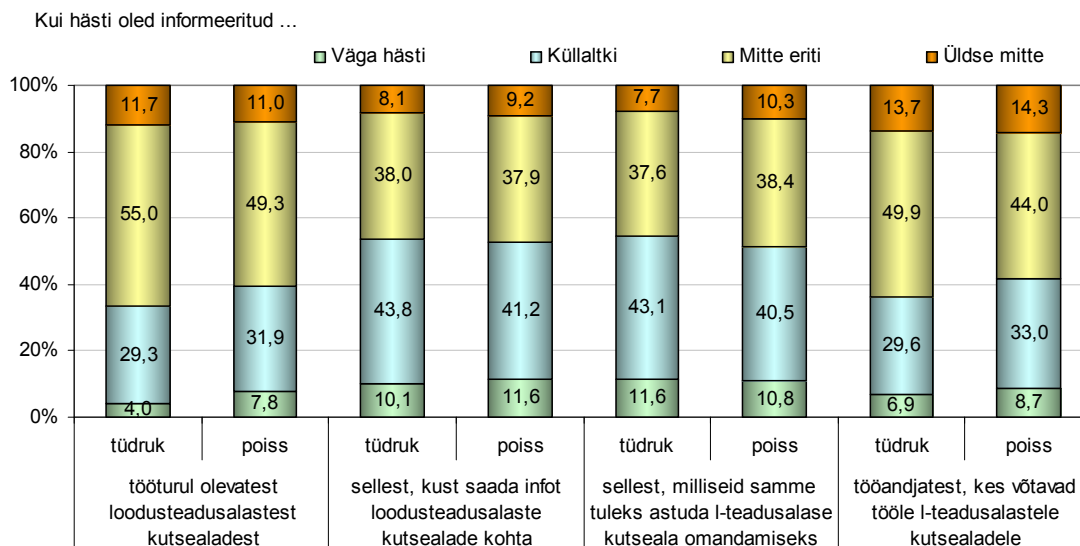


Joonis 17. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute *informeeritus loodusteadustealasest karjäärast* (indeksi nullvärtus võrdub OECD keskmisega)



Joonis 18. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *õpilaste informeeritus loodusteadustealasest karjäärast* alaküsimustes

Joonised 18 ja 19 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute hinnangute erinevusi faktorskaala *informeeritus loodusteadustealasest karjäärast* alaküsimustes. Ainult 31% eesti ja 56% vene õppekeelega õpilastest ning 33% poistest ja 40% tüdrukutest nõustusid väitega, et nad on informeeritud *tööturul olevatest loodusteadustealasest kutsealadest*. Teises küsimuses (*olen teadlik, kust saada infot loodusteadustealaste kutsealade kohta*) oli õpilaste informeeritus samuti väike: 50% eesti ja 64% vene õppekeelega õpilastest ning 53% poistest ja 54% tüdrukutest leidsid, et nad olid hästi või küllaltki hästi informeeritud. Kolmanda küsimuse puhul (*milliseid samme õpilastel tuleks astuda, kui nad tahavad omandada loodusteadustealast kutseala*) väitsid end hästi või küllaltki informeeritud olevat 51% eesti ja 60% vene õppekeelega õpilastest ning 55% tüdrukutest ja 51% poistest. *Tööandjatest või ettevõtetest, kes võtavad inimesi tööle loodusteadustealastele kutsealadele*, olid hästi või küllaltki hästi informeeritud 34% eesti ja 54% vene õppekeelega õpilastest ning ainult 36% tüdrukutest ja 42% poistest. Kõigi alaküsimuste puhul ilmneb, et vene õppekeelega koolide õpilaste informeeritus on nende hinnangul parem.



Joonis 19. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *õpilaste informeeritus loodusteadustealastest karjäärilist* alaküsimustes

Eesti jäi oma indeksi keskväärtusega riikide järjestuses alles 40. kohale ning see on väga madal näitaja. Rahvusvaheline võrdlus näitab, et Eesti koolides ja eriti eesti õppekeelega koolide loodusteaduste ainetundides pööratakse vähe tähelepanu tööturul olevatele loodusteadustealastele kutsealadele ning loodusteaduste propageerimisele. Eesti õpilane on palju vähem informeeritud loodusteadustealastest karjäärivalikutest kui enamik teiste riikide õpilasi. See on kindlasti üheks põhjuseks, miks noored ei oska ega taha oma tulevikku seostada loodusteaduslike erialadega.

2.2.2. Eesti õpilaste ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks

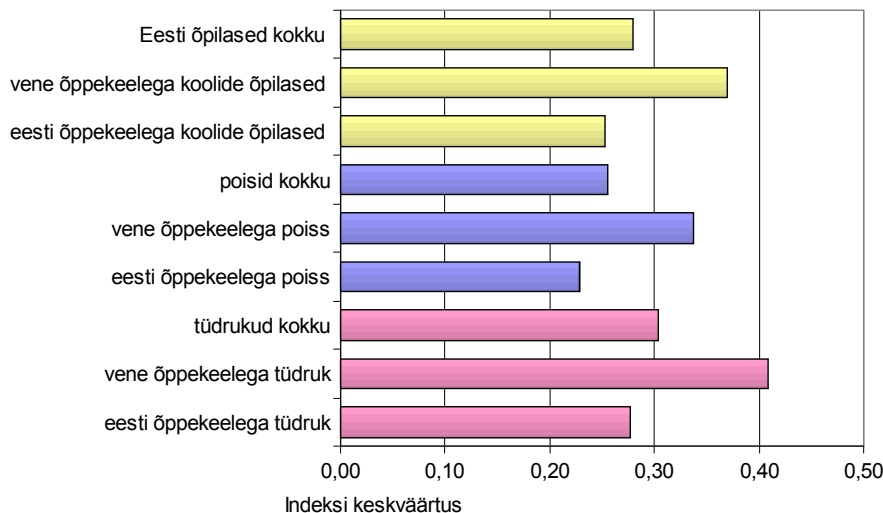
PISA 2006 uuris õpilaste ettevalmistust koolis loodusteadustega seotud karjääriks nelja hoiakulise küsimusega: *kuivõrd sa nõustud alljärgnevate väidetega: minu kooli poolt pakutavad õppeained võimaldavad õpilastel omandada loodusteadustealasteks kutsealadeks vajalikke oskusi ja teadmisi; minu koolis õpetatavad loodusained annavad õpilastele paljudeks loodusteadustealasteks kutsealadeks vajalikke oskusi ja teadmisi; õppeained, mida mina õpin, annavad mulle oskusi ja teadmisi, mis on vajalikud erinevatel loodusteaduslikel kutsealadel; minu õpetajad annavad mulle edasi oskusi ja teadmisi, mida ma loodusteadustealasel kutsealal töötamiseks vajan.* Moodustati koondtunnus **õpilaste ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks** (CARPREP) (OECD 2007).

Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) ning tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) hinnangute vahel vastuste kategoorias *õpilaste ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks* ilmnis statistiliselt oluline erinevus (joonis 20, lisa 3).

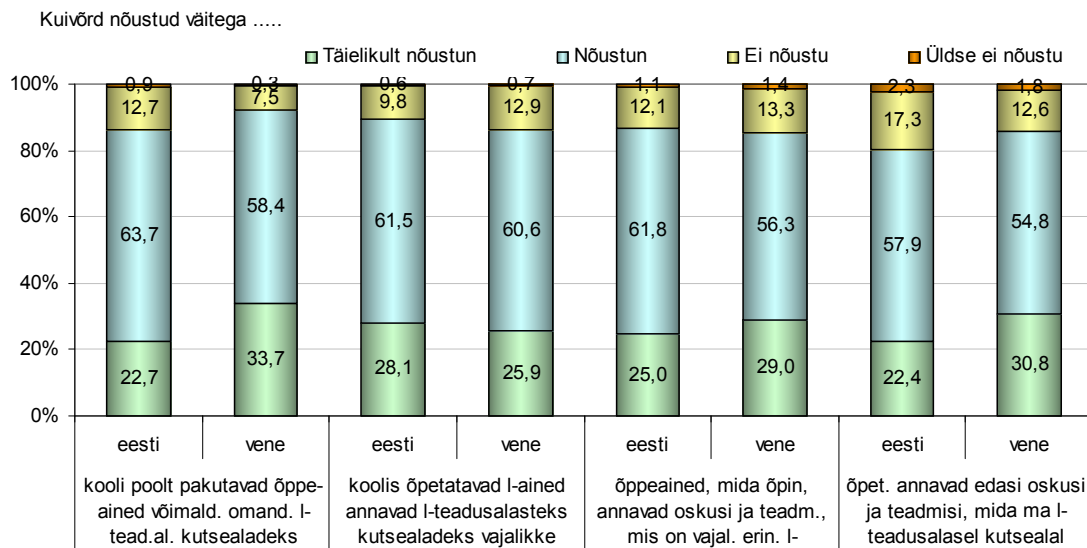
Eesti õpilased väidavad, et kool valmistab neid loodusteadustega seotud karjääriks palju paremini ette, kui seda väidab OECD keskmine õpilane (joonis 20). Samas ütlevad riigisiselt vene õppekeelega koolide õpilased ja tüdrukud võrreldes eesti õppekeelega koolide õpilastega, et kool valmistab neid paremini ette loodusteadustega seotud karjääriks.

Joonised 21 ja 22 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute hinnangute erinevusi indeksi *ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks* alaküsimustes. 86% eesti ja 92% vene õppekeelega õpilastest ning 89% poistest ja 87% tüdrukutest nõustusid väitega, et *minu kooli poolt pakutavad õppeained võimaldavad õpilastel omandada loodusteadustealasteks kutsealadeks vajalikke oskusi ja teadmisi*. Teise küsimuse puhul (*minu koolis õpetatavad loodusained annavad õpilastele paljudeks loodusteadustealasteks kutsealadeks vajalikke oskusi ja teadmisi*) nõustusid 90% eesti ja 87% vene õppekeelega õpilastest ning 88% poistest ja 90% tüdrukutest, et kooli loodusained pakuvad kutsealasteks

oskusteks teadmisi ning oskusi. Kolmanda küsimusega (*õppeained, mida mina õpin, annavad mulle oskusi ja teadmisi, mis on vajalikud erinevatel loodusteaduslikel kutsealadel*) nõustusid 87% eesti ja 85% vene õppekeelega õpilastest ning 87% tüdrukutest ja 86% poistest. Väitega *minu õpetajad annavad mulle edasi oskusi ja teadmisi, mida ma loodusteadustealasel kutsealal töötamiseks vajan* nõustusid 80% eesti ja 86% vene õppekeelega õpilastest ning ainult 82% tüdrukutest ja 81% poistest.

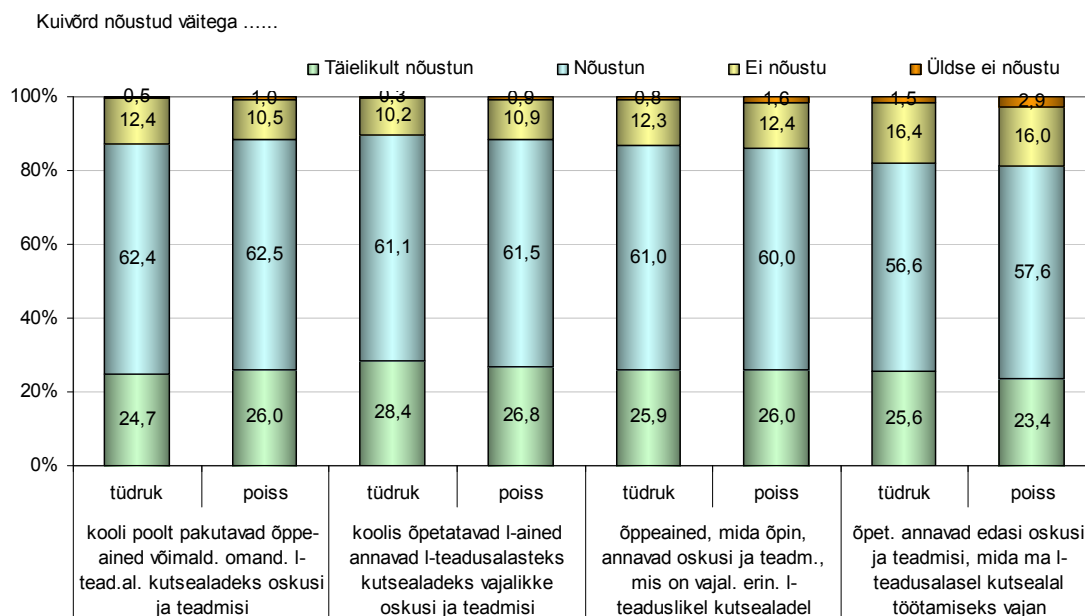


Joonis 20. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute *ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjäärriks* (indeksi nullväärts võrdub OECD keskmisega)



Joonis 21. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjäärriks* alaküsimustes

Nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide enamiku õpilaste arvates valmistab nende koolides õpetatav neid loodusteadustega seotud karjäärriks tulevikus.



Joonis 22. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *ettevalmistus koolis loodusteadustega seotud karjääriks* alaküsimustes

2.3. Eesti õpilaste loodusteaduste väärtustamine ja loodusteadusliku meetodi toetamine

PISA 2006 raames töötati välja kolm mõõdikut, millega hinnati, kuivõrd õpilased väärtustavad loodusteadusi. Neist kaks mõõdikut moodustati õpilaste taustaküsimustike vastustest (*loodusteaduste üldine väärtustamine (GENSCIE)* ja *loodusteaduste personaalne väärtustamine (PERSCIE)*) ning üks loodusteaduste uuringküsimuste vastustest (*teadusliku uurimismeetodi toetamine*) (OECD 2007).

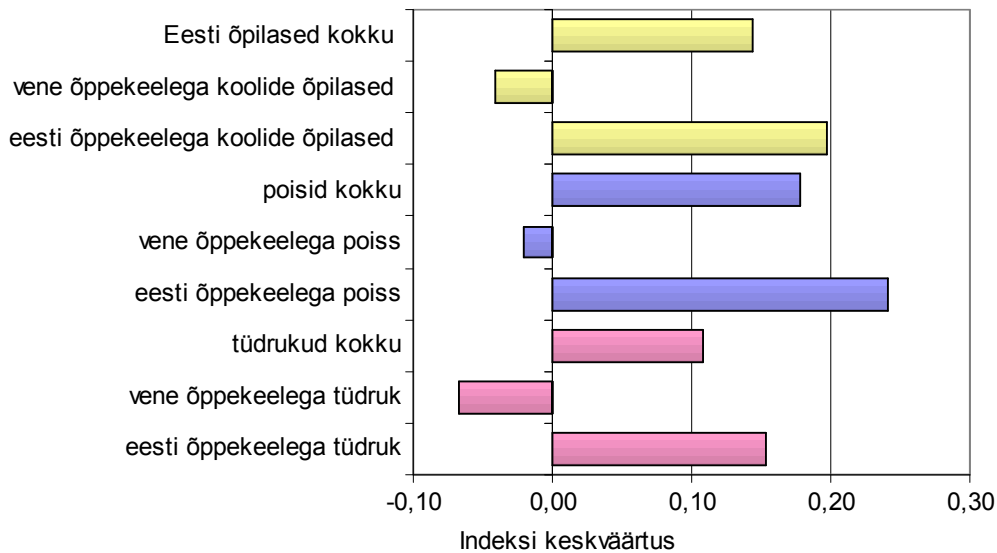
Toetust teaduslikule uurimismeetodile on peetud väga tähtsaks eesmärgiks loodusteaduslikus hariduses. Loodusteadusliku meetodi väärtustamine ja toetamine viitab sellele, et õpilased peavad loodusteadustega seotud elulistesse olukordadesse sattudes tähtsaks, tuginedes teaduslikele meetoditele, töendusmaterjali kogumist, loomingulist mõtlemist, ratsionaalset arutelu, kriitilist reageerimist ning järelduste tegemist (sealsamas). Keskmiselt näitasid OECD riikides 70% ja Eestis ligi 80% õpilastest suurt toetust loodusteaduslikule meetodile

2.3.1. Eesti õpilaste loodusteaduste üldine väärtustamine

PISA 2006s moodustati *loodusteaduste üldise väärtustamise* faktortunnus järgmiste hoiakuliste küsimustega: *kuivõrd sa nõustud järgmiste väidetega: teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt parandada inimeste elutingimusi; loodusteadused on olulised, need aitavad meil mõista maailma; teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt majandust edendada; loodusteadused on ühiskonnale kasulikud; teaduse ja tehnoloogia edusammud toovad tavaliselt endaga kaasa sotsiaalseid hüvesid.*

OECD keskmisena seostus loodusteaduste üldise väärtustamise indeksi muutus ühe ühiku võrra 28punktilise soorituspunktide muutusega (OECD 2007). Eestis paranes õpilaste tulemuslikkus aga 32 soorituspunkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Eesti positsioneerus 57 riigi järjestuses selle indeksi väärtusega keskele – 28. kohale (tabel 4).

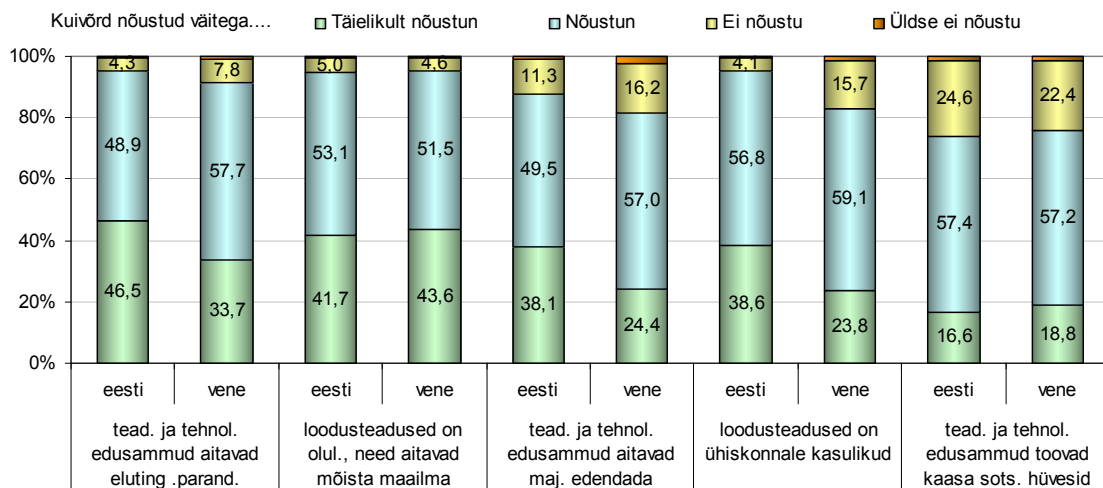
Nii eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) kui ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) hinnanguid võrreldes ilmselt statistiliselt oluline erinevus (joonis 23, lisa 3).



Joonis 23. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute indeksi *loodusteaduste üldine väärtustamine* väärtused (indeksi nullväärtus võrdub OECD keskmisega)

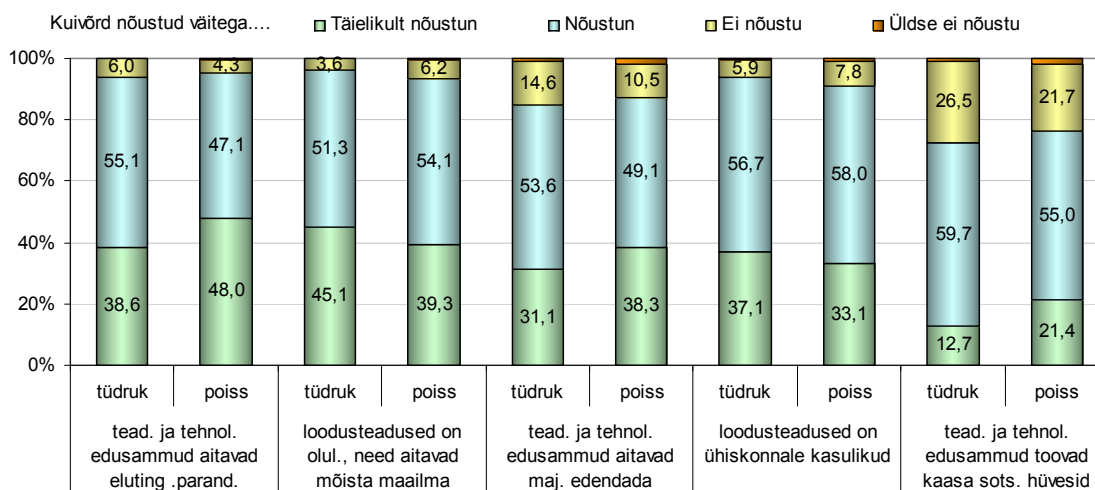
Eesti õpilased väärtustavad loodusteadusi üldiselt kõrgemalt kui keskmine OECD õpilane, kuigi vene õppekeelega õpilane jääb hinnangutes OECD keskmisele alla (joonis 23). Riigisiselt väärtustavad aga eesti õppekeelega koolide õpilased loodusteadusi märksa kõrgemalt kui vene õppekeelega koolide õpilased. Poisid väärtustavad loodusteadusi üldiselt ligi kolmandiku võrra enam kui tüdrukud.

PISA 2006 tulemustest selgus, et loodusteaduste üldine kõrge väärtustamine seostus parema sooritusega loodusteadustes (OECD 2007). Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste statistilise olulisuse analüüsil ilmnis, et eesti õppekeelega koolide õpilased olid edukamad keskmises sooritusel ning väärtustasid võrreldes vene õppekeelega koolide õpilastega loodusteadusi üldiselt rohkem. See on kooskõlas PISA-uuringu lõppraportis esitatud väitega, et loodusteaduste üldine kõrgem väärtustamine seostub parema sooritusega loodusteadustes.



Joonis 24. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *loodusteaduste üldine väärtustamine* alaküsimustes

Joonised 24 ja 25 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute hinnangute erinevusi *loodusteaduste üldise väärtustamise* indeksi alaküsimustele vastates. 95% eesti ja 91% vene õppekeelega õpilastest ning 94–95% poistest ja tüdrukutest nõustusid väitega, et *teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt inimeste elutingimusi parandada*. Teise väitega (*loodusteadused on olulised, need aitavad meil mõista maailma*) nõustusid nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilastest 95% ning 96% tüdrukutest ja 93% poistest. Kolmanda väitega (*teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt majandust edendada*) nõustusid 88% eesti ja 81% vene õppekeelega õpilastest ning 85% tüdrukutest ja 87% poistest. Neljandas küsimuses (*loodusteadused on ühiskonnale kasulikud*) ilmnes keeliti suur erinevus. Nimelt nõustusid selle väitega 96% eesti ja 83% vene õppekeelega õpilastest ning 94% tüdrukutest ja 91% poistest. 73% tüdrukutest ja 76% poistest ning 74% eesti ja 76% vene õppekeelega õpilastest arvasid, et *teaduse ja tehnoloogia edusammud toovad tavaliselt endaga kaasa sotsiaalseid hüvesid*.



Joonis 25. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *loodusteaduste üldine väärtustamine* alaküsimustes

Loodusteadusi pidas rahvusvahelises võrdluses üldiselt tähtsaks enamik osalevate riikide (sh Eesti) õpilasi. Eesti õppekeelega koolide õpilased väärtustavad loodusteadusi võrreldes vene õppekeelega koolide õpilastega rohkem ning Eesti riigi õpilased tervikuna enam kui meie lähinaabrite Soome ja Venemaa õpilased.

PISA-uuringu tulemused näitasid, et neljas paremaid tulemusi saavutanud OECD riigis (Kanada 92%, Soome 94%, Eesti 94% ja Korea 96%) arvasid õpilased sagedamini, et *teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt parandada inimeste elutingimusi*. Kui rahvusvahelise keskmisena nõustus 92% õpilastest, et *teaduse ja tehnoloogia edusammud toovad endaga kaasa sotsiaalseid hüvesid ehk aitavad inimeste elutingimusi parandada*, siis Eesti õpilastest nõustus sellega ainult 74%. Samuti jäi OECD keskmisest protsendiliselt madalamaks Eesti õpilaste hinnang väitele *teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad tavaliselt majandust edendada* (Henno 2008b). See tähendab, et märkimisväärne osa Eesti õpilastest eristab loodusteaduste panust tehnilisse mõistmisse ja tootlikkusse, kuid samal ajal ei tähtsusta või ei mõista loodusteaduste rolli majanduslikus või sotsiaalses arengus. Et nüüd on uude põhikooli riiklikusse õppekavasse tehnoloogia ja sotsiaalvaldkonna seos loodusteadustega sisse kirjutatud suurema rõhuasetusega, peaks see toetama õpetajaid igapäevatöös, et tegelda nende küsimustega piisavalt.

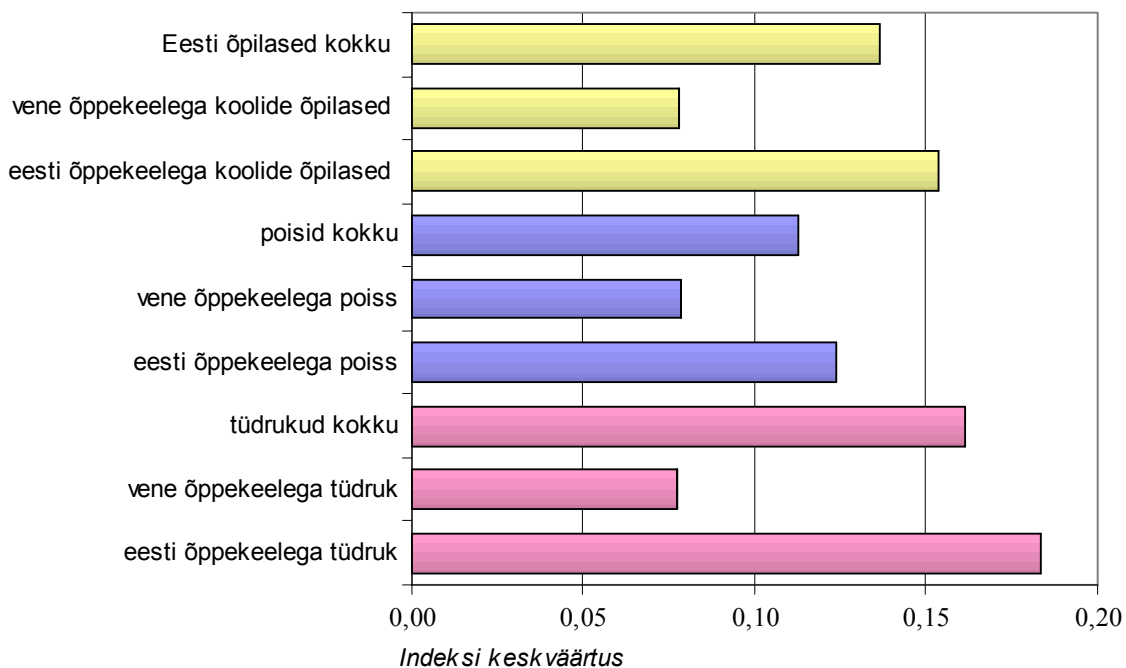
2.3.2. Eesti õpilaste loodusteaduste personaalne väärtustamine

Kui enamik õpilasi teatas, et peab loodusteadusi üldiselt tähtsaks, siis millisel määral võib seda tõlgendada loodusteaduste väärtustamisena isiklikul tasandil? Õpilased võivad olla veendunud, et loodusteadused on üldiselt tähtsad, kuid ei pruugi seostada seda tingimata oma elu ja tulevikuplaanidega.

Õpilaste loodusteaduste personaalset väärtustamist uuritigi seetõttu PISA 2006s järgmiste hoiakuliste küsimustega: *kuivõrd sa nõustud järgmiste väidetega: mõned loodusteadustealased teadmised aitavad mul aru saada sellest, kuidas ma olen teiste inimestega seotud; täiskasvanuna kasutan ma loodusteadusi mitmel viisil; loodusteadused on minu jaoks väga olulised; ma leian, et loodusteadused aitavad mul aru saada asjadest, mis mind ümbritsevad; pärast kooli lõpetamist on mul palju võimalusi rakendada loodusteadustealaseid teadmisi.* Moodustati loodusteaduste personaalne väärtustamine (PERSCIE) (OECD 2007).

Eesti jäi riikide järjestuses selle indeksi keskmise väärtusega 32. kohale (tabel 4). Kui OECD keskmisena seostus loodusteaduste personaalse väärtustamise indeksi muutus ühe ühiku võrra 20,5punktilise soorituspunkti muutusega (sealsamas), siis Eestis oli see väiksem ning õpilaste tulemuslikkus paranes 19,2 soorituspunkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra.

Statistiliselt oluline erinevus ilmnes nii eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) kui ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) hinnangute alusel moodustunud loodusteaduste personaalse väärtustamise indeksi võrdlemisel (joonis 26, lisa 3).



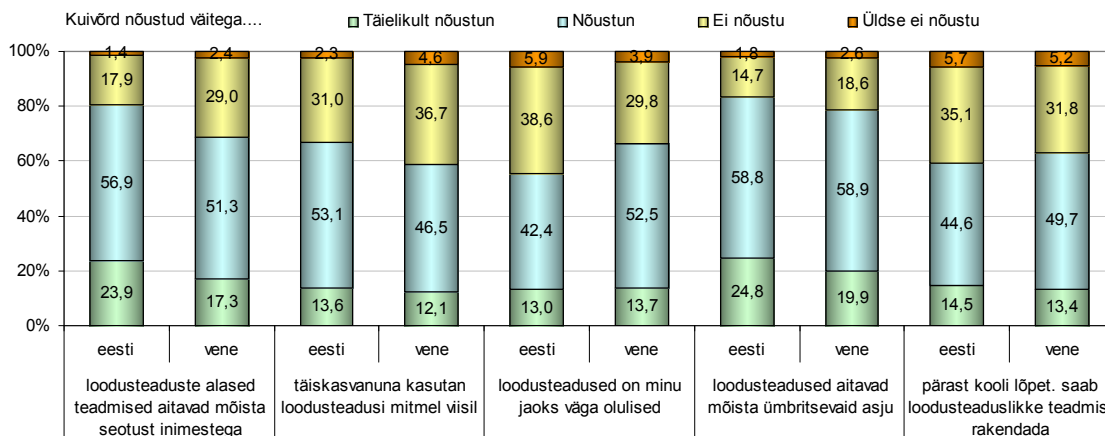
Joonis 26. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute indeksi loodusteaduste personaalne väärtustamine väärtused (indeksi nullväärtus võrdub OECD keskmisega)

Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuseid analüüsid selgus statistiliselt oluline erinevus kahe keelerühma hinnangutes. Nii nagu üldiselt väärtustavad ka personaalselt eesti õppekeelega koolide õpilased loodusteadusi rohkem kui vene koolide õpilased (joonis 26). Kuigi eelmise indeksi loodusteaduste üldine väärtustamine hinnangutes olid eesti õppekeelega koolide õpilased vägagi veendunud, et loodusteadused on tähtsad, siis näitab selle indeksi uurimine, et nad ei seosta üldist väärtustamist oma isikliku elu ja käitumisega. Vene õppekeelega koolide õpilased seostavad oma tulevikku loodusteadustega rohkem. Eesti tüdrukud väärtustavad personaalselt loodusteadusi enam kui poisid.

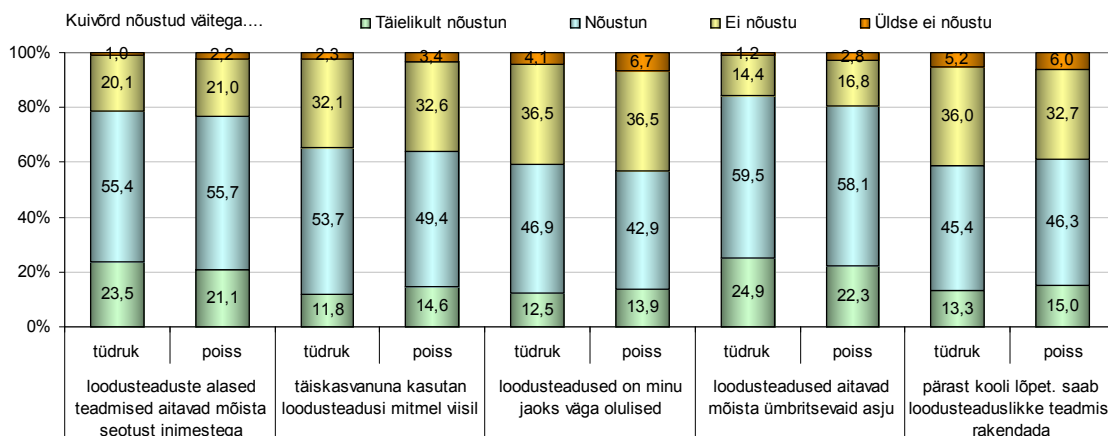
Samas on Eesti õpilaste personaalse väärtustamise indeksi keskvärtus kõrgem kui OECDs ja Soomes (Henno 2008b).

Joonised 27 ja 28 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute vastuste erinevusi loodusteaduste personaalse väärtustamise küsimustele vastates. 81% eesti ja 69% vene õppekeelega õpilastest ning ligikaudu 79–77% poistest ja tüdrukutest nõustusid väitega, et *mõned loodusteadustealased teadmised aitavad mul aru saada sellest, kuidas ma olen teiste inimestega seotud.* Teise väitega (*täiskasvanuna kasutan ma loodusteadusi mitmel viisil*) nõustusid 67% eesti ja 59% vene

õppekeelega õpilastest ning 64% poistest ja 66% tüdrukutest. Kolmanda ütluse (*loodusteadused on minu jaoks väga olulised*) hinnanguid analüüsid ilmnes jälle, et eesti õppekeelega koolide õpilaste jaoks ei ole loodusteadused eriti olulised. 56% eesti ja 66% vene õppekeelega koolides õpilastest ning 59% tüdrukutest ja 57% poistest nõustusid väitega, et loodusteadused on nende jaoks väga olulised. Neljanda väitega (*ma leian, et loodusteadused aitavad mul aru saada asjadest, mis mind ümbritsevad*) olid nõus 84% eesti ja 79% vene õppekeelega õpilastest ning 84% tüdrukutest ja 81% poistest. 59% eesti ja 63% vene õppekeelega õpilastest ning 59% tüdrukutest ja 61% poistest nõustusid väitega, et *pärast kooli lõpetamist on mul palju võimalusi rakendada loodusteadustealaseis teadmisi*.



Joonis 27. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *loodusteaduste personaalne väärtustamine* alaküsimustes



Joonis 28. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *loodusteaduste personaalne väärtustamine* alaküsimustes

Kui OECD riikides teatas keskmiselt 75% õpilastest, et loodusteadused on aidanud neil ümbritsevat mõista, siis Eestis oli nende õpilaste protsent isegi kõrgem – 82%. Pärast kooli lõppu rakendaksid loodusteaduslikke teadmisi OECD riikides keskmiselt 59% ja Eestis 60% õpilastest või täiskasvanuna OECD riikides keskmiselt 64% ning Eestis 65% õpilastest. 58% Eesti ja 57% OECD õpilastest nõustusid, et loodusteadused on neile väga tähtsad (Henno jt 2007b). Rahvusvahelises võrdluses tuleb märkida, et meie õpilaste ja rahvusvahelise OECD keskmise õpilase hinnangud selles faktortunnuse alaküsimustes oluliselt ei erine. Riigisiselt on aga olulised erinevused nii keelerühmade kui ka sugude hinnangutes.

2.4. Eesti õpilaste üldine huvi loodusteaduslike teemade vastu ja õppimise meeldivus

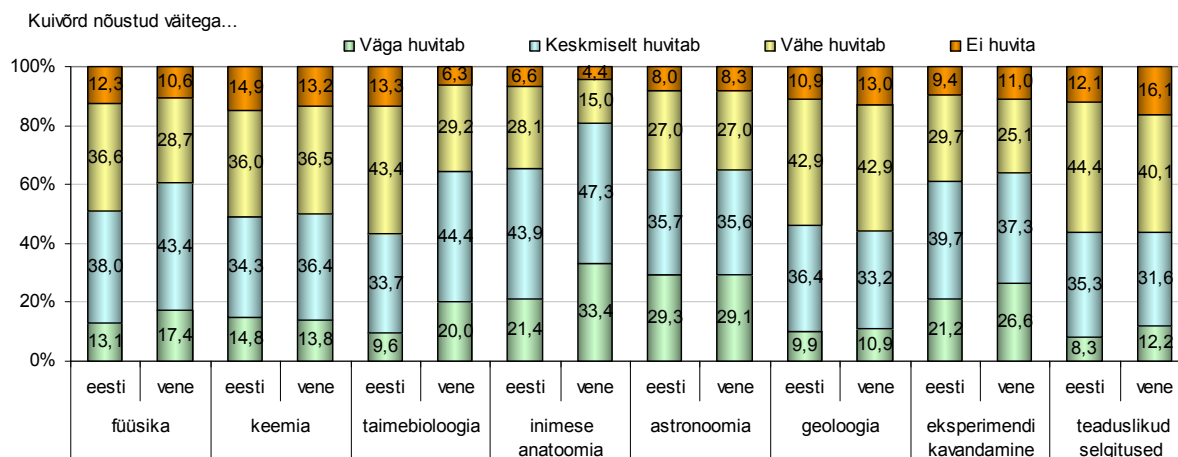
Uuringud on näidanud, et varane huvi loodusteaduste vastu on tugev elukestva loodusteaduste õppimise ja/või loodusteaduste- või tehnoloogiaalase elukutsevaliku ennustaja (OECD 2007). PISA 2006 kasutas õpilaste loodusteaduste õppimise sisemise motivatsiooni uurimiseks kolme hindamisviisi. Need on *üldine huvi loodusteaduslike ainete vastu (INTSCIE)*, *loodusteaduste õppimise meeldivus (JOYSCIE)* ning *huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu*. Viimasele koguti vastuseid testi ülesannetes.

PISA 2006 tulemused näitasid, et üldiselt meeldib õpilastele loodusteadusi õppida, näiteks teatas 63% OECD õpilastest, et nad on loodusteaduste õppimisest huvitunud ja peavad seda ka meeldivaks. Siiski tekib küsimus, kas see entusiasm kehtib kõigi loodusteaduste teemade puhul.

2.4.1 Eesti õpilaste üldine huvi loodusteaduslike ainete õppimise vastu

PISA 2006s mõõdeti õpilaste *üldist huvi loodusteaduslike ainete õppimise vastu* järgmiste küsimustega: *kuivõrd sind huvitab astronoomia, botaanika, keemia, geoloogia, inimese anatoomia ja füüsika õppimine; see, kuidas teadlased kavandavad eksperimente, ning see, mida on vaja teaduslikeks selgitusteks*.

Eesti õpilastest näitas huvi inimese anatoomia õppimise vastu 69% (OECD keskmine 68%), vähem olid Eesti õpilased huvitunud astronoomiast (64%; OECD keskmine 53%), keemiast (49%; OECD keskmine 50%), füüsikast (53%; OECD keskmine 49%) ja botaanikast (49%; OECD keskmine 47%). Viisidest, kuidas teadlased katseid kavandavad, soovis teada saada 61% õpilastest (OECD keskmine 41%). 43% õpilastest (OECD keskmine 36%) soovis teada saada, mis on nõutav teaduslikeks selgitusteks (OECD 2007).



Joonis 29. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *üldine huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu* alaküsimustes

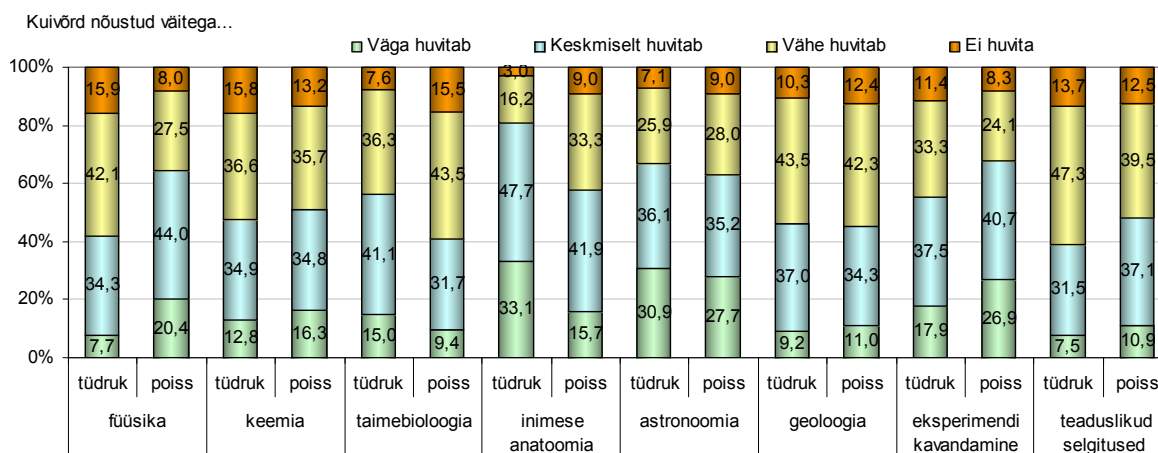
OECD keskmisena seostus indeksi *õpilaste üldine huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu* muutus ühe ühiku võrra 25punktilise soorituspunkti muutusega (sealsamas). Eestis paranes õpilaste tulemuslikkus aga 17,4 soorituspunkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Eesti positsioneerus 57 riigi järjestuses selle indeksi keskvaartusega 23. kohale (tabel 4).

Statistiliselt oluline erinevus ilmnes nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) hinnangutes indeksi *üldine huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu* analüüsimisel. Tüdrukute ja poiste huvitatuse vahel erinevust ei olnud ($p = 0,984$).

Küll ilmnemiseid erinevused eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ning tüdrukute ja poiste vastustes selle indeksi alaküsimusi analüüsid.

Jooniselt 29 on näha, et vene õppekeelega koolide õpilasi huvitab väga või keskmiselt rohkem õppida füüsikat (61%), taimebioloogiat (64%) ja eriti võrreldes eesti õppekeelega koolide õpilastega inimese anatoomiat (81%). Mõlemat keelerühma (61–64%) huvitavad *meetodid, kuidas teadlased eksperimente kavandavad; see, mida on vaja teaduslikeks selgitusteks*, huvitab 44% mõlema õppekeelega õpilastest.

Kuigi selle indeksi väärtused ei näidanud statistilist olulist erinevust sooti, nähtub jooniselt 30 oluline erinevus mõnes alaküsimuses. Poisse huvitab rohkem õppida füüsikat (65%), eksperimendi kavandamine (68%) ja teaduslikud selgitused (48%), tüdrukuid (81%) aga inimese anatoomia õppimine.



Joonis 30. Eesti tüdrukute ja poiste vastuste erinevused indeksi üldine huvi loodusteaduslike teemade õppimise vastu alaküsimustes

2.4.2. Loodusteaduste õppimise meeldivus

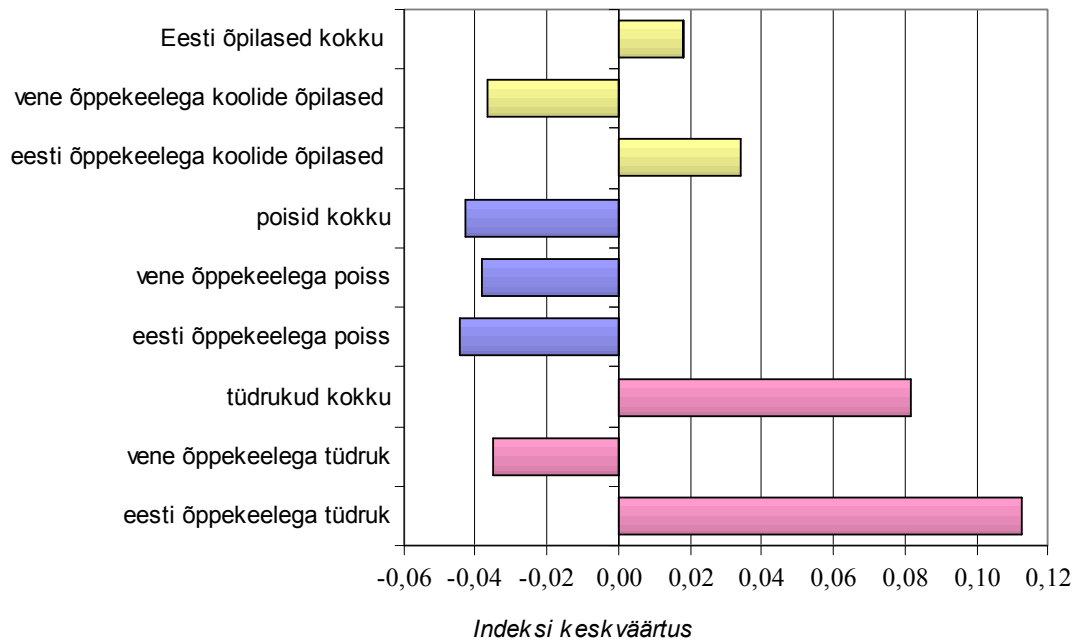
PISA 2006s mõõdeti õpilaste loodusteaduste õppimise meeldivust järgmiste küsimustega: *kuivõrd sa nõustud järgmiste väidetega: mulle meeldib tavaliselt õppida loodusteaduste teemasid; mulle meeldib loodusteaduste kohta lugeda; mulle meeldib loodusteaduslikke probleeme lahendada; mulle meeldib saada uusi teadmisi loodusteadustest; mulle meeldib loodusteadusi õppida.*

OECD keskmisena seostus loodusteaduste õppimise meeldivuse indeksi muutus ühe ühiku võrra 29,7punktilise soorituspunktide muutusega (OECD 2007). Eestis paranes õpilaste tulemuslikkus 20,2 soorituspunkti, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Eesti positsioneerus 57 riigi järjestuses selle indeksi väärtusega 33. kohale (tabel 4).

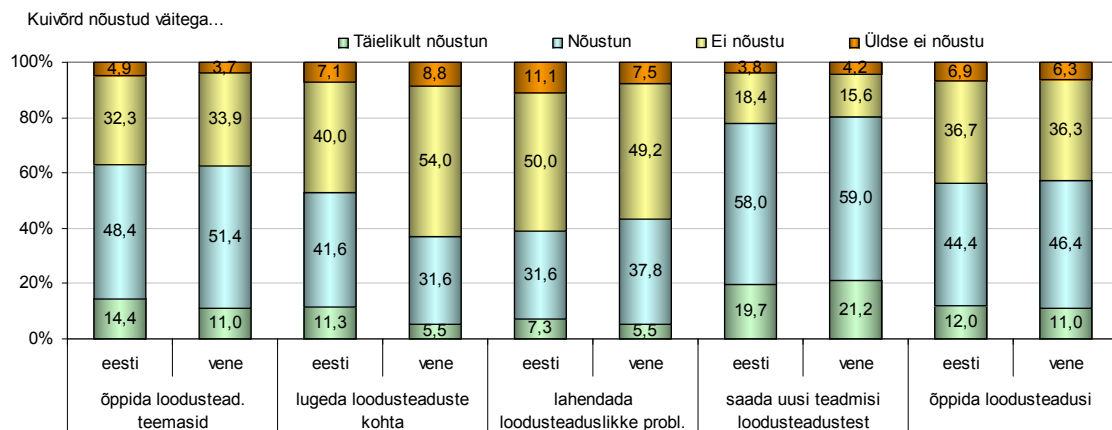
Statistiliselt oluline erinevus ilmnes nii eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) kui ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) vastustes (joonis 31).

Eesti tüdrukutele meeldib õppida loodusteadusi rohkem ja Eesti poistele vähem kui keskmisele OECD õpilasele. Eesti õppekeelega kooli õpilasele meeldib loodusteadusi õppida rohkem ja Eesti poistele vähem kui keskmisele OECD õpilasele (joonis 31). Eesti tütarlastele, olenemata õppekeelest, meeldib loodusteadusi ligi kahe kolmandiku võrra enam õppida kui Eesti poistele. Sooti on siin erinevused suuremad kui keelerühmade vahel.

Joonised 31 ja 32 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute vastuste erinevusi vastamisel loodusteaduste õppimise meeldivuse indeksi alaküsimustele. 63% eesti ja 62% vene õppekeelega õpilastest ning 60% poistest ja 65% tüdrukutest nõustusid väitega, et *mulle meeldib tavaliselt õppida loodusteaduste teemasid*. Teise väitega (*mulle meeldib loodusteaduste kohta lugeda*) nõustusid 53% eesti ja 37% vene õppekeelega õpilastest ning 46% poistest ja 52% tüdrukutest. Kolmanda väitega (*mulle meeldib loodusteaduslikke probleeme lahendada*) olid nõus 39% eesti ja 43% vene õppekeelega õpilastest ning 41% tüdrukutest ja 39% poistest. Väitega *mulle meeldib saada uusi teadmisi loodusteadustest* nõustusid 78% eesti ja 80% vene õppekeelega õpilastest ning 82% tüdrukutest ja 75% poistest. Viimase väitega *mulle meeldib õppida loodusteadusi* olid nõus ainult 56% eesti ja 57% vene õppekeelega õpilastest ning 60% tüdrukutest ja 53% poistest.



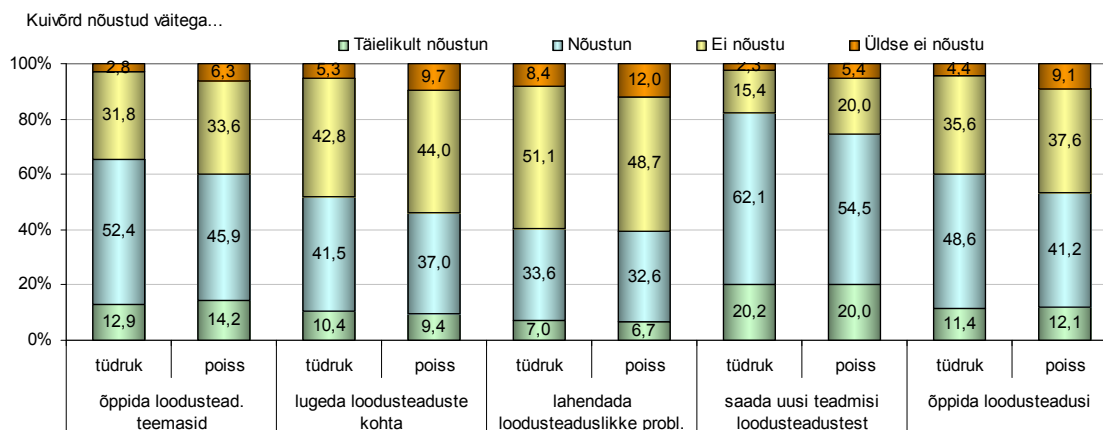
Joonis 31. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute indeksi loodusteaduste õppimise meeldivus väärtused (indeksi nullväärts võrdub OECD keskmisega)



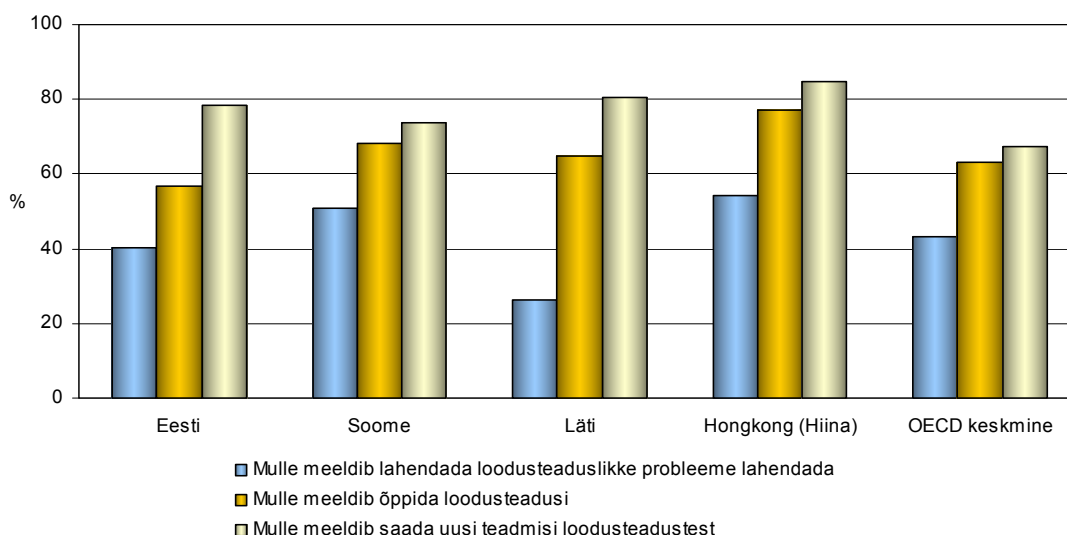
Joonis 31. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi loodusteaduste õppimise meeldivus alaküsimustes

PISA 2006st nähtus, et loodusteaduste õppimine meeldis keskmiselt 63%-le OECD ja 57%-le Eesti õpilastest. OECD riikides teatas keskmiselt 67%, Eestis aga 78% õpilastest, et loodusteadusi õppides köidab neid uute teadmiste omandamine. Keskmiselt 50%-le OECD ja Eesti õpilastest meeldis loodusteaduste kohta lugeda. Keskmiselt 43% OECD ja 40% Eesti õpilastest väitsid, et neile meeldib lahendada loodusteaduslikke probleeme.

Loodusteadusi õppisid kõige meelsamini Indoneesia, Aserbaidžaaani ja Bulgaaria õpilased. Eesti õpilastest meeldis loodusaineid veelgi vähem õppida 11 riigi, sh Poola, Austria, Hollandi, Korea, Jaapan jne õpilastel. Joonis 33 ilmestab Eesti, tema lähiriikide Läti ja Soome ning eduka Hongkongi õpilaste arvamusi osas ülaltoodud küsimustes.



Joonis 32. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *loodusteaduste õppimise meeldivus* alaküsimustes



Joonis 33. Loodusainete õppimise meeldivus (õpilaste protsent, kes nõustuvad väidetega, et neile meeldib õppida loodusteadusi, lahendada loodusteaduslikke probleeme ja saada uusi teadmisi loodusteadustest)

Kokkuvõtteks tuleb öelda, et rahvusvahelises võrdluses meeldib Eesti õpilastele loodusteadusi õppida natuke rohkem kui enamikule uuringu riikide õpilastele, aga meie õpilastele meeldib OECD keskmisest vähem lahendada loodusteaduslikke probleeme.

Kui oluline oli Eesti õpilaste jaoks olla loodusainetes edukas?

PISA 2006s paluti kõigil koolis loodusteadusi õppivatel õpilastel vastata, kui oluline on nende jaoks see, et nad saavad häid tulemusi loodusainetes, matemaatikas ja lugemises, valides vastusevariante *väga oluline*, *oluline*, *väheoluline* ja *üldse mitte oluline*. Eesti kuulus nende 25 riigi hulka, kus vähemalt 90% õpilastest väitis, et nende jaoks on oluline saada lugemises (Eestis 92%) ja matemaatikas (Eestis 93%) häid tulemusi. Võrreldes lugemise ja matemaatikaga kalduvad Eesti õpilased loodusteadustes hakkamasaamist (Eestis 82%) pidama vähem tähtsaks (OECD 2007).

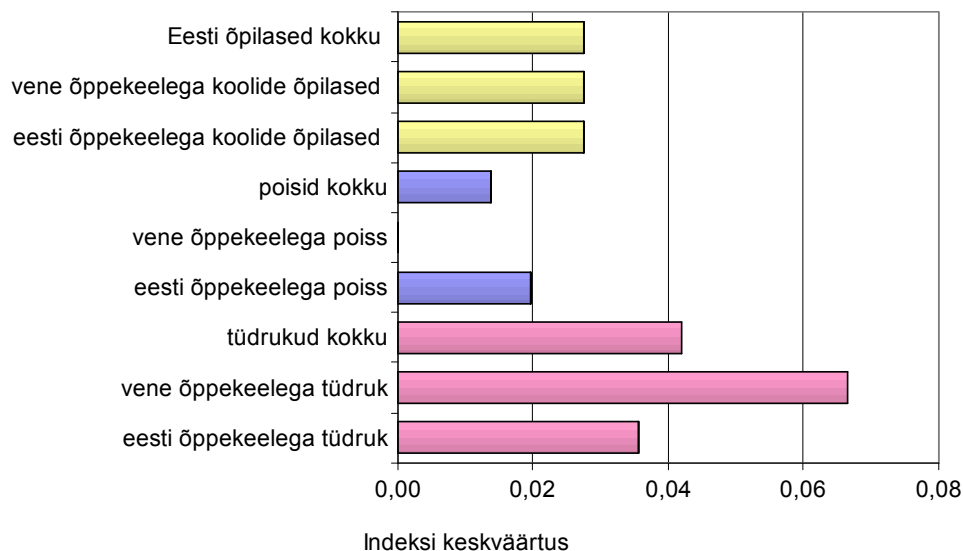
2.5. Eesti õpilaste enesetõhusus ja eneseteadvus loodusainetes

PISA 2006 mõõtis, mil määral usuvad õpilased oma võimetusse saada ülesannete lahendamise efektiivselt hakkama ja ületada raskusi (*enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel – SCIEFF*) ning kui suur on õpilaste usk oma akadeemilisse võimekusse loodusteadustes (*minapilt loodusainetes – SCSCIE*). Usk oma võimekusse eri ainetes võib kujundada õpilaste motivatsiooni, õpikäitumist ja üldisi tulevikuväljavaateid.

Nii PISA 2000, 2003 kui ka PISA 2006 tulemused näitasid, et enesetõhusus aitab pigem suurendada õpiedukust kui lihtsalt peegeldab seda. Edukad õppijad ei ole üksnes veendunud oma võimetus, vaid nad usuvad, et õppimine võib muuta asju ja aidata ületada raskusi – teisisõnu, neil on tugev usk oma võimetusse. Õpilasi, kel on vähem usku oma võimetusse õppida seda, mida nad ise tähtsaks peavad, ja saada üle raskustest, võivad tabada ebaõnnestumised mitte üksnes koolis, vaid ka edaspidises elus. Usk oma võimetusse on tähtsam kui õpilase arvamus oma tugevusest loodusainetes. Seda võib pidada pigem teatavaks enesekindluseks, mida neil on vaja spetsiifiliste õpiülesannete edukaks sooritamiseks (OECD 2007).

2.5.1. Eesti õpilaste enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel

PISA 2006 uuris õpilaste *enesetõhusust loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* järgmiste hoiakuliste küsimustega: *kui lihtne on sul: tunda terviseetemas ajaleheartiklis peituvat loodusteaduslikku probleemi; selgitada, miks toimuvad maavärinad mõnes piirkonnas sagedamini kui teistes; kirjeldada antibiootikumide osa haiguse ravis; sõnastada prügi ladestamisega seonduv loodusteaduslik probleem; ennustada, kuidas mõjutavad keskkonnamuutused teatud liikide säilimist; tõlgendada toiduainete pakendite siltidel leiduvat teaduslikku infot; arutleda selle üle, kuidas uued teaduslikud tõendusmaterjalid võivad panna meid muutma oma arvamust elu võimalikkuse kohta Marsil; tunda kahest happevihmade tekke kohta antavast selgitusest parem.*



Joonis 34. Eesti ja vene õppekeelega koolide poiste ning tüdrukute indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* väärtused (indeksi nullväärtus võrdub OECD keskmisega)

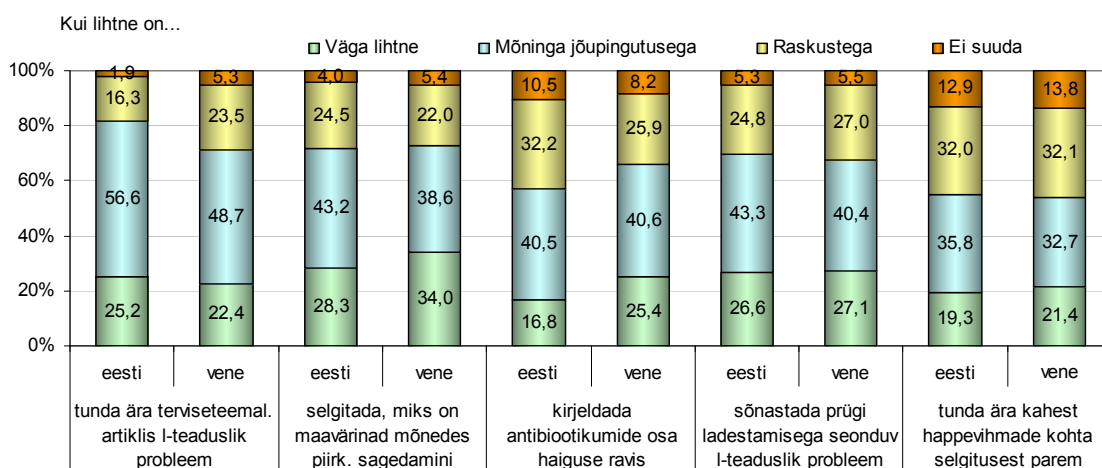
Eesti jäi 57 riigi järjestuses selle indeksi väärtusega 29. kohale (tabel 4).

Kõigis osalenud riikides näitas õpilaste usk oma võimekusse loodusainetes positiivset seost sooritusega loodusteadustes. Kui enamikus riikides tähistas indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* suurenemine ühe ühiku võrra soorituspunktide muutust vähemalt 38 punkti ulatuses

(OECD 2007), siis Eesti kuulus nende riikide hulka, kus seos suurema enesetõhususe ja parema soorituse vahel oli tugev, vastates soorituse erinevusele vähemalt 42 soorituspunkti ulatuses, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Ometi ei kuulunud Eesti nende riikide hulka, kus seos suurema enesetõhususe ja parema soorituse vahel oli iseäranis tugev. Eesti asus selle seose tugevusega 9. kohal ning meie ette rivistusid Uus-Meremaa (53 punkti), Suurbritannia (53 p) Austraalia (44 p) jt.

Statistiliselt olulist erinevust ei ilmnenud eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste üldhinnangutes ($p = 0,997$). Küll oli aga statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,024$) tüdrukute ja poiste *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* (joonis 43, lisa 3).

Nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilastel oli OECD keskmisest suurem *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel*. Kui keeliti enesetõhususes erinevusi ei olnud, siis sooti ilmnedid need küll. Eesti tüdrukute enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel on väheke suurem kui poistel.

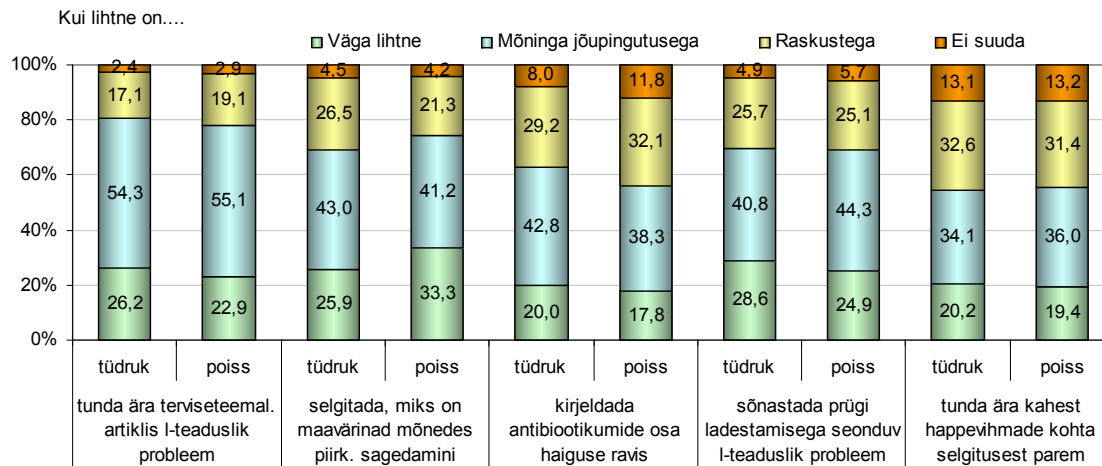


Joonis 35. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* alaküsimustes

Joonis 35 kirjeldab eesti ja vene õppekeelega õpilaste vastuste erinevusi indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* alaküsimustele vastamisel. Keelerühmade vahel ilmnedid olulised erinevused kahes küsimuses. 82% eesti ja 71% vene õppekeelega õpilastest nõustusid väitega, et neil on lihtne *tunda terviseetemalises ajaleheartiklis peituvat loodusteaduslikku probleemi*, ning 57% eesti ja 68% vene õppekeelega õpilastest väitsid, et neil on lihtne *kirjeldada antibiootikumide osa haiguse ravis*.

Joonis 36 annab ülevaate poiste ja tüdrukute vastuste erinevustest indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* küsimustele vastamisel. 69% tüdrukutest ja 75% poistest väitsid, et neil on lihtne *selgitada, miks toimuvad maavärinad mõnes piirkonnas sagedamini kui teistes*. 63% tüdrukutest ja 56% poistest väitsid, et neil on lihtne *kirjeldada antibiootikumide osa haiguse ravis*. 59% tüdrukutest ja 55% poistest väitsid, et neil on lihtne *ennustada, kuidas mõjutavad keskkonnamuutused teatud liikide säilimist*.

Eesti õpilaste usk oma võimetusse loodusteaduste õppijana rahvusvahelises võrdluses varieerus sõltuvalt ülesandest. Näiteks oleksid keskmiselt 71% Eesti ja 76% OECD riikide õpilastest võimelised selgitama, miks tekivad maavärinad teatud piirkonnas sagedamini kui teistes. Keskmiselt 57% Eesti ja 64% OECD riikide õpilastest võiksid ennustada, kuidas mõjutavad keskkonnamuutused teatud liikide säilimist. Keskmiselt 45% Eesti ja 51% OECD riikide õpilastest oleksid enda hinnangul võimelised arutlema, kuidas võivad uued tõendusmaterjalid muuta arusaamist elu võimalikkusest Marsil jne.



Joonis 36. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel* alaküsimustes

2.5.2. Eesti õpilaste minapilt loodusainetes

Eneseteadvus ehk minapilt mõõdab õpilase üldist usku oma akadeemilisse võimekusse. Õpilaste minapilt tugineb nende arvamusel, kuidas nad positsioneeruvad kaasõpilaste suhtes ning milline on nende edukus erinevates õppeainetes (Marsh, Byrne, Shavelson 1988). Positiivset minapilti saab vaadelda kui koolihariduse soovitud tulemuslikkust (Branden 1994). Loodusteaduslikud saavutused ja eneseusk on teadusliku kirjaoskuse võtmekomponendid. Minapilt näitab õpilaste tõekspidamiste tegelikku taset nende akadeemilise võimekuse kohta.

Selgitamaks õpilaste minapilti loodusainetes / usku oma akadeemilisse võimekusse, esitati õpilastele 6 väidet: *mina võiksin õppida ka keerukama tasemega loodusaineid; oskan loodusainetes tavaliselt hästi vastata nii suuliselt kui ka kirjalikult; saan kiiresti loodusained selgeks; loodusained on minu jaoks lihtsad; loodusainete tunnis saan ma mõistetest väga hästi aru; ma saan kergesti aru uutest ideedest loodusainete vallas.* Valikuvariandid, mille vahel pidid õpilased nende väidete puhul valima, olid järgmised: *täiesti nõustun, nõustun, ei nõustu, üldse ei nõustu.*

Kui OECD keskmisena seostus eneseteadvuse indeksi muutus ühe ühiku võrra 27punktilise soorituspunktide muutusega (OECD 2007), siis Eestis paranes õpilaste tulemus 28 punkti ulatuses, kui indeks suurenes ühe ühiku võrra. Kuigi eesti õpilaste keskmine tulemuslikkus loodusainete üldskaalal oli kõrge, ei kuulunud Eesti nende riikide hulka, kus seos suurema eneseteadvuse ja parema soorituse vahel oli iseäranis tugev. Näiteks vastas edukates riikides (nagu Austraalias, Soomes, Uus-Meremaal) see seos soorituse erinevusele vähemalt 43–41 punkti ulatuses. Eesti oli selle seose väärtusega 14. kohal.

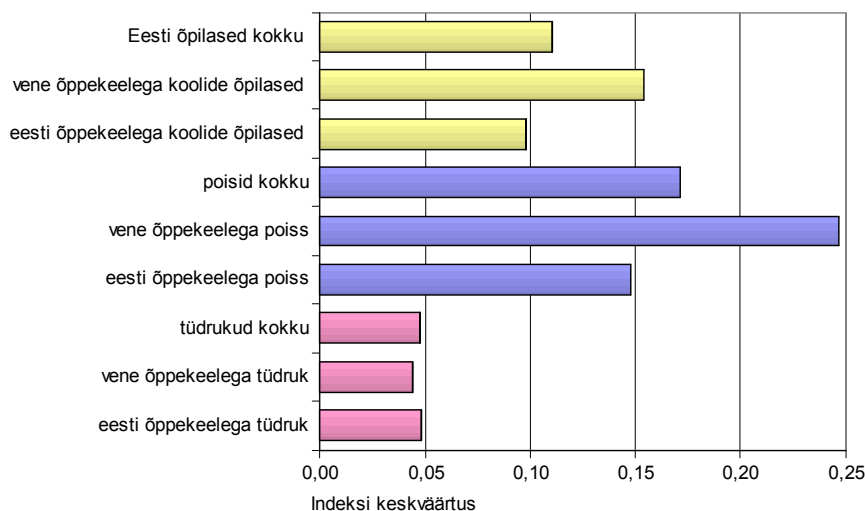
Eesti asus 57 riigi järjestuses selle indeksi keskväärtusega 29. kohal (tabel 4).

Statistiliselt oluline erinevus ilmnes nii eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste ($p = 0,000$) kui ka tüdrukute ja poiste ($p = 0,000$) eneseteadvuse hinnangutes (joonis 37, lisa 3).

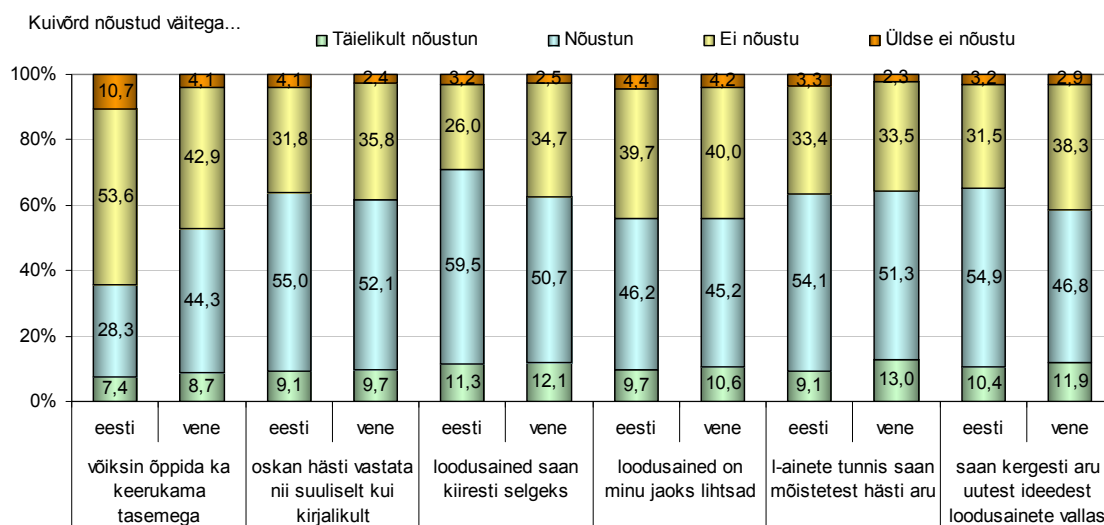
Eesti õpilastel on eneseusk oma akadeemilisse võimekusse suurem kui keskmisel OECD õpilasel. Eestis on vene õppekeelega õpilase eneseusk ligi kolmandiku võrra suurem kui eesti õppekeelega kooli õpilase eneseusk. Võib väita, et poiste eneseusk on kolm korda suurem kui tüdrukutel ja eriti suur on see vene noormehel (joonis 37). Vene õppekeelega koolide õpilastel on suurem usk oma akadeemilisse võimekusse.

Joonised 38 ja 39 kirjeldavad eesti ja vene õppekeelega õpilaste ning poiste ja tüdrukute hinnangute erinevusi vastamisel indeksi *minapilt loodusainetes* alaküsimustele. 36% eesti ja 53% vene õppekeelega õpilastest ning 44% poistest ja 35% tüdrukutest nõustusid väitega, et *ma võiksin õppida ka keerukama tasemega loodusaineid.* Teises väites leidsid 63% eesti ja 60% vene õppekeelega õpilastest, et nad *oskavad loodusainetes tavaliselt hästi vastata nii suuliselt kui ka kirjalikult.* Sooti olid siin erisused väikesed. Kolmanda väitega (*loodusained saan kiiresti selgeks*) nõustusid 71% eesti ja 63% vene õppekeelega

õpilastest ning 66% tüdrukutest ja 72% poistest. Neljanda väitega (*loodusained on minu jaoks lihtsad*) olid nõus 66% mõlema keelerühma õpilastest ning 52% tüdrukutest ja 60% poistest. 63% eesti ja 64% vene õppekeelega õpilastest ning 60% tüdrukutest ja 67% poistest nõustusid väitega, et *loodusainete tunnis saan ma mõistetest väga hästi aru*, ning 65% eesti ja 59% vene õppekeelega õpilastest ning 61% tüdrukutest ja 67% poistest, et *saan kergesti aru uutest ideedest loodusainete vallas*.



Joonis 37. Eesti ja vene õppekeeleaga koolide poiste ning tüdrukute indeksi *minapilt loodusainetes* väärtused (indeksi nullväärtus võrdub OECD keskmisega)

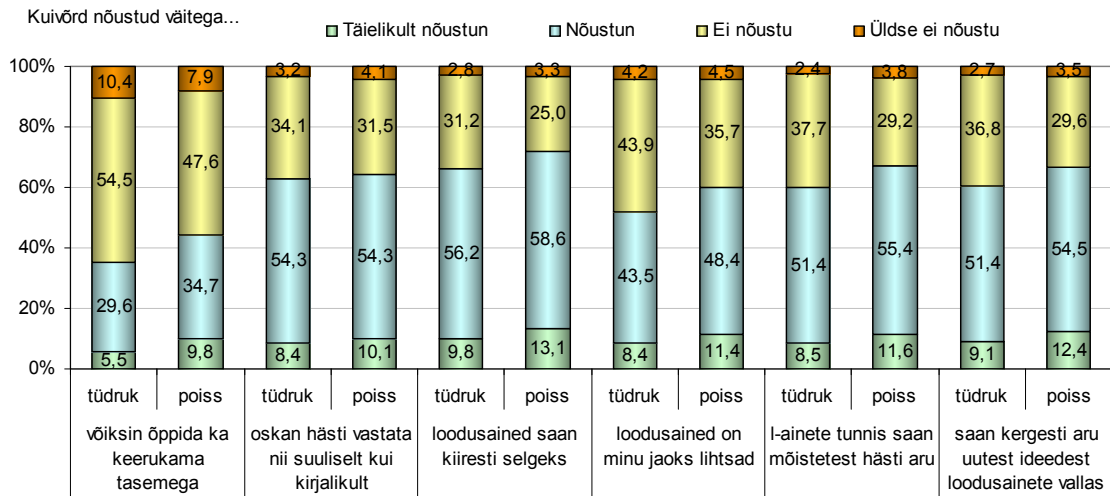


Joonis 38. Eesti ja vene õppekeeleaga koolide õpilaste vastuste erinevused indeksi *minapilt loodusainetes* alaküsimustes

Akadeemilise võimekuse hindamisel ilmnes, et poisslapsed ja just vene õppekeeleaga noormehed arvavad, et nad võiksid õppida ka keerukamaid loodusteaduslikke ülesandeid. Eesti õppekeeleaga õpilased ja ka poisid väidavad enam, et saavad loodusained kiiresti selgeks. Loodusained tunduvad lihtsamad poistele ja nemad saavad kergemini aru ka uutest ideedest loodusainete vallas.

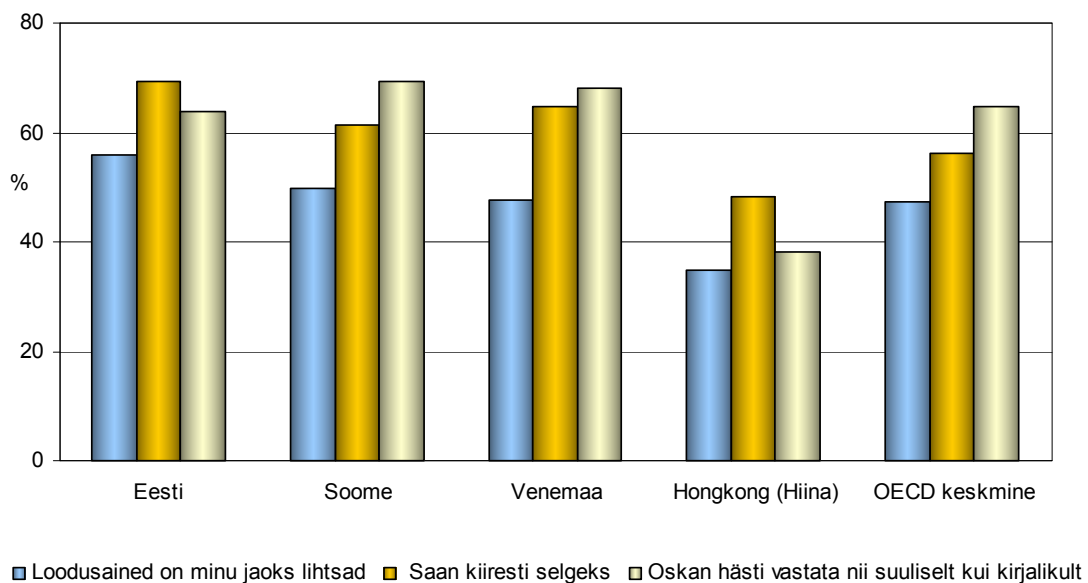
Rahvusvahelises võrdluses ilmnes, et 64% Eesti õpilastest väitsid (OECD riikide keskmine 65%), et harilikult oskavad nad koolis hästi vastata loodusainete kontrolltööde küsimustele, ning 56% (OECD

riikides keskmine 47%), et kooli loodusainete teemad on nende arvates lihtsad. Joonisel 40 on Eesti õpilaste vastuseid võrreldud Soome, Venemaa, Hongkongi ja OECD keskmise õpilase vastustega.



Joonis 39. Eesti poiste ja tüdrukute vastuste erinevused indeksi *minapilt loodusainetes* alaküsimustes

Rahvusvahelises aruandes oli öeldud, et kõige lihtsamad tunduvad loodusained Tai ja Jordaania ning kõige raskemad Jaapani, Korea, Taiwani, Hollandi, Leedu ja Ungari õpilastele. Eesti õpilased on tagantpoolt 11. kohal. Kõige kiiremini said loodusained selgeks Colombia, Tai ja Jordaania õpilased. Eesti õpilastest said loodusaineid aeglasemalt selgeks 11 riigi (Jaapani, Korea, Taiwani, Hollandi, Ungari, Leedu jne) õpilased. Ilmnes, et loodusained olid lihtsamad just nende riikide õpilastele, kus keskmised soorituspunktid jäid madalaks (Henno 2008b).



Joonis 40. Õpilaste usk oma akadeemilisse võimekusse (õpilaste protsent, kes nõustuvad väidetega, et loodusained on neile lihtsad, nad saavad need kiiresti selgeks ja oskavad hästi vastata)

2.6. Üldistused Eesti 15aastaste õpilaste huvi ja motiveerituse kohta õppida loodusteadusi

Motivatsioon ja pühendumus on tähtsad õppimist innustavad tegurid. Huvi aine vastu ja selle meeldivus mõjutavad nii pühendumise taset kui ka õpitu mõistmise sügavust. Väline motivatsioon tähendab, et õpilased on õppimisest huvitatud, kuna nad mõistavad, et loodusteadused on neile vajalikud kas tulevaste õpingute või elukutsevaliku seisukohalt.

Rahvusvahelises võrdluses olid Eesti õpilased huvitatud loodusteaduste õppimisest, kuid ainult väike osa neist nägi endale tulevikus rakendust. Eesti tüdrukute ja poiste **instrumentaalne huvi õppida loodusteadusi** on sarnane. Küll on aga eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste võrdluses suurema instrumentaalse huviga vene koolide õpilased ja eriti vene noormees. Kuigi eesti õppekeelega õpilased kalduvad enam arvama, et loodusainete õppimine tasub end ära, sest need teadmised parandavad kutsealaseid väljavaateid, leiavad nad samas, et neil ei lähe loodusainetes õpitud edaspidistes õpingutes vaja. Vene õppekeelega koolide õpilased on rohkem veendunud, et loodusainete tundides õpitu aitab neil tulevikus tööd leida. Rahvusvahelises võrdluses tajusid Eesti õpilased küll enam, et loodusteadused on neile vajalikud ning kasuks elukutsevalikus ja tulevases töös, kuid arvasid vähem, et loodusainetes õpitu aitab tulevikus tööd leida. Eesti puhul kerkis negatiivsena esile veel see, et seos suurema huvitatuse ja parema soorituse vahel oli äärmiselt nõrk, ning selle seose tugevuses jäime alles 43. kohale.

Võrreldes Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste **tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi** ilmnes, et eesti õppekeelega koolide õpilaste tulevikku suunatud huvi õppida loodusteadusi on märksa väiksem kui vene õppekeelega koolide õpilaste oma. 83% eesti ja 60% vene õppekeelega õpilastest väitsid, et nad ei soovi pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida. Ainult 10% eesti ja 27% vene õppekeelega õpilastest soovisid teha tulevikus teadustööd. Eesti õppekeelega õpilased nõustuvad ligi kolmandiku võrra vähem, et *nad tahaksin töötada loodusteadustega seotud ametis*. Sooti on erinevused väiksemad kui keelerühmade vahel, kuid siingi paistab silma poiste väiksem huvi võrreldes tüdrukutega. Rahvusvahelises võrdluses ilmnes, et Eesti õpilaste tulevikule suunatud huvi on väiksem. Keskmiselt ligi kolmandiku võrra vähem nõustusid Eesti õpilased, et nad sooviksid pärast gümnaasiumi loodusteadusi õppida, tahaksid töötada loodusteadustega seotud ametites ja tippteaduses.

Eesti riigi ees seisavad suured ülesanded, kuidas suurendada noorte huvi jätkata loodusteaduslikke õpinguid ka pärast gümnaasiumi ning kujundada huvi teadustegevuse vastu.

Rahvusvaheline võrdlus toob esile tõsiasja, et Eesti koolides ja eriti eesti õppekeelega koolide loodusteaduste ainetundides pööratakse vähe tähelepanu loodusteadustealastele kutsealadele tööturul ja loodusteaduste propageerimisele. Eesti õpilane on palju vähem informeeritud loodusteadustealastest karjäärivalikutest kui enamik teiste riikide õpilasi ning see on üks põhjuseid, miks noored ei oska ega taha oma tulevikku seostada loodusteaduslike erialadega. Eesti õppekeelega koolide **õpilaste informeeritus loodusteadustealastest karjäärist** on märksa väiksem kui vene õppekeelega koolide õpilaste oma. 56% vene ja ainult 31% eesti õppekeelega 15aastastest õpilastest väitsid, et nad on informeeritud tööturul olevatest loodusteadustealastest kutsealadest. Eesti õppekeelega õpilased nõustusid või teadsid vähem, kust saada kutsealast infot, sh tööandjatest ja ettevõtetest, või mis samme astuda, kui tahta omandada loodusteaduslikku kutseala. Eesti tüdrukute väitel on nad vähem informeeritud kui poisid.

Mis puutub **õpilaste ettevalmistusse koolis loodusteadustega seotud karjääriks**, siis väidavad Eesti õpilased, et kool valmistab neid loodusteadustega seotud karjääriks ette palju paremini, kui seda väidab OECD keskmine õpilane. Samas arvavad vene õppekeelega koolide õpilased ja tüdrukud võrreldes eesti õppekeelega koolide õpilastega ja noormeestega rohkem, et kool valmistab neid paremini ette loodusteadustega seotud karjääriks. Nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilased on aga ühisarvamusel, et nende koolides pakutav valmistab neid ette loodusteadustega seotud karjääriks tulevikus.

Tähtis on saada ülevaade, mil määral väärtustavad õpilased teaduse ja tehnoloogia osa loodusliku ja tehismailma mõistmises ning looduslike, tehniliste ja sotsiaalsete elutingimuste parandamises üldiselt. Kui õpilased peavad loodusteadusi üldiselt tähtsaks, siis kas seda võib tõlgendada ka loodusteaduste väärtustamisena isiklikul tasandil.

Loodusteaduste üldise väärtustamise hindamisel selgus, et Eesti õpilased väärtustavad loodusteadusi kõrgemalt kui keskmine OECD õpilane. Riigisiselt väärtustavad aga eesti õppekeelega koolide õpilased loodusteadusi märksa kõrgemalt kui vene õppekeelega koolide õpilased. Poisid väärtustavad

loodusteadusi ligi kolmandiku võrra enam kui tüdrukud. Vene õppekeelega koolide õpilased arvavad vähem, et loodusteadused on ühiskonnale kasulikud ning teaduse ja tehnoloogia edusammud toovad endaga kaasa sotsiaalseid hüvesid ehk aitavad majandust edendada. Viimase küsimusega nõustusid Eesti õpilased vähem kui keskmine õpilane rahvusvaheliselt. Väga suur kontrast ilmnis rahvusvahelises võrdluses väites, et teaduse ja tehnoloogia edusammud aitavad inimeste elutingimusi parandada. Kui keskmisena nõustus sellega 92% OECD õpilastest, siis Eestis vaid 74% õpilastest. See tähendab, et märkimisväärne osa Eesti õpilastest eristab loodusteaduste panust tehnilisse mõistmisse ja tootlikkusse, kuid samal ajal ei tähtsusta või ei mõista loodusteaduste rolli majanduslikus või sotsiaalses arengus.

Loodusteaduste personaalse väärtustamise tasandil väärtustavad eesti õppekeelega koolide õpilased loodusteadusi rohkem kui vene õppekeelega koolide õpilased. Eesti tüdrukud väärtustavad personaalselt loodusteadusi enam kui poisid. Kuigi eesti õppekeelega koolide õpilased olid vägagi veendunud, et loodusteadused on tähtsad, ei seosta nad seda väärtustamist eriti oma isikliku elu ja käitumisega. Vene õppekeelega koolide õpilased seostavad oma tulevikku loodusteadustega rohkem. Näiteks tähtsustasid eesti õppekeelega koolide õpilased ligi neljandiku võrra enam loodusteaduslikke teadmisi ja leidsid, et täiskasvanuna kasutavad nad loodusteadusi. Loodusteadusi pidas enda jaoks väga oluliseks 56% eesti ja 66% vene õppekeelega koolide õpilastest. Eesti õpilased väärtustavad loodusteadusi isiklikul tasandil kõrgemalt kui keskmine OECD õpilane.

Et mõõta õpilaste **üldist huvi loodusteaduslike ainete vastu**, uuriti, kuivõrd on nad huvitatud astroloogia, botaanika, keemia, geoloogia, inimese anatoomia ja füüsika õppimisest ning eksperimentidest ja teaduslikest selgitustest. Eesti õpilase üldine huvi loodusteaduslike ainete vastu oli suurem kui OECD keskmisel õpilasel. Eesti õpilased näitasid OECD keskmisest suuremat huvi kõigi valdkondade vastu, välja arvatud keemia. Riigisiselt tundsid õpilased kõige rohkem huvi inimese anatoomia õppimise vastu. Eesti tüdrukute ja poiste huvitatuse vahel erinevust ei olnud. Küll ilmnisid erinevused eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vahel. Vene õppekeelega koolide õpilasi huvitab väga või keskmiselt rohkem õppida füüsikat ja taimebioloogiat ning võrreldes eesti õppekeelega koolide õpilastega eriti rohkem inimese anatoomiat.

PISA tulemused näitavad ka **loodusteaduste õppimise meeldivuse olulisust**, sest see seostub parema sooritusega loodusteadustes. Võrreldes keskmise OECD õpilasega meeldib Eesti tüdrukutele õppida loodusteadusi OECD keskmisest rohkem ja poistele vähem. Eesti õppekeelega kooli õpilasele meeldib loodusteadusi õppida enam ja vene õppekeelega koolide õpilastele vähem kui OECD keskmisele õpilasele. Eesti tütarlastele meeldib õppida loodusteadusi ligi kahe kolmandiku võrra rohkem kui Eesti poistele. Sooti ilmnevad siin suuremad erinevused kui keelerühmade vahel. Eesti tüdrukutele meeldib enam õppida loodusteadusi ja nende teemasid, lugeda loodusteaduste kohta, lahendada loodusteaduslikke probleeme, saada uusi teadmisi loodusteaduste kohta. Rahvusvahelises võrdluses meeldib aga Eesti õpilastele õppida loodusteadusi natuke enam kui enamikule uuringu riikide õpilastele, kuid meie õpilastele meeldis OECD keskmisest vähem lahendada loodusteaduslikke probleeme.

PISA 2006 uuring mõttis sedagi, mil määral usuvad õpilased oma võimetesse saada efektiivselt hakkama ülesannete lahendamise ja kui suur on õpilaste usk oma akadeemilisse võimekusse. Nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilastel oli OECD keskmisest suurem **enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel**. Kui keeliti enesetõhususes erinevusi ei olnud, siis sooti ilmnisid need küll. Eesti tüdrukute enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel on väheke suurem kui poistel. Eesti õpilaste usk oma võimetesse loodusteaduste õppijana nii rahvusvahelises kui ka Eesti-siseses võrdluses varieerus sõltuvalt ülesandest.

Õpilase minapilt loodusainetes mõõdab nende üldist usku oma akadeemilisse võimekusse. Loodusteaduslikud saavutused ja eneseusk on loodusteadusliku kirjaoskuse võtmekomponendid. Eneseteadvus näitab õpilaste tõekspidamiste tegelikku taset nende akadeemiliste võimete kohta. Eesti õpilaste eneseusk oma akadeemilisse võimekusse on suurem kui keskmisel OECD õpilasel. Riigisiselt on vene õppekeelega õpilase usk oma akadeemilisse võimekusse ligi kolmandiku võrra suurem kui eesti õppekeelega kooli õpilase oma. Eesti poiste eneseusk on palju suurem kui tüdrukutel ja eriti suur on see vene noormehel. Enesetõhusust hinnates ilmnis, et Eesti poisilapsed ja just vene õppekeelega noormehed arvavad, et nad võiksid õppida ka keerukamaid loodusteadusliku tasemega ülesandeid. Eesti õppekeelega õpilased ja poisid väidavad rohkem, et saavad loodusained kiiresti selgeks. Loodusained tunduvad poistele lihtsamad, nemad saavad kergemini aru ka uutest ideedest loodusainete vallas ja mõistetest loodusainete tundides.

Kokkuvõte

PISA 2006 uuring osutus Eesti õpilastele edukaks, kuid tõstatas samal ajal ka küsitavusi.

1. Kuigi riikide võrdluses paigutus Eesti loodusteaduste valdkonna saavutustasemetega skaalal teisele kohale, sest enamik meie õpilastest on saavutanud baasoskuste taseme, oli kõrgemal saavutustasemetel (5. ja 6. tase) olevate õpilaste protsendiline osakaal võrreldes teiste edukate riikidega märksa väiksem.
2. Kuigi rahvusvahelises võrdluses olid eesti õppekeelega koolide õpilased võrreldes vene õppekeelega koolide õpilastega edukamad kõigis põhilistes hindamisvaldkondades (*loodusteadused, matemaatika ja lugemine*) ning loodusteaduste alaoskuste hindamisvaldkondades (*nähtuste teaduslik selgitamine, loodusteaduslike küsimuste äratundmine*) ja loodusteadusliku *tõendusmaterjali kasutamises*, olid vene õppekeelega koolide õpilased edukamad valdkondades *huvitumine loodusteaduste õppimisest ja loodusteadusliku meetodi rakendamise toetamine*.
3. Kuigi eesti õpilaste keskmine tulemuslikkus oli väga hea (5. koht), olid meie õpilaste soorituspunktid kõigi loodusteaduste hindamiskaalade võrdluses üsna madalad valdkondades *loodusteaduslike küsimuste äratundmine ja teadmised loodusteaduste kohta*.
4. Kui nähtuste teaduslikus selgitamises saavutas 15,8% Eesti õpilastest selle skaala kõrgeima taseme, siis *loodusteaduslike küsimuste äratundmises* kõigest 5,8% õpilastest.
5. Kuigi Eesti poiste ja tüdrukute soorituste vahel ei olnud statistiliselt olulist erinevust loodusteaduste kombineeritud üldskaalal, olid tüdrukud paremad valdkondades *teadmised loodusteaduste kohta, elussüsteemid ja loodusteaduslike küsimuste äratundmine* ning poisid valdkondades *Maa ja universumi süsteemid ja füüsikalised süsteemid*.
6. Eesti õpilased ning eriti just eesti õppekeelega õpilased väärtustasid üldiselt ja personaalselt loodusteadusi kõrgelt ning rahvusvahelises võrdluses olid Eesti õpilased huvitatud loodusteaduste õppimisest, ometi ei seosta nad seda väärtustamist oma isikliku elu ja käitumisega ning ainult väike osa nägi endale tulevikus rakendust loodusteadustes.
7. Kuigi Eesti õpilaste keskmine tulemuslikkus oli kõrge, oli nende tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi märksa väiksem kui OECD keskmisel õpilasel ning eriti väike oli see eesti õppekeelega koolide õpilastel ja poistel.
8. Eesti õpilaste väitel valmistab kool neid paremini ette loodusteadustega seotud karjäärriks, kui seda arvas rahvusvaheline keskmine õpilane. Siiski oli Eesti õpilaste informeeritus loodusteadustealasest karjäärriks kehvem kui OECD keskmisel õpilasel.
9. Kuigi Eesti õpilaste enesetõhusus oli kõrgem kui keskmisel OECD õpilasel, oli vene õppekeelega poiste eneseusk oma akadeemilisse võimekusse veelgi veenvam. Kui rahvusvahelise keskmisega võrreldes meeldis Eesti õpilastele loodusteadusi õppida rohkem, siis tegelikult meeldis Eesti tüdrukutele õppida loodusteadusi rahvusvahelisest keskmisest palju enam ja poistele palju vähem.

PISA 2006 defineeris loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse mõiste, mis koosneb neljast alavaldkonnast. PISA2006eesmärkidepõhjaltähendabloodusteaduslikkirjaoskus*loodusteaduslikketeadmisi ja nende teadmiste rakendamist küsimuste esitamiseks, uute teadmiste saamiseks, loodusteaduslike nähtuste selgitamiseks ja loodusteadustega seotud küsimuste puhul tõendusmaterjali põhjal järelduste tegemiseks; arusaamist loodusteaduste kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest; arusaamist sellest, kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurikeskkonda; valmisolekut tegelda loodusteaduslike küsimuste ja probleemidega kui kriitiliselt mõtlev inimene* (OECD 2004).

Eesti õpilased olid edukad selle definitsiooni esimeses rõhuasetuses. Meie õpilastel olid head loodusteaduslikud teadmised ja oskused neid rakendada. Samas jäi nõrgaks Eesti õpilaste oskus esitada loodusteaduslike küsimusi, samuti arusaamine loodusteadusliku uurimise tunnustest. Neile probleemidele tuleks hakata koolides rohkem tähelepanu pöörama ja mõningaid tegevusi, nagu tööd võimekate õpilastega, saab kohe ellu rakendada.

Aineõpetusespeakspraegusest rohkem kujundatama õpilaste arusaamist sellest, kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurikeskkonda, ning selgitatama õpilastele teaduse ja tehnoloogia rolli meie igapäevaelus, ja seda, kuidas loodusteadused ning tehnoloogia aitavad kaasa inimeste elutingimuste parandamisele ja majanduse edendamisele.

Analüüsida tuleks põhjust, miks näitasid Eesti õpilased OECD keskmisest suuremat huvi kõigi nende valdkondade vastu, välja arvatud keemia.

Välja tuleks selgitada põhjus, miks meeldis Eesti poistele õppida loodusteadusi rahvusvahelisest keskmisest märksa vähem ja tüdrukutele palju rohkem, kuigi just poiste usk oma akadeemilisse võimekusse loodusteadustes on suurem.

Nagu uuringust ilmnes, nõustusid Eesti õpilased küll sellega, et loodusteadused on kasulikud edaspidisteks õpinguteks, kuid vähesed nägid end tulevikus loodusteadustega ja tippteadusega tegelemas. Eesti riigi ees seisab tõsine ülesanne suurendada noorte huvitatust jätkata loodusteaduslikke õpinguid ka pärast gümnaasiumi ning kujundada huvi teadustegevuse vastu. Õpilaste huvi ja motivatsiooni kujunemine algab algkoolist ning jätkub põhikoolis. Riigi tulevikku arvestades tuleb suurendada õpilaste huvi ja motivatsiooni õppida loodusteadusi ning kasvatada tahet siduda oma tulevik loodusteaduslike erialadega.

Eesti koolides ja eriti eesti õppekeelega koolide loodusteaduste ainetundides tuleks rohkem tähelepanu pöörata tööturul olevatele loodusteadustealastele kutsealadele ning propageerida loodusteadusi.

Rahvusvahelisest võrdlusuuringust PISA 2006 oli loodusainete õpetajal ja Eesti haridusüldsusel palju õppida. Nüüd, kui vastu on võetud uus põhikooli riiklik õppekava, on loodud kõik eeldused selleks, et PISA õppetunnist õpitut oleks nii sisulisel kui ka rakenduslikul tasandil võimalik edukalt ellu rakendada. Kõige tähtsam on aga endiselt kõigi Eesti õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine ja motiveerimine ning õpilastele loodusteadustega seotud elukutsete tähtsustamine ja nende tutvustamine.

Kasutatud allikad

- Branden, N. (1994). Six pillars of self-esteem. Bantam, New York.
- Eccles, J. S., Wigfield, A. (1995). In the mind of the achiever: The structure of adolescents' academic achievement related beliefs and self-perceptions. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 215–225.
- Henno, I. (2008a). Eesti õpilaste tulemustest PISA 2006 loodusteaduste valdkonnas. *LoTe*, nr 1, 7–12.
- Henno, I. (2008b). Eesti õpilaste huvi loodusteaduste vastu PISA 2006 rahvusvahelises võrdluses. *LoTe*, nr 2, 10–14.
- Henno, I. (2008c). Kokkuvõte uuringust PISA 2006. Rmt *Ülevaade haridussüsteemi välishindamisest 2007/2008. õppeaastal* (lk 91–96). Tartu: Haridus- ja Teadusministeerium.
- Henno, I. (2009). Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste keskkonnateadlikkus ning keskkonnavalused hoiakud PISA 2006-s. Rmt *Keskonnõpetab*, 32–41. Tartu: Tartu Keskkonnahariduse Keskus.
- Henno, I., Lepmann, T., Reiska, P., Ehala, M. (2007a). *PISA 2006 Eesti tulemused*. Aadressil <http://www.hm.ee/index.php?popup=download&id=6756>, 24.10.2010.
- Henno, I., Lepmann, T., Reiska, P., Ehala, M. (2007b). *Kokkuvõte PISA tulemustest*. Aadressil <http://www.hm.ee/index.php?popup=download&id=6868>, 24.10.2010.
- Henno, I., Reiska, P. (2007). Exploring teaching approaches in Estonian science lessons based on TIMSS? In J. Holbrook, M. Rannikmäe (eds.), *Europe needs more scientists – The role of Eastern and Central European science educators* (pp. 55–65). 5th International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Eastern and Central European Symposium; 8–11 November 2006; Tartu, Estonia. Tartu: Tartu University Press.
- Henno, I., Reiska, P., Scheinin, P. (2008). Need for paradigm shift – Examining the high ranking of Estonian students in PISA. In M. Rannikmäe, P. Reiska, J. Holbrook, P. Ilsley (eds.), *The need for a paradigm shift in science education for post Soviet Societies: research and practice (Estonian example)*, 164–183. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH.
- Henno, I., Tire, G., Lepmann, T., Reiska, P., Ehala, M. (2007a). *Ülevaade rahvusvahelise õpilaste õpitulemuslikkuse hindamise programmi PISA 2006 tulemustest*. Aadressil http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/PISA_l6pparuanne_041207.pdf, 24.10.2010.
- Kask, K. (2004). *Õpetajate täiendkoolituse mõju õpilaste protsessuaalsete oskuste kujundamisele praktiliste tööde käigus*. [Magistritöö]. Tartu Ülikool.
- Kask, K., Rannikmäe, M., Mamlok-Naaman, R. (2008). A paradigm shift in science teaching – Teacher development for inquiry teaching. In M. Rannikmäe, P. Reiska, J. Holbrook, P. Ilsley (eds.), *The need for a paradigm shift in science education for post Soviet Societies: research and practice (Estonian example)*, 47–68. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH.

- Lond, M. (2010). *Tallinna gümnaasistide karjääriteadlikkus ja instrumentaalne ning tulevikule suunatud huvi õppida loodusteadusi*. [Magistritöö]. Tallinn: Tallinna Ülikool.
- Lond, M., Henno, I. (2010). Estonian upper-secondary school students' information on science-related careers, instrumental and future-oriented motivation to learn science. In *Proceedings of the 3rd ICASE World Conference on Science and Technology Education – Innovation in Science and Technology Education* (4 p.). Tartu, Estonia from 28th June until 2th July 2010.
- March, H. W., Byrne, B. M., Shavelson, R. J. (1988). A multifaceted academic self-concept: Its hierarchical structure and its relation to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 80, 3, 366–380.
- OECD (2004). *PISA 2006 scientific literacy framework 2004*. OECD/PISA Project Consortium document. Paris: OECD.
- OECD (2007). *PISA™ 2006 science competencies for tomorrow's world*. Volume I and II. Analysis. Paris: OECD.
- OECD (2009). *PISA 2006 technical report*. Paris: OECD.
- Osborne, J., Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections. A report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.
- Pekrun, R. (2006). *Students' engagement in science. Contextual framework for PISA 2006 (preliminary version)*. OECD/PISA, 19–28.
- Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava* (2002). Vabariigi Valitsuse määrus nr 56. Tallinn: Riigi Teataja.
- Põhikooli riiklik õppekava* (2010). Vabariigi Valitsuse 28. jaanuari 2010. aasta määrus nr 14. Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13273133>, 14.10.2010.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles, European Commission.
- Ruus, V., Henno, I., Reiska, P. (2008). Üldhariduse olukorrast hariduse tulevikukujundajatele. *Riigikogu Toimetised*, nr 18, 51–64.
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Rodriguez, D. (1998). The development of children's motivation in school contexts. In P. D. Pearson, A. Iran-Nejad (eds.), *Review of research in education*, 73–118. Washington DC: American Educational Research Association, 23.

Eesti õpilaste keskkonnaalased hoiakud ja keskkonnateadlikkus PISA 2006 avalikustatud ülesannete analüüsi põhjal

Mariliis Sang

Sissejuhatus

Keskkonnaprobleeme on koolides hakatud üha enam tähtsustama, sest keskkonnaprobleemid on seotud nii teaduse arengu kui ka ühiskonna teadliku valmisolekuga neid lahendada. Keskkonnateema on eriti aktuaalne praegu, mil vastu on võetud uus põhikooli riiklik õppekava, kus on pööratud suuremat rõhku läbivatele teemadele. Uue õppekava rakendamine algab 2011. õppeaastal. Läbiva teemaga Keskkond ja jätkusuutlik areng oodatakse õpilastelt, et nad oskaksid esitada loodusteaduslikke küsimusi, nende üle arutleda, esitades teaduslikke seisukohti, ning teha teadusmaterjali põhjal järeldusi (Põhikooli riiklik õppekava 2010).

Õpilaste õpitulemuslikkuse võrdlusuuringu PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokumendis oli keskeks eesmärgiks seatud küsimus, mida 15aastased õpilased teavad, väärtustavad ning teevad olukordades, mis hõlmavad loodusteadustega seotud keskkonnaprobleeme. Üks PISA 2006 uuringu eesmärke oli hinnata, kas põhikooli lõpuks saavad õpilased adekvaatse maailmapildi ümbritsevast. Eesmärk oli hinnata õpilaste iseseisva mõtlemise, süstematiseerimise, analüüsimise, hinnangute andmise ning järelduste tegemise oskust (OECD 2007).

Tuginedes oma magistr tööle (Sang 2010), annan ülevaate, kuidas Eesti õpilased vastasid PISA 2006s esitatud keskkonnateemalistele avatud küsimustele, kirjeldan Eesti vene ja eesti õppekeelega koolide õpilaste arusaamade erinevusi ning jagan õpetajatele soovitusi õpilaste keskkonnateadlikkuse kujundamiseks, lähtudes läbivast teemast „Keskkond ja säästev areng“.

Uuringu põhirõhk oli kahel PISA 2006 avalikustatud küsimusel: *happvihmad ja geneetiliselt muundatud põllukultuurid*. Nende küsimustega kontrolliti õpilaste teadmisi.

Kui võrdlusuuringu PISA 2006 valimi moodustasid 4865 õpilast, kellest 2386 olid tüdrukud ja 2479 poisid, ning valimisse kuulunud õpilastest 24,3% õppis vene õppekeelega koolides, siis analüüsisin nendest töödest 1282 õpilase vastuseid, millest 79% (1013) olid eesti õppekeelega koolide ning 21% (269) vene õppekeelega koolide õpilaste vastused. PISA 2006 tulemuste sekundaaranalüüsi eesmärgiks oli anda täpsem hinnang meie õpilaste keskkonnaalastele teadmistele ja hoiakutele.

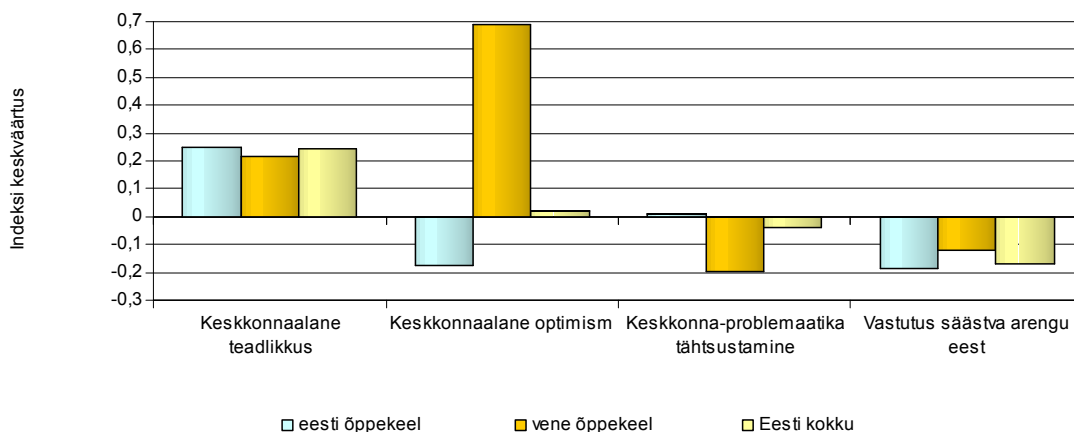
Analüüsisid võrdlesin uuritud õpilaste keskkonnalaseid hoiakuid kõigi PISA 2006s osalenud õpilaste vastustega, eritlesin eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuseid keskkonnateemalistele avatud küsimustele ning selgitasin välja tüüpilisemad väärarusaamad. Saadud uurimustulemustele toetudes teen üldistused ja ettepanekud, millele tuleks keskkonnateemade õpetamisel koolis tähelepanu pöörata.

1. Eesti õpilaste keskkonnalased hoiakud PISA 2006s

Lisaks teadmistele uuriti PISA 2006 taustaküsimustega, kuivõrd suhtuvad õpilased loodusressurssidesse ja keskkonnasse vastutustundega. Õpilaste hoiakulised vastused summeeriti indeksina, mille põhjal OECD õpilaste keskmisele (nt keskmise huvi tasemega õpilased) määrati kindlaks indeksi nullväärtus. Ligikaudu kaks kolmandikku OECD õpilastest jäid vahemikku -1 ja +1 (st indeksi standardhälve oli 1). Keskkonnalaseid hoiakuid uuriti neljas valdkonnas: keskkonnaalane teadlikkus, keskkonnaprobleemaatika tähtsustamine, keskkonnaalane optimism ja vastutus säästva arengu eest. (OECD 2007.)

Jooniselt 1 on näha, et nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilaste hinnang oma keskkonnalase teadlikkuse kohta on parem kui OECD keskmisel õpilasel. Vene õppekeelega koolide õpilaste keskkonnaalane optimism on märksa kõrgem kui keskmisel OECD riigi õpilasel. Seejuures on eesti õppekeelega koolide õpilaste keskkonnaalane optimism madalam kui OECD keskmisel õpilasel. Keskkonnaprobleemaatikat tähtsustavad eesti õppekeelega koolide õpilased veidi enam kui OECD riikide keskmine õpilane ning vene õppekeelega koolide õpilased vähem kui OECD keskmine. Vastutus säästva

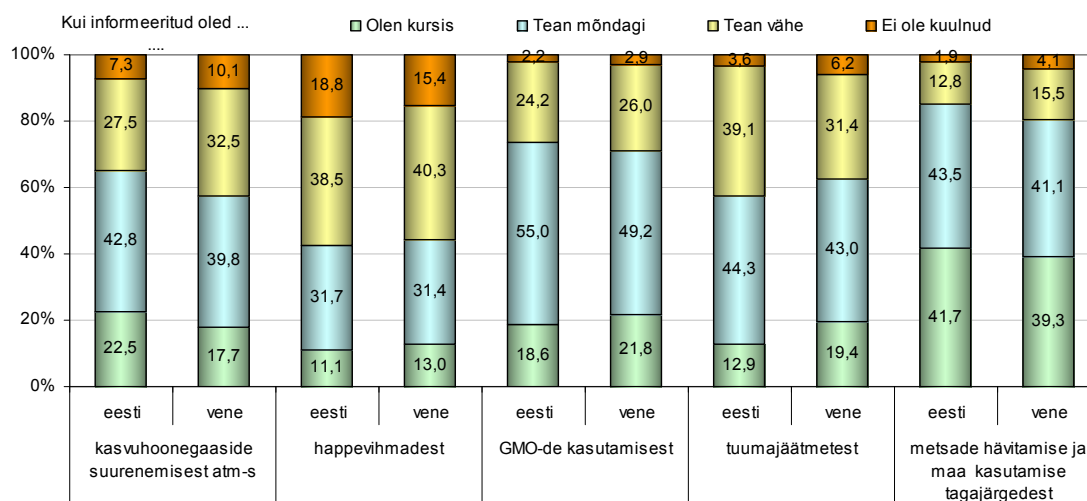
arengu eest on nii eesti kui ka vene õppekeele koolide õpilastel madalam kui OECD keskmisel õpilasel (lisa 3) (Henno 2009).



Joonis 1. Õpilaste keskkonnaalaste hoiakute indeksite väärtus (Henno, Reiska 2008)

Õpilaste arvamust oma keskkonnaalastest teadlikkusest kontrolliti küsimusega *kui informeeritud oled sa järgnevatest keskkonnaprobleemidest: kasvuhoonegaaside hulga suurenemine atmosfääris, geneetiliselt muundatud organismide (GMO) kasutamine, happelihmad* (OECD 2007). Õpilaste vastuste analüüsi põhjal saab öelda, et eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste keskkonnateadlikkuse valdkonnas on mõningad erinevused sõltuvalt teemast.

Ligi 74% PISA 2006 uuringu eesti õppekeele koolide õpilastest teadis enda väitel mõndagi või oli kursis geneetiliselt muundatud organismidega seotud keskkonnaprobleemidest. Vene õppekeele koolide õpilastel oli vastav protsent ligikaudu 71%. Suurim erinevus eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste teadlikkuses keskkonnaprobleemidest oli kasvuhoonegaaside küsimuse puhul. 65% eesti õppekeele ja 57% vene õppekeele õpilastest olid teadlikud või teadsid mõndagi probleemidest, mis kaasnevad kasvuhoonegaasidega. Happevihmadest on eesti (42,7%) ja vene õppekeele (44,4%) koolide õpilaste väitel nende informeeritus sarnane ja üsnagi madal (joonis 2).



Joonis 2. Eesti vene ja eesti õppekeele koolide õpilaste arvamus oma keskkonnateadlikkusest PISA 2006s

Õpilaste keskkonnavalast optimismi uuriti PISA 2006s küsimusega, *kas sinu arvates allpool toodud keskkonnaprobleemid vähenevad või süvenevad järgneva 20 aasta jooksul: õhusaaste, energianappus, veepuudus, tuumajäätmed, taimede ja loomade väljasuremine, metsade hävitamine ja maa teistel eesmärkidel kasutamine*. Huvi keskkonnaprobleemide vastu uuriti küsimusega, *kas sa pead allpool toodud keskkonnavalaseid küsimusi enda ja/või teiste jaoks tõsiseks probleemiks: õhusaaste, energianappus, veepuudus, tuumajäätmed, taimede ja loomade väljasuremine ning metsade hävitamine ja maa teistel eesmärkidel kasutamine* (OECD 2007).

Eesti õppekeelega koolide õpilased tundsid vene õppekeelega koolide õpilastest enam muret õhusaaste, energianappuse, veepuuduse, taimede ja loomade väljasuremise ning metsade hävitamise ja maa teisel otstarbel kasutamise suhtes. Eesti õppekeelega õpilased olid märksa negatiivsemalt häälestatud tuleviku suhtes, sest kõigis kuues valdkonnas nende arvates lähima 20 aasta jooksul probleemid pigem süvenevad, kui vähenevad või jäävad samaks (Henno 2009).

Õpilaste vastutust säästva arengu eest hinnati seitsme väite alusel: *kuivõrd sa nõustud järgmiste väidetega: iga-aastane heitgaaside kontroll peaks olema autode kasutamise õiguse tingimuseks; mind häirib, kui elektrit raisatakse sel teel, et elektriseadmed on asjatult sisse lülitatud; toetan seaduse olemasolu, mis reguleerib tehastest eralduva saaste koguseid, isegi kui see tõstaks toodete hinda; jäätmete vähendamiseks tuleks plastpakenduse kasutamist hoida miinimumtasemel; tööstusettevõtelt tuleb nõuda toetust, et nad kõrvaldavad ohtlike tootmisjäätmeid ohutult; toetan seadusi, mis kaitsevad ohustatud liikide asulasid; elektrit tuleks toota taastuvatest allikatest nii palju kui võimalik, isegi kui see on kallim* (OECD 2007). Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilased tunnevad vastutust säästva arengu eest. Suuremad erinevused eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vahel olid väidetes, et *iga-aastane heitgaaside kontroll peaks olema autode kasutamise õiguse tingimuseks ning toetan seaduse olemasolu, mis reguleeriks tehastest eralduva saaste koguseid*. Nende väidete puhul näitasid vene õppekeelega koolide õpilased isegi suuremat vastutust säästva arengu eest kui eesti õppekeelega koolide õpilased. Selle väitega nõustus täielikult või oli nõus ligikaudu 92% vene õppekeelega koolide õpilastest, eesti õppekeelega koolide õpilastest toetas seda väidet kokku 81% õpilastest. Seaduse olemasolu, mis reguleeriks tehastest eralduva saaste koguseid, toetab 79% vene õppekeelega ja ligi 68% eesti õppekeelega koolide õpilastest. Eesti õppekeelega koolide õpilaste hulk, kes nõustub täielikult või on nõus väitega, et jäätmete vähendamiseks tuleks plastpakenduse kasutamist hoida miinimumtasemel, on ligikaudu 82% ja vene õppekeelega koolide puhul 77%. Ülejäänud nelja väite puhul ei saa esile tuua olulisi erinevusi vene ja eesti õppekeelega koolide õpilaste vahel (Henno, 2009).

Minu uuritud valimi (1282 õpilast) keskkonnavalased hoiakud ja suhtumised tulevikuprobleemidesse sarnanesid kõigi PISA 2006-s osalenud Eesti õpilaste hoiakutega.

Kuna keskkonnateadlikkuse indeksi väärtus näitas, et Eesti õpilaste väitel on nende keskkonnavalane informeeritus parem kui OECD keskmisel õpilasel, siis võib järeldada, et õpilased on teadlikud keskkonnaprobleemidest, mida kajastatakse iga päev. Suur mõju võib olla ka meedial. Sageli võivad õpilased olla globaalsete probleemidega rohkem tuttavad kui nende endi kodulähedaste keskkonnaprobleemidega (Jürviste, Tõldsepp, 2007) just seetõttu, et meedias avaldatud probleemidele pööratakse koolides enam tähelepanu.

2. Õpilaste keskkonnavalased kognitiivsed oskused

Õpilaste teadmisi, tekstist arusaamise ja üldistamise oskusi kontrolliti PISA 2006s kognitiivsete küsimustega. PISA 2006s avalikustatud ülesanded on kättesaadavad aadressil http://www.ekk.edu.ee/vfiles/0/PISA_2006_avalikustatud_ylesanded.pdf.

Alljärgnevalt kirjeldan õpilaste vastuseid kahele avalikustatud keskkonnateemaga seotud küsimusele (lisa 2). Haptevihmade temaatikat käsitlevas küsimuses „*Kust satuvad vääveloksiid ja lämmastikoksiid õhku?*” hinnati õpilaste oskust seostada haptevihmade teket igapäevaste eluliste protsessidega ning eeldati, et õpilased oskavad nimetada saasteallikaid, mis eraldavad õhku happelisi oksiide. Selle küsimuse analüüsimine on oluline, sest haptevihmade temaatikaga tegeldakse üldhariduskooli erinevates kooliastmetes ja mitmes õppeaines.

Geneetiliselt muundatud põllukultuuride küsimusega eeldati, et õpilased oskaksid teksti alusel teha üldistusi. Haptevihmade ja geneetiliselt muundatud organismide teema on aktuaalsed ning võiksid leida rakendust õppekava läbiva teema „Keskkond ja säästev areng“ käsitlemisel.

2.1. Õpilaste happevihmadealane teadlikkus

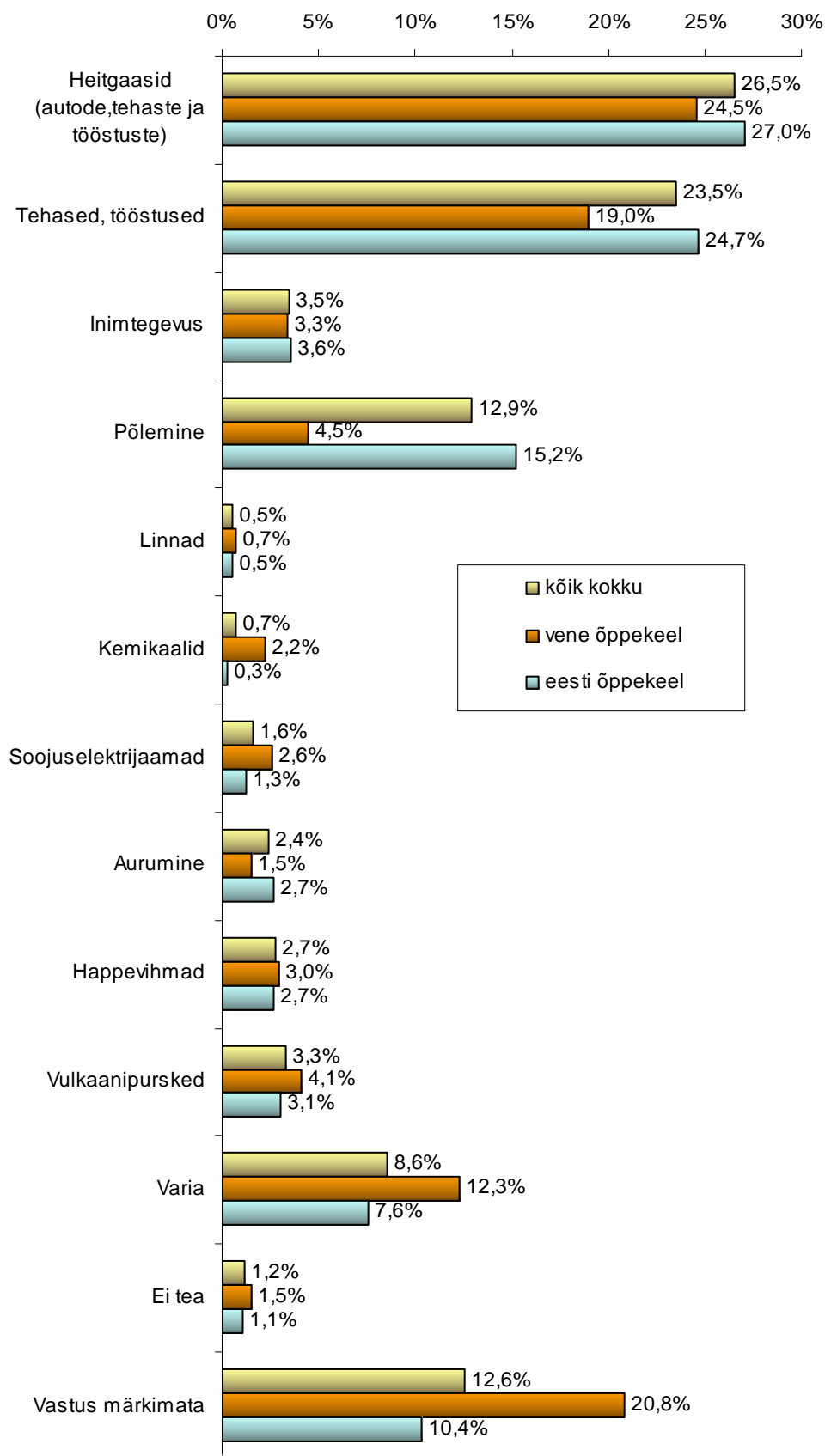
Küsimusele „*Kust satuvad vääveloksiidid ja lämmastikoksiidid õhku?*” vastas õigesti või osaliselt õigesti kokku 71% (913 õpilast), valesti 16% (208 õpilast) ning jättis vastamata 13% õpilastest (161 õpilast). 72% eesti õppekeelega koolide õpilastest ja 52% vene õppekeelega koolide õpilastest teadsid, kuidas satuvad vääveldioksiid ja lämmastikoksiidid õhku. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vahel oli õigesti vastanute vahel statistiliselt oluline erinevus ($p = 0,03$). Kui olulisuse tõenäosuse p väärtus oli väiksem kui 0,05 (5%), loeti tunnustevaheline seos statistiliselt oluliseks.

Joonisel 3 on näha eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vastuste erinevus happevihmade küsimuses. Õigeks või osaliselt õigeks loeti järgmised vastused: *autode, tehaste või tööstuste heitgaasid, soojuselektrijaamad, vulkaanipursked, inimtegevuse tõttu, põlemisel*. Valede vastuste hulgas olid levinumad väited, et *oksiidid sisalduvad happevihmades või happevihmade kaudu satuvadki vääveloksiid ja lämmastikoksiid õhku*. Niisugustes vastustes polnud otsest saasteallikat nimetatud. 31 õpilast märkis, et *happevihmad satuvad õhku aurumise teel*. Enamasti mainiti sel juhul, et aurumine toimub kas veekogudest, pinnasest või kivimitest. Varia alla paigutusid samuti valed vastused. Rohkem domineerisid nende vastuste hulgas *laborid, tuumajaamad, maapind, ümbritsev õhk, prügimäed, kodukeemia kasutamine, olmeprügi, reostus, patareid, plahvatused, kivimid, aerosoolid, akud, mis sisaldavad väävelhapet* jne.

Happevihmade teket seostati eelkõige autodest, tehastest ja tööstustest eralduvate heitgaasidega. Õpilased oskasid näha seoseid ka happevihmade tekke ja looduslike nähtuste (nagu vulkaanipursked ja põlemisprotsessid) vahel. Vene õppekeelega koolide õpilased vastasid sagedamini, et happevihmasid põhjustavad oksiidid eralduvad vulkaanipursete tagajärjel, ning eesti õppekeelega koolide õpilased seostasid oksiidide teket palju sagedamini põlemisprotsessidega. Analüüsist selgus, et vene õppekeelega koolide õpilaste vastustes oli märksa sagedasem vastus *soojuselektrijaamad*, eesti õppekeelega õpilased kirjutasid niisugust vastust palju vähem. Siin võib olla põhjendusi mitu. Suure tõenäosusega käsitlevad õpetajad kooliprogrammis seda teemat erinevalt ja erinevate rõhuasetustega. Samas on ligi pooled vene õppekeelega koolide õpilastest pärit Ida-Virumaalt, kus asuvadki meie soojuselektrijaamad.

Üldistusena võib öelda, et kuigi see teema peaks olema õpilastele tuttav, on paljude teadmised ja arusaamad happevihmadest pealiskaudsed. Väärarusaamu on sellestki, kuidas satuvad vääveldioksiid ja lämmastikoksiidid õhku. Õpilased seostavad happevihmade teket aurumisega ning enamiku vastuste puhul ei olnud õpilased suutelised esile tooma konkreetset oksiidide emissiooni allikat. Väga paljud vene õppekeelega koolide õpilased nimetasid vääveldioksiidi ja lämmastikoksiidide allikaks kivimeid ja seda, et need oksiidid sisalduvad keskkonnas ning maapinnas. Eesti õppekeelega koolide õpilased seostasid aurumist pigem veekogudega. Oluliselt enam seostas vene õppekeelega koolide õpilasi oksiidide teket kemikaalide ja keemiliste ühenditega. Mitmel korral olid nad kirjutanud, et need oksiidid satuvad õhku väävelhappe ja lämmastikhappe lagunemisel või reageerimisel. Samuti oli mainitud nende oksiidide allikaks kaltsiumkarbonaati. Võib oletada, et väärarusaamad võivad tekkida seetõttu, et keemiatunnis käsitletakse näiteks happelisi oksiide õppides ka happevihmade teket. Õpilased mõtlevadki, et happevihmad tekivad väävelhappe ja lämmastikhappe lagunemisega või keemiliste ühendite reageerimisel nende hapetega. Siinkohal on tegemist kohati väärte arusaamade ning valesti tõlgendamisega, nagu on ka happeliste oksiidide tekke seostamine tuumajaamadega, mis oli üsna sage vastus nii eesti kui ka vene õppekeelega koolide õpilaste seas. Siit järeldub, et koolis peaksid just bioloogia- ja keemiaõpetajad pöörama suuremat rõhku väärarusaamade kõrvaldamisele, sest need mõjutavad ning kujundavad õpilastes keskkonnaalaseid teadmisi, hoiakuid ja eelistusi. Õpetajad peaksid uut materjali õpetades arvesse võtma ülaltoodud tähelepanekuid ja ära hoidma väärarusaamade kujunemist.

Hinnates eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste teadmisi happevihmasid põhjustavate oksiidide tekkeallikate kohta, saab väita, et eesti õppekeelega koolide õpilased on selles valdkonnas teadlikumad, vaatamata sellele, et eesti õppekeelega koolide õpilaste (42,7%) väitel on nad happevihmadest vähem informeeritud kui vene õppekeelega koolide õpilased (44,4%). Vene õppekeelega õpilaste hulgas oli märksa rohkem õpilasi, kes sellele küsimusele vastamata jätsid. Eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste vahel ilmnis statistiliselt oluline erinevus.



Joonis 3. Eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste vastuste erinevus happelihmade küsimuses

2.2. Õpilaste teadlikkus geneetiliselt muundatud põllukultuuridest

Geneetiliselt muundatud põllukultuuride küsimuse puhul oli õpilastele esitatud stiimultekst artikli kujul, kus oli väljendatud looduskaitsejate arvamus, et GM-mais tuleb keelustada: „Looduskaitsega tegelevad organisatsioonid nõuavad, et uus, geneetiliselt muundatud (GM) mais keelustataks. Looduskaitsejate arvates on uue umbrohumürgi kasutamine GM-maisipõldudel keskkonnale kahjulik, kuna umbrohtu, mida selle mürgiga hävitatakse, söövad putukad ja väiksemad loomad. GM-maisi kasutamise pooldajad väidavad, et teaduslike uuringute põhjal seda ei juhtu.” Lähtuvalt stiimultekstist tuli õpilastel anda hinnang maisi võimalike kasvutingimuste kohta.

Kuigi geneetiliselt muundatud põllukultuuride küsimus ei kontrollinud otseselt õpilaste teadmisi geneetiliste organismide kohta, olid paljud õpilased oma vastustes öelnud, et GM-mais on kahjulik ja selle kasvatamine ei ole keskkonnahoidlik. Niisugused vastused kirjeldavad hästi õpilaste hoiakuid ning kinnitavad, et neile on see teema tuttav.

Geneetiliselt muundatud põllukultuuride küsimusega kontrolliti pigem õpilaste oskust vastata teksti kohta esitatud küsimusele. Ühtlasi hinnati õpilaste tekstist arusaamise ja selle tõlgendamise oskust. Erineva õppekeelega koolide õpilaste vastustes olulisi erinevusi ei olnud. Küsimusele vastamine valmistas suuri raskusi, sest suur protsent õpilastest jättis sellele vastamata või andis vale vastuse. Kokku vastas küsimusele õigesti ainult 15% õpilastest. Üle poole (61%) õpilastest andis vale vastuse ning 24% õpilastest jättis vastamata. Õigesti vastanute seas oli vene õppekeelega koolide õpilaste hulk suurem. Sellest võib järeldada, et vene õppekeelega koolide õpilaste oskus teha teksti alusel üldistusi oli selles küsimuses parem. Üldistusena võib esile tuua, et uuritud valimi õpilastele on raske teksti interpreteerida ning loodusteadusliku sisuga küsimustele vastata. Seda kinnitavad ka PISA 2006 tulemused, et Eesti õpilased ei tunne ära loodusteaduslikke küsimusi ega ole neil ka selget arusaama loodusteadustest kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest (OECD 2007).

Püüdsin selgitada, kas uuritud valimi õpilaste kognitiivsete teadmiste ja nende taustaküsimustikus uuritud keskkonnaalaste hoiakute vahel on korrelatiivne seos, st kas õpilaste kognitiivsete vastuste ja hoiakuliste küsimuste vahel ilmnevad mingid kindlad mustrid. Analüüsist selgus, et uuritud valimi edukus vastata kognitiivsetele küsimustele ei korreleerunud mingite hoiakuliste mustritega.

Kokkuvõte

Keskkonnateemalistele küsimustele vastamises on eesti ja vene õppekeelega koolide õpilaste kognitiivsetes teadmistes süstemaatilisi erisusi ning õppekeeliti ilmnevad vastustes teatud väärarusaamad. See, millised väärarusaamad on õpilastel erinevate keskkonnaprobleemidega seoses kujunenud, sõltub tõenäoliselt sellest, kuidas on neid teemasid koolis käsitletud (näiteks, kas seda on tehtud relevantset ja seotuna igapäevaeluga).

RÕK 2002 määratleb läbiva teema „Keskkond ja säästev areng“ õppe-eesmärgid ning kujundatavad õpitulemused kooliastmeti. Selle teema õpetamisega taotletakse, et õpilane *omandaks teadmised loodusest kui terviklikust süsteemist; teadvustaks keskkonna- ja globaalprobleeme; mõistaks ja hindaks keskkonda säästvat eluviisi ning omandaks keskkonda hoidvad väärtushinnangud ja käitumishinnangud* (Põhikooli ja gümnaasiumi ... 2002). Hinnates PISA 2006 osalenud õpilaste õppe-eesmärkide saavutatust põhikooli lõpuks, saab järeldada, et üldiselt *teadvustavad õpilased tähtsamaid keskkonna- ja globaalprobleeme* ning õpilastel on teatud määral välja kujunenud *keskkonda hoidvad väärtushinnangud ja käitumishinnangud*. Puudulikud on *teadmised loodusest kui terviksüsteemist*, sest õpilastel on sageli raske näha seoseid erinevate teemade vahel. Põhjus võib tuleneda sellest, et tihtipeale pööratakse õpetamisel tähelepanu ainult neile aspektidele, mis käsitlevad konkreetset teemat, kuid unustatakse seostamine teiste üldisemate aspektidega. Kui teemade käsitlemisel puudub aga seoste leidmine, võrdlemine, üldistuste tegemine ja vaatlemine mitmest aspektist, siis on ka õpilastel raske rakendada teadmisi uutes ning konkreetse õppeaine välistes situatsioonides. III kooliastme lõpuks peaks õpilane *oskama kujundada arvamust keskkonnateema kohta, seda põhjendada, keskkonnaprobleemide üle arutleda ja väidelda*. Sageli jääb just sellest oskusest puudu. Õpilastel on teadmised *kohalikest, regionaalsetest ja globaalsetest keskkonnaprobleemidest*, kuid oskus nendest loovalt ja kriitiliselt mõelda ning nende üle arutleda valmistas raskusi. Põhjus võib tuleneda sellest, et õpilastele pole tundides olnud võimalust

keskkonnaprobleemide üle diskuteerida ega väidelda. Sageli antakse tunnis ülevaade üksnes peamistest teoreetilistest punktidest, mida täiendatakse paari ilmekama näitega, kuid õpilaste võimalus avaldada enda arvamust jääb tagaplaanile juba ainuüksi piiratud aja tõttu.

2011. aastal rakenduv uus põhikooli riiklik õppekava pöörab loodusainete õpetamisel senisest enam tähelepanu praktilistele tegevustele ja uurimuslikule õppele. eesmärgiks on, et senine teadustulemuste äraõppimine, mis ei toeta piisavalt loodusprotsessidest arusaamise kujunemist õpilasel, asendub enam igapäevaprobleemide lahendamise ja praktiliste ülesannetega, mis toetavad palju rohkem õpilaste võimet näha seoseid erinevate loodus- ja inimkeskkonnas peituvate seaduspärasuste vahel. Siinkohal tuleb tähelepanu pöörata uues põhikooli riiklikus õppekavas esile toodud õpitulemustele. Näiteks tuleb happevihmasid ja geneetiliselt muundatud organisme õpetades nii eesti kui ka vene õppekeele koolide õpetajatel pöörata tähelepanu sellele, et õpilane oskaks kirjeldada inimese mõju looduskeskkonnale ning selgitada, kuidas võivad muutused keskkonnas põhjustada elustiku muutusi. Et parandada õpilaste analüüsivõime ja järelduste tegemise oskust, on vaja käsitleda ja hinnata peamiste keemiliste saasteallikate ning saastumise tekkepõhjust, saastumisest tingitud keskkonnaprobleeme ja võimalikke keskkonna säästmise meetmeid. Koolides tuleks keskkonnateemat õpetades rohkem rõhku panna teemade käsitlemisele selliselt, et õpilased saaksid esitada loodusteaduslikke küsimusi, nende üle arutleda, esitada teaduslikke seisukohti ning teha tõendusmaterjali põhjal järeldusi. Keskkonnaprobleeme tuleks käsitleda nii kodukoha, ühiskonna kui ka üleilmsel tasandil

Hoolimata üldisest huvist keskkonnaprobleemide vastu ja sellest, et õpilased valdavad enamasti keskkonnateemasid, jäävad Eesti õpilaste säästvat arengut toetavad hoiakud siiski rahvusvahelises võrdluses madalamaks. Need noored on aga meie tuleviku kujundajad ning seetõttu on koolidel tähtis ülesanne pakkuda loodusteaduslike probleemide kohta tasakaalustatud teadmisi, mitte käsitleda ainult seda, millest meedias niigi palju kõneldakse. Samuti on oluline pöörata rohkem tähelepanu hoiakute ja väärtushinnangute kujundamisele.

Kasutatud allikad

- Henno, I. (2009). Eesti ja vene õppekeele koolide õpilaste keskkonnateadlikkus ning keskkonnalised hoiakud PISA 2006-s. Rmt *Keskkond õpetab*, 32–41. Tartu: Tartu Keskkonnahariduse Keskus.
- Henno, I., Lepmann, T., Reiska, P., Ehala, M. (2007). *PISA 2006 Eesti tulemused*. Aadressil <http://www.hm.ee/index.php?popup=download&id=8115>, 03.10.2010.
- Henno, I., Reiska, P. 2008. Estonian students' sense of responsibility for environmental issues. – In Conference Proceeding: *Collaboration on Education for Sustainable Development. The 6th International JTET Conference Sustainable Development, Culture and Education*, Eskisehir, Turkey, June 4-7 2008. Anadolu University, 170-178.
- Jürviste, P., Tõldsepp, A. 2007. Läbivad teemad versus integreeritud õppeained. *Haridus* 7-8, 32-35.
- OECD 2007. PISA™ 2006 science competencies for tomorrow's world. Volume I. Analysis. Paris: OECD.
- PISA 2006 lõpparuandes avalikustatud ülesanded*. Aadressil http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/PISA_2006_avalikustatud_ylesanded.pdf, 03.10.2010.
- Sang, M. (2010). *Eesti õpilaste keskkonnateadlikkus ja keskkonnaalased hoiakud PISA 2006 avalikustatud ülesannete analüüsi põhjal*. [Magistritöö]. Tallinn: Tallinna Ülikool.
- Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava* (2002). Vabariigi valitsuse määrus nr 56. Aadressil <http://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=174787>, 03.10.2010.
- Põhikooli riiklik õppekava* (2010). Vabariigi Valitsuse 28. jaanuari 2010. aasta määrus nr 14. Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13273133>, 03.10.2010.

Rahvusvaheliste võrdlusuuringute TIMSS 2003 ja PISA 2006 õppetund Eesti matemaatikaõpetajale

Tiit Lepmann
Tartu Ülikool

1. TIMSS- ja PISA-uuringutest matemaatikas

Eesti koolid on riiklikul tasemel osalenud seni kolmes väga esinduslikus rahvusvahelises uuringus, kus vaatluse all on olnud ka õpilaste edukus matemaatikas. Esimene neist (TIMSS 2003, Trends in International Mathematics and Science Study) tehti 2003. aastal 48 riigis. Eestist osales selles uuringus 4040 õpilast 154 koolist. Teine uuring (PISA 2006, Program for International Student Assessment) oli 2006. aastal ja selles osales 57 riiki. Eestist kuulus valimisse seekord 4865 õpilast 169 koolist. PISA 2009 uurimuse andmestikku praegu veel analüüsitakse. Mõlemas uuringus kontrolliti õpilaste matemaatikateadmisi ja -oskusi põhikooli hariduse tasemel. Peale selle täitsid õpilased nendes uuringutes küsimustiku, millega uuriti õpilaste sotsiaalmajanduslikku tausta, hoiakuid, suhtumist matemaatikasse jms.

Kuigi nii TIMSS kui ka PISA uurib õpilaste matemaatilist edukust, teevad nad seda erinevalt. Kui TIMSS-uuringu eesmärgid on üsna ainekesksed, siis PISA põhitähelepanu all on matemaatika kasutamise oskus igapäevaelu probleeme lahendades. Viimase tarvis võtab PISA-uuring kasutusele termini *matemaatiline kirjaoskus*, s.o *õpilase võimekus elulises situatsioonis matemaatika vahenditega lahendatavaid probleeme näha, püstitada, lahendada, analüüsida, saadud tulemusi interpreteerida, loogilisi mõttekäike korraldada ning saadud tulemusi edukalt oma kaaslastele vahendada*.

Matemaatilist kirjaoskust iseloomustavad mitmed alaoskused. Õpilane peab:

- 1) nägema ja sõnastama igapäevaelu probleeme;
- 2) leidma matemaatikast need vahendid ja meetodid, mille abil on võimalik probleemile lahendus leida;
- 3) tõlkima igapäevaelu seoseid matemaatikakeelde ning lahendama saadud matemaatilisi probleeme;
- 4) tõlgendama saadud tulemusi taas igapäevaelu kontekstis;
- 5) vahendama oma lahendusi teistele inimestele.

Mõlemad vaadeldud uurimused liigendavad testide ülesanded peale ainealase sisu ka nende ülesannete lahendamiseks vajaliku kognitiivse taseme järgi. PISA-uuringus tuuakse esile nn pädevuskobarad: *faktide ja rutiinsete protseduuride taasesitamine; seostamine; matemaatiline arutlemine ja refleksioon*; TIMSS-uuringus on järgmised tunnetuslikud valdkonnad: *faktiteadmised; mõistetest arusaamine; arutlemine/põhjendamine ja analüüsimine*.

Andmete analüüsimisel on mõlemas uuringus õpilaste tulemused viidud skaalale, mille keskmine on 500 ja standardhälve on 100. Veel toovad need uuringud esile õpilaste erinevad saavutustasemed. TIMSS 2003 uuring eristab ja kirjeldab nelja saavutustaset:

- 1) *rahvusvaheline tipptase* (rohkem kui 625 punkti);
- 2) *rahvusvaheline kõrgtase* (550–624 punkti);
- 3) *rahvusvaheline kesktase* (475–549 punkti);
- 4) *rahvusvaheline madal tase* (400–474 punkti).

PISA 2006 uuringus saavutustasemed eraldi nimetusi ei kannu, küll on need aga seostatud tunnetusvaldkonna pädevuskobaratega.

Saavutustase	Punktide vahemik	Pädevuskobar
<i>Kuues</i>	Üle 669,3 punkti	Matemaatiline arutlemine ja refleksioon
<i>Viies</i>	607,0–669,3 punkti	
<i>Neljas</i>	544,7–607,0 punkti	Seostamine
<i>Kolmas</i>	482,4–544,7 punkti	
<i>Teine</i>	420,1–482,4 punkti	Faktide ja rutiinsete protseduuride taasesitamine
<i>Esimene</i>	357,8–420,1 punkti	

2. Tulemustest

Nagu märgitud, on PISA- ja TIMSS-uuring seadnud oma eesmärgiks uurida koolimatemaatika omandatust üsna erinevatest aspektidest lähtudes. Hoolimata sellest on Eesti saavutatud positsioon rahvusvahelistes pingeridades mõlemas uuringus sisuliselt sama ning ka päris hea. Kui TIMSS-uuringus olid Eesti lastest paremad keskmised tulemused vaid Idamaade ja Belgia ning Hollandi õpilastel, siis PISA teste lahendasid meist paremini Idamaad, Kanada, Austraalia, Belgia, Liechtenstein, Šveits, Holland ja Soome. Seejuures Liechtenstein, Kanada, veits ning Soome TIMSS 2003 uuringus ei osalenud. Huvitav on lisada, et TIMSS-uuringus saavutasid meie õpilased keskmise tulemuse 531 punkti, PISA-uuringus aga 515 punkti (lisa 4 ja 5). Seda ei saa aga tõlgendada nii, nagu oleks Eesti tulemus rahvusvahelises plaanis langenud. Ka tippriikide tulemused olid PISA-uuringus märksa nõrgemad kui TIMSS-uuringus, vastavalt 549 ja 606 punkti. Eesti keskmine tulemus moodustab tippulemusest TIMSS-uuringu puhul 88% ja PISA-uuringus 94%. Seega oleme oma tulemuselt PISA-uuringus tippudele pisut isegi lähemal kui TIMSS-uuringus.

Mõlemad vaadeldud uuringud näitasid teisigi meie koolimatemaatika häid külgi. Näiteks selgus, et meie õpetajad garanteerivad matemaatika n-ö miinimumtaseme üsna suurele hulgale õpilastest. TIMSS-uuringus oli Eestis selliseid õpilasi, kes ei jõudnud madalaimale miinimumtasemele, ainult 3%; rahvusvaheline keskmine oli aga 25%. PISA-uuringus ei ületanud nn nullnivood Eesti õpilastest 12,1%; riikide keskmine näitaja oli aga 21,3%.

Kirjeldatud positiivsete tulemuste kõrval toovad need uuringud esile mõningad meie koolimatemaatika kitsaskohad. Kui vaadata õpilaste jaotumist erinevate saavutustasemete vahel, siis selgub tõsiasi, et meist edukamate riikidega võrreldes on kahel kõrgemal saavutustasemetel olevate õpilaste osakaal Eestis suhteliselt madal. TIMSS-uuringus oli vastav näitaja 39% (viiel tippriigil 62–77%), PISA-uuringus 15% (29–44%). Eriti reljeefselt ilmestavad öeldut PISA-uuringu erinevate saavutustasemete põhjal koostatud riikide pingeread (tabel 1). Viienda ja kuuenda taseme saavutanute osakaalu poolest on Eesti näitaja PISA-uuringus koguni allpool riikide keskmist tulemust.

Tabel 1. Tulemused saavutustasemete põhjal

Saavutustase (PISA)	2.	3.	4.	5.	6.
Taseme saavutanute osakaal	87,9%	66,0%	35,8%	12,5%	2,6%
Eesti asukoht riikide pingereas	9.	13.	17.	21.	21.

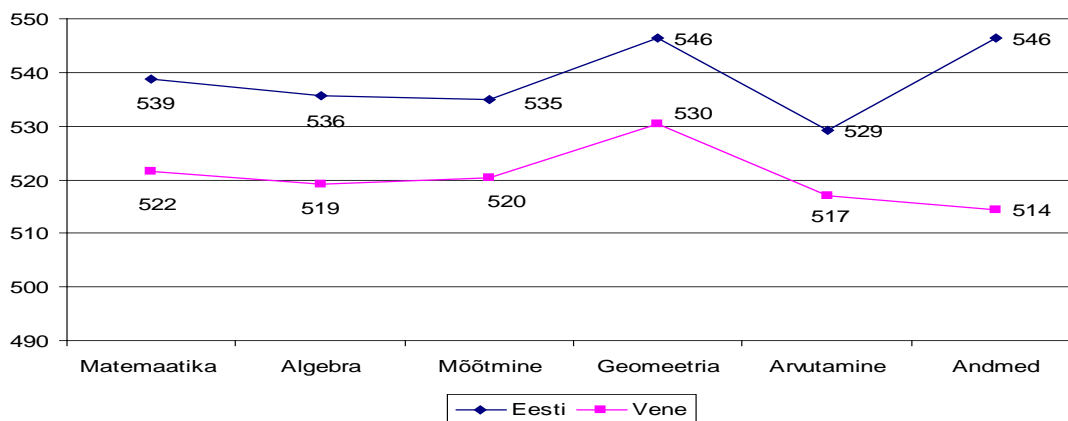
TIMSS-uuringu tulemused võimaldavad anda hinnangu meie õpilaste edukusele koolimatemaatika erinevate sisuvaldkondade kaupa. Kasutades jällegi lihtsaimat meetodit, s.o pingeridade võrdlust, näeme, et rahvusvahelisel taustal on meie õpilaste tulemused kõige nõrgemad valdkondades *mõõtmine*, *andmed* ja *arvutamine* (tabel 2). Siin tuleb aga lisada, et TIMSSi testid ei sisaldanud puhta arvutamise ülesandeid. Arvutamise valdkonna ülesanded on nendes testides tavaliselt meile tuntud tüüpilised lihtsamad tekstülesanded.

Tabel 2. Tulemused matemaatika erinevates sisuvaldkondades

Sisuvaldkond (TIMSS)	Geomeetria	Algebra	Mõõtmise	Andmed	Arvutamine
Keskmine tulemus	540	528	528	535	523
Eesti asukoht riikide pingereas	6.	7.	8.	9.	10.

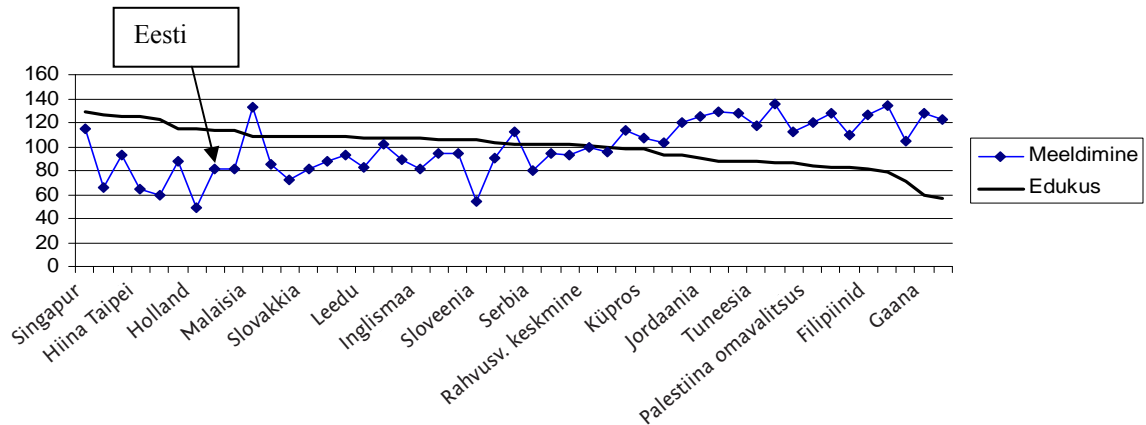
Seega näeme, et ühine, mis meie õpilaste jaoks raskemaid valdkondi ühendab, on *teksti lugemine, loetu mõistmine, tekstis esitatud probleemi/andmete tõlkimine matemaatika keelde, selle lahendamine/kasutamine matemaatikas ning saadud tulemuste taastõlgendamine.*

Kolmas oluline matemaatikaõpetuse probleem on meil eesti ja vene õppekeele koolide taseme erinevus. Selgub, et nii TIMSS- kui ka PISA-uuringus *saavutasid vene õppekeele koolide õpilased eesti õppekeele koolide õpilastest nõrgemad tulemused.* TIMSS-uuringus olid vastavad näitajad 522 ja 539, PISA-uuringus aga 487 ja 527; erinevus on suurem PISA-uuringus. Järelikult võib väita, et just vene õppekeele koolides on matemaatikaõpetuse ja PISA taotluste vaheline kooskõla eriti nõrk. TIMSSI tulemustest selgub veel eesti ja vene õppekeele koolide taseme erinevuse ainealane seosmine struktuur (joonis 1): vene õppekeele koolide õpilased saavutasid nõrgemad tulemused kõigis koolimatemaatika valdkondades. Eriti suur on erinevus valdkonnas *andmed* (eesti õppekeele koolidel 546, vene õppekeele koolidel 514 punkti).

Õppekeel ja erinevate sisuvaldkondade omandatus**Joonis 1.** Õppekeel ja tulemused

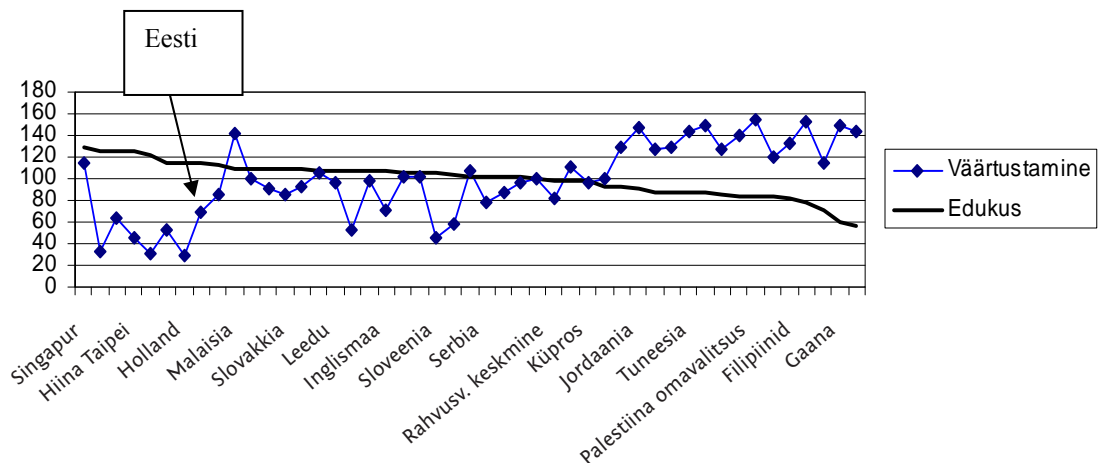
Et PISA kontseptsioonis mängib väga suurt rolli graafikute ja diagrammide lugemise oskus, on mõistetav, miks vene õppekeele koolide õpilaste tulemused just PISA-uuringus nii tugevalt eesti õpilaste omadest erinevad.

Neljas muret tekitav asjaolu, mis rahvusvahelised tasemeuuringud Eesti koolimatemaatikas esile tõid, on see, et *meie õpilastel puudub sisemine motivatsioon matemaatikat õppida.* Võib öelda, et see ei ole ainult Eesti kooli probleem. TIMSS-uuringust selgub, et mida paremad on mingi riigi tulemused matemaatikas, seda tõenäosem on, et selle riigi õpilastele meeldib matemaatika kui õppeaine vähem (joonis 2, edukus ja aine meeldimine on esitatud võrreldaval skaalal, mille keskmine on 100. Eesti tulemused on vasakult 8. positsioonil).



Joonis 2. Edukus ja aine meeldimine

Üsna nõrgale sisemisele motivatsioonile viitab ka järgmine TIMSS-uuringus selgunud tõik: mida paremad on mingi riigi tulemused matemaatikas, seda tõenäosem on, et selle riigi õpilased väärtustavad matemaatikat vähem (joonis 3).



Joonis 3. Edukus ja aine väärtustamine

Kõik ülal esitatud viitab tugevalt sellele, et kõrge positsioon TIMSS 2003 uuringu tulemuste põhjal koostatud riikide pingereas ei ole saavutatud sageli mitte konkreetse riigi õpilaste seas, vaid välise motivatsioonitegurite toel (kooli, kodu, õpetaja jne mõju). Paraku tundub, et need välised mõjurid on õpilastele muutnud matemaatika ebameeldivaks ning tulevikuplaanide seisukohalt vähe väärtuslikuks õppeaineks. Võib arvata, et kõik öeldu käib ka Eesti koolimatemaatika kohta.

3. Kuidas edasi?

Võib arvata, et Eesti hariduspoliitikutel peavad ka edaspidi oluliseks meie õpilaste saavutusi PISA-uuringutes. Nagu ülalpool selgus, on meil silmnähtavaid võimalusi parandada õpilaste tulemusi selles uuringus. Lühidalt kokkuvõetuna seisneksid tähtsamad neist järgmises:

- 1) lisaks tublile tööle nõrgemate õpilastega tuleks õpetajatel leida rohkem aega tööks matemaatikas võimekattega;
- 2) põhikooli matemaatikaõpetuses tuleks rõhuasetusi muuta. Seni domineerivalt nn puhta matemaatika õpetamiselt tuleks järjest rohkem hakata õpetama matemaatika rakendamist igapäevaelus;

- 3) matemaatika nn tulpülesannete asemel tuleks üha enam tähelepanu pöörata tekstülesannetele (valdkonnad *andmed, mõõtmine ja arvutamine*);
- 4) vene õppekeelega koolides tuleks erilist tähelepanu pöörata sellele, et õpilased omandaksid edukalt matemaatika valdkonna *andmed* (diagrammid, tabelid, statistika algmõisted jne);
- 5) senisest rohkem tuleks leida võimalusi suurendada õpilaste seesmist motivatsiooni matemaatika õppimisel.

Esimene loetletud teesidest rõhutab õpetajate *tööd andekatega õpilastega*. Peab kohe lisama, et töö andekatega võib olla samuti nii puhtmatemaatiline kui ka matemaatikat rakendav. Meenutame, et PISA kontseptsioonis on põhiküsimus selles, kuidas oskavad meie õpilased uudsetes elulistes situatsioonides iseseisvalt ja loominguiliselt matemaatikat kasutada, kuidas nad oskavad seejuures argumenteerida ja põhjendada. See, et õpilane lahendab väga edukalt mingi puhtmatemaatilise probleemi, ei pruugi kaugeltki tähendada seda, et ta tuleb hästi toime matemaatikat rakendava elulise ülesandega. Loomulikult tuleb matemaatikas andekas laps sellega paremini toime kui teised. Selge on aga seegi, et matemaatikas andekas õpilane (nagu iga teine) vajab teatavat eelnevat kogemust, abi, õpetust ning suunamist.

Teine soovitus vihjab otse *eluliste rakenduste tähtsusele* matemaatikaõpetuses. Matemaatikaülesandeid on väga erinevat liiki. Arvestades PISA taotlusi, oleks otstarbekas ülesandeid liigitada kahe tunnuse järgi:

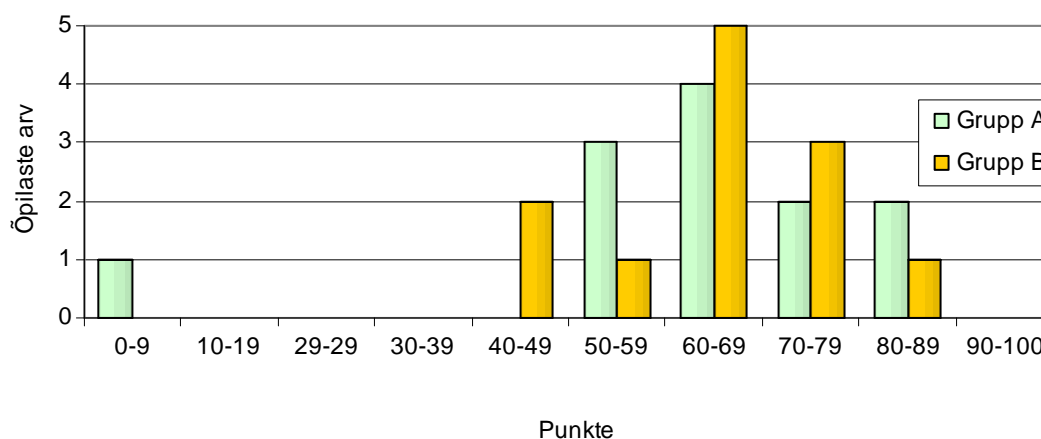
- 1) kas ülesande lahendusidee, -käik on õpilasele tuttav või mitte;
- 2) kas ülesande lahendamiseks vajalikud andmed on tekstis ilmutatud või ilmutamata kujul. Ilmutatud kujul andmetega ülesande tekstist leiab õpilane lahenduseks kõik vajalikud andmed otse tekstist lugedes. Teisel juhul tuleb aga andmeid otsida ülesandele lisatud lisamaterjalidest (diagrammid, tabelid, joonised jne).

Näide ilmutatud andmete ja tuttava lahendusteega ülesandest (PISA 2. saavutustase, raskus 477 punkti):

Ülesanne nr 1. Alates aastast 1980 on 20-aastaste naiste keskmine pikkus kasvanud 2,3 cm võrra, olles nüüd 170,6 cm. Kui suur oli 20-aastaste naiste keskmine pikkus 1980. aastal?

Näide ilmutamata andmete ja uudse lahendusteega ülesandest (PISA 5. saavutustase, raskus 620 punkti):

Ülesanne nr 2. Joonisel oleval diagrammil on esitatud õpilasgruppide A ja B füüsikatesti tulemused. Grupi A keskmine tulemus on 62,0 ja grupi B oma 64,5. Test loetakse sooritatuks, kui selle eest saadud punktide summa on 50 või rohkem. Õpetaja vaatleb diagrammi ja väidab, et grupp B sooritas testi paremini kui grupp A. Grupi A õpilased pole aga oma õpetajaga samal seisukohal. Nad püüavad õpetajat veenda, et grupi B tulemusi ei tule paremaks pidada. Esita üks korrektne matemaatiline argument, mida grupi A õpilased võiksid oma seisukoha põhjendamiseks kasutada.



Joonis 4. Füüsikatesti tulemused

Just sellisest liigitusest lähtudes oleks õpetajatel otstarbekas ülesandeid ise koostada ja õpetuses rakendada. Andekad õpilased ootavad uut lahendusideed nõudvaid ja ilmutamata andmetega ülesandeid. Loomulikult peaks niisuguste ülesannete osakaal meie õpikuteski suurenema.

Kolmas esitatud teesidest on tugevalt seotud teisega – *õpetuses tuleb oluliselt suurendada tekstülesannete osakaalu*. Õpilased peavad saama senisest märksa rohkem võimalusi mõista teksti kujul esitatud probleemi, otsida tekstist selle lahendamiseks vajalikke andmeid, leida matemaatiline mudel, rakendada seda ning tõlkida saadud tulemused taas igapäevakeelde. Märkusena võiks lisada, et kõige paremaks osutub ilmselt variant, kus õpilased leiavad andmed lausa igapäevaelust endast, mitte ülesande tekstist.

Neljandas teesis rõhutakse vajadusele parandada vene õppekeelega koolide õpilaste teadmisi ja oskusi valdkonnas *andmed*. Võib arvata, et üks vene õpilaste nõrkade tulemuste põhjusi selles valdkonnas on asjaolu, et õpetajad pööravad niisugusele materjalile vähe tähelepanu. Ilmselt ei tähtsusta vene õppekeelega koolide õpetajad piisavalt tegevust diagrammidega, graafikutega, tabelitega jne. See võib omakorda olla tingitud sellest, mis on nende meelest matemaatika ja milline peaks olema selle edukas õpetamine. Ilmselt tuleks täiendusõppes püüda nende seisukohti muuta. Samaaegu võib põhjus peituda ka selles, et vene õppekeelega koolide õpetajad ei kasuta Eestis kirjastatud õpikute tõlkeid.

Lõpuks kõige raskemast – soovitusel leida võimalusi suurendada õpilaste seesmist motivatsiooni. Ülal joonistel 3 ja 4 esitatu viitab selgelt sellele, et kõrge positsioon TIMSS 2003 uuringu tulemuste põhjal koostatud riikide pingereas on sageli saavutatud mitte teatava riigi õpilaste seesmist, vaid välise motivatsioonitegurite toel (kooli, kodu, õpetaja jne mõju). Head tulemused on saavutatud situatsioonis, kus matemaatikat ei väärtustata. Seda ainet õpitakse justkui mitte iseendale, vaid kellelegi teisele – õpetajale, vanematele jne. Nii on tekkinud olukord, kus need välised mõjurid on muutnud matemaatika õpilastele ebameeldivaks ja eluvõõraks õppeaineks. Jälle oleme samas kohas tagasi – **senise puhta matemaatika asemel tuleb rohkem õpetada elulist ja rakendavat matemaatikat.**

Loomulikult küsib tegevõpetaja nüüd kindlasti, kust ta kõige selle jaoks aega leiab. Hea, kui selle ajaga jõutakse õpik läbi õpetada. Võib arvata, et siin see võti ongi. Kõigil meil tuleb väga tähelepanelikult jälgida seda, mis on kirjutatud ainekavas, mis oskused ja teadmised on seal esitatud. Õpikud pakuvad alati rohkem. Õpetaja peab ainekava järgi tegema valiku õpikus pakutavast. Teatavasti on matemaatika ainekava tugevalt kärbitud. Seega peaks jätkuma aega elulise rakendusega nii ilmutamata kui ka ilmutatud andmetega, nii tuttava kui ka uudse lahendusteega ülesannete lahendamiseks.

LISA 1

ÜLEVAADE ÕPILASTE OSKUSTEST LOODUSTEADUSTE ÜLD- JA ALASKAALADE KUUEL SAAVUTUSTASEMEL

Tabel 1. Ülevaade õpilaste oskustest kuuel saavutustasemel loodusteaduste üldskaalal

Tase	Õpilaste % (OECD keskmine ja Eesti)	Õpilased peaksid oskama
6	1,3% OECD ja riikide 1,4 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 6. taseme ülesandeid	<p>Õpilased oskavad 6. tasemel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • identifitseerida, selgitada ja kasutada <i>loodusteaduste alaseid</i> teadmisi ja teadmisi <i>loodusteaduste kohta</i> erinevates elusituatsioonides; • seostada erinevaid infoallikaid ja selgitusi ning kasutada nende allikate tõendusmaterjali otsuste tegemiseks; • arusaadavalt ja järjekindlalt demonstreerida kõrgel tasemel teadustlikku mõtlemist ja arutlemist, samuti tahe kasutada teaduslikku argumenteerimisoskust lahenduste leidmiseks uutes teaduslikes ja tehnoloogilistes olukordades; • kasutada teaduslikke teadmisi, argumenteerimisoskust lahenduste leidmiseks isiklikes, sotsiaalsetes ja globaalsetes olukordades.
5	9,0% OECD riikide ja 11,5 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 5. taseme ülesandeid	<p>Õpilased oskavad 5. tasemel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • määratleda loodusteaduslikke nähtusi erinevates elusituatsioonides, kasutada nendes olukordades teaduslike mõisteid ja <i>loodusteaduste alaseid</i> teadmisi; • võrrelda, hinnata ja valida mingi elusituatsiooni jaoks sobivat teaduslikku tõendusmaterjali; • omavad väljakujunenud uurimisoskusi, oskavad esitada küsimusi, seostada teadmisi ja tõsta esile kriitilisi perspektiive; • anda kriitiliselt analüüsid tõendusmaterjalil põhinevaid ja argumenteeritud selgitusi.
4	29,3% OECD riikide ja 37,7 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 4. taseme ülesandeid	<p>Õpilased oskavad 4. tasemel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tõhusalt tegelda situatsioonide ja teemadega, mis on seotud olukordadega, kus on vaja teha järeldusi teaduse või tehnoloogia rolli kohta; • valida välja ja lõimida selgitusi erinevatest teaduse ja tehnoloogia valdkondadest ja seostada need erinevate igapäevaelu nähtustega; • peegeldada oma tegevusi ja arutleda otsustuste üle, kasutades loodusteaduslikke teadmisi ja tõendusmaterjali.
3	56,7% OECD riikide ja 71,4 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 3. taseme ülesandeid	<p>Õpilased oskavad 3. tasemel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • määratleda erinevates kontekstides selgelt kirjeldatud teaduslike teemasid; • valida välja fakte ja teadmisi nähtuste selgitamiseks ja rakendada lihtsamaid mudeleid või uurimisstrateegiaid; • interpreteerida ja kasutada loodusteaduste erinevate valdkondade teaduslike mõisteid ja neid otseselt rakendada; • esitada lühikesi väiteid kasutades fakte ja teha otsustusi, tuginedes loodusteaduslikele teadmistele.

2	80,8% OECD riikide ja 92,4 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 2. taseme ülesandeid	Õpilased 2. tasemel: <ul style="list-style-type: none"> • omavad piisavalt loodusteaduste alaseid teadmisi, et pakkuda võimalikke selgitusi tuttava konteksti kohta ja teha järeldusi, tuginedes lihtsamale uurimisele; • on võimelised arutlema loodusteadusliku uurimuse või tehnoloogilise probleemi lahenduse üle ja interpreteerima tulemusi.
1	94,8% OECD riikide ja 99,1 % Eesti õpilastest suudavad lahendada 1. taseme ülesandeid	Õpilased 1. tasemel: <ul style="list-style-type: none"> • omavad loodusteaduslikke teadmisi nii piiratult, et nad on võimelised neid kasutama ainult üksikutes väga tuttavates olukordades; • oskavad anda loodusteaduslikke selgitusi, mis tulenevad silmanähtavalt ja otseselt antud tõendusmaterjalidest.

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD

Tabel 2. Ülevaade õpilaste oskustest kuuel saavutustasemel skaalal: **loodusteaduslike küsimuste äratundmine**

Õpilaste üldised oskused igal tasemel	Õpilased peaksid oskama
1,3% OECD ja 0,3 % Eesti riikide õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 6. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased on võimelised mõistma ja selgitama keerulisi teaduslikke uuringuid.	<ul style="list-style-type: none"> • sõnastada katse kirjelduse aspektid, nii et need sobiksid vastava teadusliku küsimuse uurimiseks; • planeerida uuring, mis sobiks vastava teadusliku küsimuse uurimiseks; • määrata kindlaks muutujad, mida on vaja uuringu käigus kontrollida, ja sõnastada nende kontrollimise meetodid.
8.4% OECD riikide ja 5,8 % Eesti õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 5. taseme ülesandeid	
Sellel tasemel õpilased mõistavad teadusliku uuringu põhietappe ja oskavad määrata, kas selles küllaltki keerukas ja sageli abstraktses kontekstis saab rakendada teaduslikku meetodit. Antud eksperimenti analüüsid, oskavad nad sõnastada uurimusküsimust ja selgitada, kuidas kasutatav metodoloogia antud küsimusega seostub.	<ul style="list-style-type: none"> • määratleda väga erinevatest kontekstidest muutujad, mida uuringu käigus tuleb muuta; • mõista vajadust kontrollida kõiki kõrvalisi muutujaid ja neid piiritleda; • esitada antud teema kohta sobiv teaduslik küsimus.

28.4% OECD riikide ja 29,7 % Eesti õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 4. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad nimetada muutuvaid ja mõõdetavaid tunnuseid ning vähemalt ühe muutuja, mida tuleks kontrollida. Nad oskavad pakkuda muutujate kontrollimiseks sobivaid viise ja sõnastada uurimisküsimuse järgnevatiks uuringuteks.	<ul style="list-style-type: none"> • pakkuda kontrollivõimalusi, millega eksperimendi tulemusi saab võrrelda; • planeerida uuringuid, mille etapid on otseselt seostatud, puudub märgatav üldistustase; • teades mittekontrollitavate muutujate mõju, püüda uuringus nendega arvestada.
56.7% OECD riikide ja 66,5 % Eesti õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 3. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased on võimelised otsustama, kas antud nähtust saab uurida teaduslikult ja teadusliku uuringu kohaselt. Kirjeldataud uuringu puhul oskavad määratleda muutuvaid ja mõõdetavaid tunnuseid.	<ul style="list-style-type: none"> • identifitseerida kvantitatiivsed näitajad, mida saab uuringu käigus teaduslikult mõõta; • eristada lihtsama katse muutuvaid ja mõõdetavaid muutujad; • ära tunda võrdluse, mis on saadud kahele erinevale katsele tuginedes.
81,3% OECD riikide ja 91,1 % Eesti õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 2. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad määratleda, kas antud uuringu muutujat saab teaduslikult mõõta. Nad tunnevad ära tunnuse, mida uurija on muutnud. Õpilased oskavad hinnata lihtsa mudeli ja modelleeritava nähtuse vahelist seost. Õpilased oskavad uurimisteemade hulgast valida vastava uuringu õiged võtmesõnad.	<ul style="list-style-type: none"> • identifitseerida uuringu käigus asjasse puutuv nähtus; • näidata arusaamist, mida saab või ei saa mõõta teaduslike mõõtmisvahenditega; • leida valikute hulgast kõige sobivam katse v eesmärk; • ära tunda, mida on katse käigus muudetud (põhjus); • valida Interneti-otsingus etteantud valikust sobivaimad otsingusõnad
94,9% OECD riikide ja 98,9 % Eesti õpilastest suudab <i>loodusteaduslike küsimuste äratundmise</i> skaalal lahendada 1. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad välja pakkuda teaduslikule teemale sobilikke infoallikad. Nad oskavad sõnastada katse muutuste kvantiteeti. Nad tunnevad ära, kas uuritavat tunnust saab mõõta neile tuttava mõõtmise kaudu või mitte.	<ul style="list-style-type: none"> • valida etteantud infoallikate seast mingi teadusliku teema jaoks sobivad allikad; • sõnastada muutus, mis leiab aset etteantud lihtsa katse käigus; • ära tunda, millal konkreetset mõõtmisvahendit (õpilasele tuttavate mõõtmisvahendite hulgast) saab kasutada.

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD

Tabel 3. Ülevaade õpilaste oskustest kuuel saavutustasemel skaalal: *nähtuse teaduslik selgitamine*

Õpilaste üldised oskused igal tasemel	Õpilased peaksid oskama
1.8% OECD riikide ja 2,9 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 6. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad süsteemisest protsesside kirjeldamisel arvesse võtta erinevaid abstraktseid teaduslikke kontseptsioone ja teadmisi ning nendevahelisi seoseid.	<ul style="list-style-type: none"> demonstreerida erinevate keerukate ja abstraktsete füüsikaliste, bioloogiliste ning looduslike süsteemide mõistmist; sõnastada protsesside kirjeldamisel erinevate elementide või kontseptsioonide vahelisi seoseid;
9.8% OECD riikide ja 15,8 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 5. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad üldistada teadmisi kahe või kolme erineva teadusliku kontseptsiooni kohta ja määratleda nendevahelisi seoseid.	<ul style="list-style-type: none"> sõnastada mingi nähtuse peamised tunnused (kontseptuaalsed või faktilised) ja kasutada tunnuste kirjeldamiseks nendevahelisi seoseid; sünteesida etteantud kontekstis kaks või kolm teaduslikku ideed, anda selgitusi või ennustada tulemusi;
29.5% OECD riikide ja 42,9 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 4. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased mõistavad kõrgel üldistuse tasemel teaduslikke ideid, sealhulgas teaduslikke mudeleid. Õpilased oskavad mingi nähtuse selgitamiseks kasutada üldist teaduslikku kontseptsiooni.	<ul style="list-style-type: none"> mõista erinevaid teaduslikke mudeleid ja valida konkreetse nähtuse selgitamiseks välja sobiv mudel (nt aine osakeste mudel, planeetide mudelid, bioloogiliste süsteemide mudelid); seostada selgituse andmisel kaks või enam teemat, sh abstraktset (nt füüsilise koormusega kaasneb ainevahetuse kiirenemine lihaskudedes, mis omakorda eeldab gaasivahetuse suurenemist veres ja see saavutatakse hingamise kiirenemisega);
56.4% OECD riikide ja 72,3 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 3. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad nähtuste selgitamisel kasutada ühte või enamat konkreetset teaduslikku ideed või kontseptsiooni. Lahenduse kirjeldamisel tuntakse ära põhjus-tagajärg seosed, osatakse kasutada konkreetseid teaduslikke mudeleid.	<ul style="list-style-type: none"> mõista teadusliku süsteemi põhitunnuseid ja prognoosida süsteemi muutumise tagajärgi (nt immuunsüsteemi nõrgenemine inimestel); tuletada lihtsas ja arusaadavas kontekstis meelde mõned tähtsad faktid ja kasutada neid nähtuse selgitamisel;
80.4% OECD riikide ja 92,5 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 2. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad tulemuste ennustamiseks meelde tuletada õigeid teaduslikke fakte.	<ul style="list-style-type: none"> kirjeldada spetsiifilisi tulemusi lihtsas kontekstis, panna kirja muutuste arv ning nähtuse põhjused, kasutades vastavat teaduslikku fakti või protsessi kirjeldavaid märksõnu (nt jäätumisel vesi paisub ja laiendab kivide pragusid); meelde tuletada üldtuntud fakte (nt vaktsineerimine kaitseb haigusttekitavate viiruste eest);

94.6% OECD riikide ja 99 % Eesti õpilastest suudab <i>nähtuse teadusliku selgitamise</i> skaalal lahendada 1. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad ära tunda lihtsaid põhjus-tagajärg seoseid. Kasutatud teadmised on üldtuntud.	<ul style="list-style-type: none"> • leida valikvastuse hulgast lihtsast kontekstist õige vastus; meelde tuletada üks lihtne fakt (nt elektrivoolu määramiseks kasutatakse multimeetrit ehk testrit); • piisavate vihjete alusel ära tunda põhjus-tagajärg seosed. (Kas lihaste verevarustus on treeningu ajal suurem? <i>Jah</i> või <i>ei</i>.)

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD

Tabel 4. Ülevaade õpilaste oskustest kuuel saavutustasemel skaalal: *teadusliku tõendusmaterjali kasutamine*

Õpilaste üldised oskused igal tasemel	Õpilased peaksid oskama
2,4 % OECD riikide ja 2,2 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 6. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad olemasolevat tõendusmaterjali uurides võrrelda ja eristada konkureerivaid selgitusi. Nad oskavad sõnastada üldistusi, tuginedes erinevatest allikatest tõendusmaterjalidele.	<ul style="list-style-type: none"> • ära tunda võimalusi koostada samale tõendusmaterjalile tuginedes alternatiivseid hüpoteese; • kontrollida konkureerivaid hüpoteese, kasutades olemasolevat tõendusmaterjali; • püstitada loogiliselt põhjendatud argumenteeritud hüpoteese, kasutades erinevaid infoallikaid;
11,8 % OECD riikide ja 13,9 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 5. taseme ülesandeid.	
Sellel tasandil õpilased oskavad tõlgendada eriliigilisi andmeid. Nad oskavad määratleda ja selgitada sarnasusi ja erinevusi andmebaasis ning teha järeldusi, tuginedes seostatud tõendusmaterjalile.	<ul style="list-style-type: none"> • võrrelda ja analüüsida ühel teljestikul asuvaid andmeväärtusi; • ära tunda ja välja tuua seoseid nii graafiliselt kui ka mittegraafiliselt esitatud andmestikes, kus andmete väärtused muutuvad; • analüüsida andmete piisavust ning selle põhjal hinnata tulemuste valiidsust;
31,6 % OECD riikide ja 39 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 4. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad interpreteerida erineval viisil esitatud andmestikke ning teha nende põhjal järeldusi. Nt tabelid, joonised ja diagrammid, kus on vaja üldistada ja selgitada erinevaid suundumusi. Nad võivad kasutada andmeid sobilike ostuste tegemiseks, samuti otsustada, kas andmed toetavad antud nähtust.	<ul style="list-style-type: none"> • leida graafikult vajalik info ja võrrelda selle küsimusele vastavust; • kontrollida analüüsimisel ja järelduste tegemisel uuringu tulemusi; • tõlgendada tabelit, mis sisaldab kahte tunnust, ja leida mõistlik seos nende tunnuste vahel; • teha kindlaks tehnoloogiliste seadmete iseloom, põhjendades neid diagrammide ja üldiste teaduslike kontseptsioonidega, ning teha järeldusi kasutatava meetodi kohta;

56,3 % OECD riikide ja 69,7 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 3. taseme ülesandeid.	
Õpilased sellel tasemel on võimelised valima andmestikust vajalikku informatsiooni, et vastata küsimusele või kinnitada mingit väidet. Nad oskavad teha otsuseid lihtsas vormis esitatud andmestiku kohta. Lihtsamal olukorras võivad otsustada, kas antud informatsioon on piisav antud järelduste kinnitamiseks.	<ul style="list-style-type: none"> • vastavalt esitatud küsimustele leida tekstist õige teaduslik informatsioon; • antud tõendusmaterjali/ andmete põhjal teha õige valik sobivate ja mitesobivate järelduste vahel; • kasutada antud kontekstist tulenevaid järeldusi lihtsamate otsustuste tegemiseks või tulemuste prognoosimiseks; • otsustada, kas mingi tehnoloogilise seadmega saab antud ülesandeid lahendada;
78,1 % OECD riikide ja 89,9 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 2. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad etteantud sobivate vihjete alusel graafikutelt vastavaid näitajaid ära tunda. Nad võivad oma väidete kinnitamiseks osutada vajalikule tunnusele graafikul või lihtsamal tabelis.	<ul style="list-style-type: none"> • võrrelda kahte veergu lihtsamal mõõtmistabelis, näidata erinevusi; • osutada lihtsa joone või tulpdiaagrammiga kirjeldatud mõõtmistulemuste trendidele; • määratleda omaduste loetelust kunstlikud tunnused või omadused;
92,1 % OECD riikide ja 98,1 % Eesti õpilastest suudab <i>teadusliku tõendusmaterjali kasutamise</i> skaalal lahendada 1. taseme ülesandeid.	
Sellel tasemel õpilased oskavad küsimustele vastamisel eristada faktide hulgast või diagrammilt kontekstile vastava info; valida infot lihtsat tulpade võrdlemist nõudvalt tulpdiaagrammilt; oskavad näha tagajärg-põhjus seoseid.	<ul style="list-style-type: none"> • kasutada küsimustele vastamiseks tulpdiaagrammi, võrrelda tulpadevahelisi kõrgusi ja selgitada märgatud erinevusi; • teha sobilikke üldistusi enda ümber toimuvate loodusnähtuste kohta (nt tuuleturbiinide kiiruse muutusi põhjustab tuule kiiruse pidev muutumine).

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD

LISA 2**PISA 2006 LÕPPARUANDES AVALIKUSTATUD ÜLESANDED****SISUKORD**

90	GENEETILISELT MUUNDATUD PÕLLUKULTUURID
92	PÄIKESEKAITSEKREEMID
97	RIIDED
99	SUUR KANJON
102	MARY MONTAGU
105	TERVISESPORT
108	HAPPEVIHMAD
112	KASVUHOONE

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD

NB!

- Järgnevad ülesanded on identsed PISA 2006 eestikeelsete õpilaste testivihikute ja kodeerijate hindamisvihikute ülesannetega.
- Pealkirjades esinevad jooniste viited (näiteks: Fig. 2.22) viitavad PISA 2006 raporti *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World* joonistele peatükis 2.

GENEETILISELT MUUNDATUD PÕLLUKULTUURID.

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

Tase: 2

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 80-81 Fig. 2.22

GENEETILISELT MUUNDATUD PÕLLUKULTUURID

GM-MAIS TULEB ÄRA KEELATA

Looduskaitsega tegelevad organisatsioonid nõuavad, et uus, geneetiliselt muundatud (GM) mais keelustataks.

GM-maisile ei mõju uus, tugevatoimeline umbrohumürk, mis hävitab tavalisi maisitaimi. Uus umbrohumürk hävitaks enamuse maisipõldudel kasvavast umbrohust.

Looduskaitsete arvates on uue umbrohumürgi kasutamine GM-maisipõldudel keskkonnale kahjulik, kuna umbrohtu, mida selle mürgiga hävitatakse, söövad putukad ja väiksemad loomad. GM-maisi kasutamise pooldajad väidavad, et teaduslike uuringute põhjal seda ei juhtu.

Artiklis on välja toodud ülalmainitud uuringutest järgnevad üksikasjad:

- Maisi külvati 200 põllule üle kogu riigi.
- Iga põld jagati pooleks. Ühel pool kasvatati GM-maisi ja kasutati uut tugevat umbrohumürki ning teisel pool tavalist maisi ja umbrohumürki.
- Maisi seest leitud putukaid oli ühepalju nii uue umbrohumürgiga töödeldud GM-põllul kui ka tavalise umbrohumürgiga töödeldud tavalisel põllul.

3. küsimus: GENEETILISELT MUUNDATUD PÕLLUKULTUURID *S508Q03*

Maisi külvati 200 põllule üle kogu riigi. Miks kasutasid teadlased rohkem kui ühte põldu?

- A Et rohkem põllumehi saaks uut GM-maisi katsetada.
- B Et näha, kui palju GM-maisi nad on suutelised kasvatama.
- C Et võimalikult palju põllutükke GM-maisiga katta.
- D Et kasvatada maisi võimalikult erinevates kasvutingimustes.

geneetiliselt muundatud PÕLLUKULTUURID: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus

Kood 1: D. Et kasvatada maisi võimalikult erinevates kasvutingimustes.

Küsimuse tüüp: Valikvastustega küsimus

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

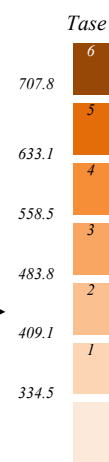
Teadmiste valdkond: Loodusteaduslik uurimine (teadmised loodusteaduste kohta)

Rakenduse valdkond: Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud/riskid

Kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 421

Õigete vastuste protsent: 73.57%



Küsimus 10N: GENEETILISELT MUUNDATUD PÕLLUKULTUURID		S508Q10N			
Kuivõrd Sind huvitab järgmine info?					
Tee ristike ainult ühte ruutu igas reas.					
		Väga huvitab	Üldiselt huvitab	Vähe huvitab	Ei huvita
a)	Uurida meetodeid, kuidas taimi geneetiliselt muundatakse	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
b)	Uurida, miks mõnele taimele umbrohumürk ei mõju	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
c)	Aru saada taimede ristamise ja geneetilise muundamise erinevustest	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

PÄIKESEKAITSEKREEMID

Oskused: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine (Q2, Q3 and Q4) ja teadusliku tõendusmaterjali kasutamine (Q5)

Tasemed: 3 ja 4

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 82-85 Fig. 2.23

PÄIKESEKAITSEKREEMID

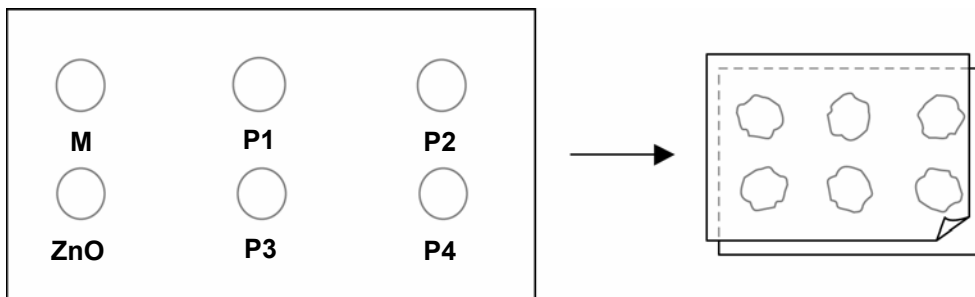
Marju ja Tanel arutasid, milline päikesekaitsekreem kaitseb nende nahka kõige paremini. Päikesekaitsetooteid iseloomustab nn päikesekaitsetegur (SPF), mis näitab, kui hästi see toode neelab ultraviolettkiirgust. Kõrge SPF-iga toode kaitseb nahka kauem kui madala SPF-iga toode.

Marju tuli mõttele, kuidas erinevaid päikesekaitsevahendeid võrrelda. Marju ja Tanel kogusid kokku järgmised asjad:

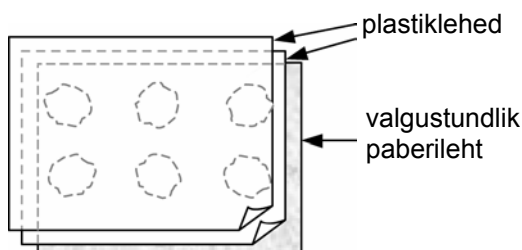
- kaks lehte heledat plastikut, mis ei neela päikesevalgust;
- üks leht valgustundlikku paberit;
- mineraalõli (M) ja kreem, mis sisaldab tsinkoksiidi (ZnO);
- neli erinevat päikesekaitsevahendit P1, P2, P3, ja P4.

Marju ja Tanel valisid mineraalõli, kuna see laseb enamiku päikesevalgust läbi, ja tsinkoksiidi, kuna see blokeerib päikesevalguse peaaegu täielikult.

Tanel pani ühe tilga iga ainet ringide keskele, mis olid joonistatud ühele plastik- lehele, ja asetas siis teise plastiklehe sinna peale. Ta asetas lehtede peale suure raamatu, mis surus lehed kokku.



Seejärel pani Marju plastiklehed valgustundliku paberilehe peale. Valgustundlik paber muutub sõltuvalt päikese käes olnud ajast tumehallist valgeks (või hästi heledaks halliks). Lõpuks asetas Tanel lehed päikesepaistelisse kohta.



2. küsimus: PÄIKESEKAITSEKREEMID**S447Q02**

Milline väide kirjeldab teaduslikult mineraalõli ja tsinkoksiidi osa päikesekaitse-kreemide efektiivsuse võrdlemisel?

- A Nii mineraalõli kui tsinkoksiid on testitavad tegurid.
- B Mineraalõli on testitav tegur ja tsinkoksiid on etalonaine.
- C Mineraalõli on etalonaine ja tsinkoksiid on testitav tegur.
- D Nii mineraalõli kui tsinkoksiid on etalonained.

PÄIKESEKAITSEKREEMID: PUNKTIARVESTUS 2**Õige vastus**

Kood 1: D. Nii mineraalõli kui tsinkoksiid on etalonained.

Vale vastus

Kood 0: Muud vastused.

Kood 9: Vastus puudub.

Küsimuse tüüp: Valikvastustega küsimus

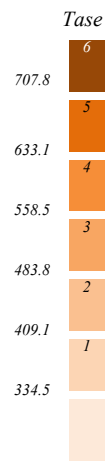
Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

Teadmiste valdkond: Loodusteaduslik uurimine (teadmised loodusteaduste kohta)

Rakendamise valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: 588

**3. küsimus: PÄIKESEKAITSEKREEMID****S447Q03**

Millisele küsimusele otsivad Marju ja Tanel vastust?

- A Milline on päikesekaitsekreemide kaitsevõime omavahelises võrdluses?
- B Kuidas päikesekaitsekreemid kaitsevad nahka ultraviolettkiirguse eest?
- C Kas on olemas päikesekaitsekreemi, mis kaitseb vähem kui mineraalõli?
- D Kas on olemas päikesekaitsekreemi, mis kaitseb rohkem kui tsinkoksiid?

PÄIKESEKAITSEKREEMID: PUNKTIARVESTUS 3**Õige vastus**

Kood 1: A. Milline on päikesekaitsekreemide kaitsevõime omavahelises võrdluses?

Vale vastus

Kood 0: Muud vastused.

Kood 9: Vastus puudub.

Küsimuse tüüp: Valikvastustega küsimus

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

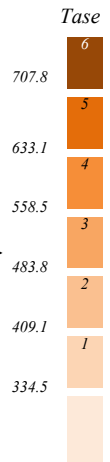
Teadmiste valdkond: Loodusteaduslik uurimine (teadmised loodusteaduste kohta)

Rakendamise valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: 499

Õigete vastuste protsent: 58.34%



4. küsimus: PÄIKESEKAITSEKREEMID

S447Q04

Miks suruti esimesele lehele teine plastikleht peale?

- A Et vältida tilkade kuivamist.
- B Et hajutada tilgad võimalikult laiali.
- C Et hoida tilgad neile ettenähtud ringides.
- D Et tilgad muutuksid ühesuguse paksusega kihtideks.

PÄIKESEKAITSEKREEMID: PUNKTIARVESTUS 4

Õige vastus

D. Et tilgad muutuksid ühesuguse paksusega kihtideks.

Küsimuse tüüp: Valikvastustega küsimus

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

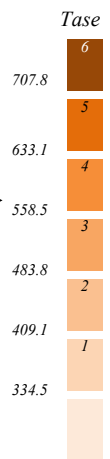
Teadmiste valdkond: Loodusteaduslik uurimine (teadmised loodusteaduste kohta)

Rakenduse valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: 574

Õigete vastuste protsent: 42.99%

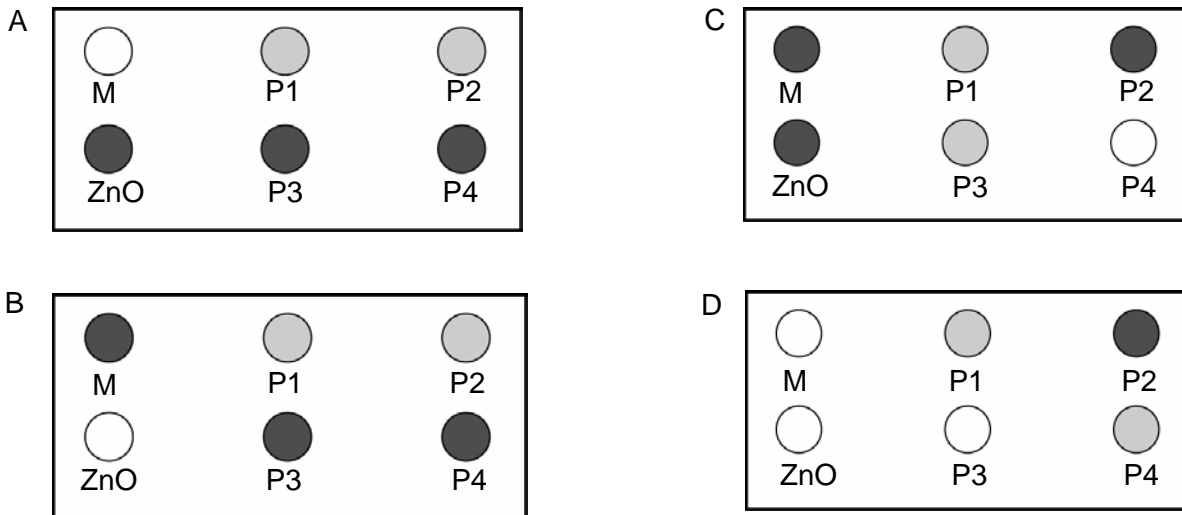


5. küsimus: PÄIKESEKAITSEKREEMID

S447Q05

Valgustundlik paber on tumehall ning muutub helehalliks, kui on veidi aega päikese käes, ja valgeks, kui on päikese käes kaua.

Milline neist joonistest näitab, mis tegelikult juhtub? Põhjenda oma valikut.



Vastus:

Põhjendus:

PÄIKESEKAITSEKREEMID: PUNKTIARVESTUS 5

Õige vastus

Kood 2: A. Koos seletusega, et ZnO all olev koht jäi tumehalliks (kuna ZnO ei lase päikesevalgust läbi), ja M-i all olev koht muutus valgeks (kuna mineraalõli neelab vähe päikesevalgust).

(Sulgudes esitatud täiendavaid selgitusi ei ole vaja lisada, ehkki need on sobivad).

A. ZnO on blokeerunud päikesevalguse, nii nagu peab, ja M on päikesevalguse läbi lasknud. Ma valisin A, kuna mineraalõli peab olema heledaima varjuga, samas kui tsinkoksiid on tumedaim.

Osaliselt õige vastus

Kood 1: A. Vastuses on õige põhjendus kas ZnO laigu **või** M-i laigu kohta, kuid **mitte** mõlema kohta **ja** ei anta vale selgitust teise laigu kohta.
A. Mineraalõli annab kõige vähem kaitset UV vastu. Niisiis ei muutu paber teiste ainete puhul valgeks.
A. Tsinkoksiid neelab praktiliselt kõik kiired ja joonis näitab seda.

Vale vastus

Kood 0: Muud vastused.

A. Kuna ZnO blokeerib valguse ja M neelab selle.

B. ZnO blokeerib päikesevalguse ja mineraalõli laseb selle läbi.

Kood 9: Vastus puudub.

Küsimuse tüüp: vabalt vastatavad küsimused

Oskus: Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine

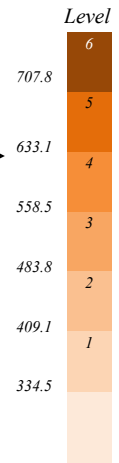
Teadmiste valdkond: Teaduslikud selgitused (loodusteaduste alased teadmised)

Rakenduse valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: Õige vastus 629, osaliselt õige vastus 616

Õigete vastuste protsent: 27.10 %



RIIDED

Oskused: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine (Q1) ja Nähtuste selgitamine teaduslikult (Q2)

Tase: 1

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 89-90. **Fig. 2.26.**

RIIDED

Loe teksti ja vasta järgnevale küsimustele.

RIIDED, TEKST

Briti teadlaste rühm töötab välja “intelligentseid” riideid, mis annavad puudega lastele “rääkimisvõime”. Lapsed, kes kannavad unikaalsest elektrikangast veste, mis on ühendatud kõnesüntesaatoriga, suudavad end väljendada, koputades puutetundlikule materjalile.

Materjal on tehtud tavalisest kangast ja keerukast, süsinikuga immutatud kiudvõrgust, mis juhib elektrit. Kui kangale vajutada, muutuvad elektrit juhtivad kiude läbivad signaalid ning arvutikiip suudab tuvastada kohti, kus riiet puudutati. See vajutus võib käivitada arvutiga ühendatud mistahes elektroonilise seadme, mis ei pruugi olla suurem kahest tikutopsist.

“Nutikust nõuab sellise kanga kudumine ja selles signaalide edastamine – me oskame seda kududa olemasolevate vabriku-kangaste sisse nii, et seda pole näha,” ütleb üks teadlastest.

Riiet saab pesta, mähkida millegi ümber või kortsutada ilma seda kahjustamata. Teadlane väidab ka, et selle materjali masstootmine on odav

1. küsimus: RIIDED

S213Q01

Kas neid artiklis toodud väiteid saab teaduslaboris testida?

Tee iga variandi juures ring ümber sõnale “Jah” või “Ei”.

Materjali saab	Kas seda artikli väidet saab teaduslaboris testida?
pesta ilma seda kahjustamata.	Jah / Ei
mähkida millegi ümber ilma seda kahjustamata.	Jah / Ei
kortsutada ilma seda kahjustamata.	Jah / Ei
masstoodanguna odavalt valmistada.	Jah / Ei

Õige vastus Jah, Jah, Jah, Ei – antud järjekorras.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

Teadmiste valdkond: Loodusteadulik uurimus (Teadmised loodusteaduste kohta)

Rakenduse valdkond: Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud/riskid

Kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 567

Õigete vastuste protsent: 47.90%



2. küsimus: RIIDED

S213Q02

Millise laboriseadme abil saab kontrollida, kas kangas juhib elektrit?

- A Voltmeeter
- B Valgusmõõdik
- C Mikromeeter
- D Helitugevuse mõõtur

RIIDED: PUNKTIARVESTUS 2

Õige vastus: A. Voltmeeter.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

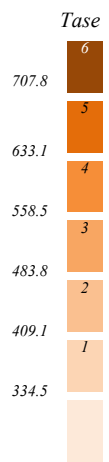
Teadmiste valdkond: Tehnoloogilised süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakenduse valdkond: Loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud/riskid

Kontekst: Personaalne

Raskus: 399

Õigete vastuste protsent: 79.38%



SUUR KANJON

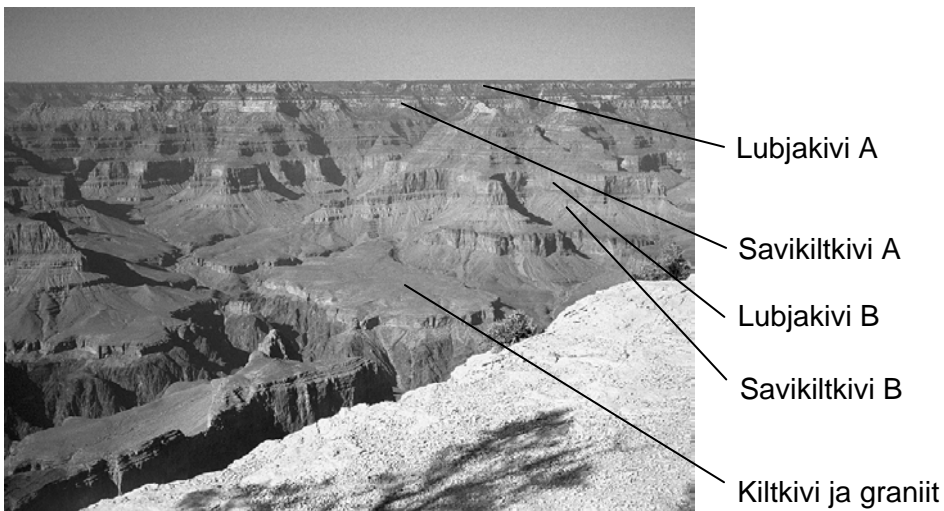
Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

Tasemed: 1 ja 2

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 91-93. **Fig. 2.27.**

SUUR KANJON

Suur kanjon asub kõrbealal USA-s. See on väga suur ja sügav kanjon paljude kivimikihtidega. Kunagi ammu kergitasid maakoore liikumised need kihid pinnale. Kohati on Suur kanjon nüüd 1,6 km sügav. Kanjoni põhjast voolab läbi Colorado jõgi.



Vaata Suure kanjoni fotot, mis on tehtud selle lõunaservast. Kanjoni seintes on näha mitmeid erinevaid kivimikihte.

7. küsimus: SUUR KANJON

S426Q07

Igal aastal külastab Suure kanjoni rahvusparki umbes viis miljonit inimest. Nii suur külastajate arv kahjustab parki ja see teeb muret.

Kas järgmistele küsimustele saab vastuse anda teaduslik uuring? Tee iga küsimuse juures ring ümber sõnale "Jah" või "Ei".

Kas sellele küsimusele saab vastuse anda teaduslik uuring?	Jah või Ei?
Kui suurt erosiooni põhjustab matkaradade kasutamine?	Jah / Ei
Kas pargiala on niisama kaunis nagu 100 aastat tagasi?	Jah / Ei

SUUR KANJON: PUNKTIARVESTUS 7**Õige vastus**

Mõlemad õiged: Jah, Ei – antud järjekorras.

3. küsimus: SUUR KANJON

S426Q03

Temperatuur Suures kanjonis võib muutuda alates alla 0 °C kuni üle 40 °C. Kuigi see on kõrbeala, leidub kaljulõhedes mõnikord vett. Kuidas need temperatuurikõikumised ja kaljulõhedes olev vesi kivimite lagunemist kiirendavad?

- A Külmuv vesi lahustab sooje kivimeid.
- B Vesi seob kivimid kokku.
- C Jää tasandab kaljude pinda.
- D Külmuv vesi paisub kaljulõhedes.

SUUR KANJON: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus D. Külmuv vesi paisub kaljulõhedes.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

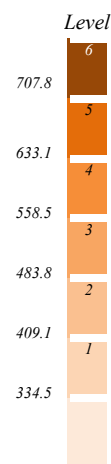
teadmiste valdkond: Maa ja universumi süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

rakenduse valdkond: Keskkond

kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 451

Õigete vastuste protsent: 67.61%

**5. küsimus: SUUR KANJON**

S426Q05

Suure kanjoni lubjakivikihis A on palju kivistunud mereasukaid nagu merekarpe, kalu ja koralle. Mis juhtus miljoneid aastaid tagasi, et sealt on võimalik selliseid fossiile leida?

- A Ildsetel aegadel tõid inimesed ookeanist sellesse piirkonda merest saadavat toitu.
- B Ookeanid olid kunagi palju tormisemad ning hiiglaslikud lained uhtusid mereasukad sisemaale.
- C Kunagi kattis seda ala ookean, mis hiljem taandus.
- D Mõned mereasukad elasid varem kuival maal ja alles hiljem läksid merre.

SUUR KANJON: PUNKTIARVESTUS 5

Õige vastus

C. Kunagi kattis seda ala ookean, mis hiljem taandus.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

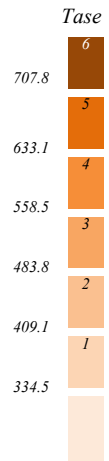
Teadmiste valdkond: Maa ja universumi süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Looduslikud ressursid

Kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 411

Õigete vastuste protsent: 75.79%



Küsimus 10S: SUUR KANJON					S426Q10S
Kuivõrd Sa nõustud järgmiste väidetega?					
Tee ristike ainult ühte ruutu igas reas.					
		Täiesti nõustun	Nõustun	Eriti ei nõustu	Üldse ei nõustu
d)	Oluline on fossiilide süstemaatiline uurimine.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
e)	Rahvusparkide kaitsmine kahjustuste eest peaks põhinema teaduslikel faktidel.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
f)	Oluline on geoloogiliste kivimikihtide teaduslik uurimine.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

MARY MONTAGU

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

Tasemed: 2 ja 3

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 94-96. **Fig. 2.28.**

MARY MONTAGU

Loe läbi järgnev ajaleheartikkel ja vasta selle järel olevatele küsimustele.

VAKTSINEERIMISE AJALUGU

Mary Montagu oli ilus naine. 1715. a haigestus ta rõugetesse ja sai terveks, aga haiguse tagajärjel jäid ta nahale armid. 1717.a Türgis elades nägi ta kaitsepookimiseks nimetatavat meetodit, mis oli seal laialdaselt kasutusel. See ravivõte kujutas endast nõrgatoimelise rõugeviiruse viimist terve noore inimese nahal olevasse kriimustusse, mille tulemusel inimene haigestus, aga enamikel juhtudel ainult kergemakujulisse haigusvormi.

Mary Montagu oli nii veendunud nende kaitsepookimiste ohutuses, et lubas neid teha oma pojale ja tütrele.

Et tekitada antikehi rõugete vastu, kasutas Edward Jenner 1796.a kaitsepookimiseks sarnast haigust, lehmarõugeid. Võrreldes rõugete kaitsepookimisega, annab see ravivõte palju vähem kõrvalnähte ja ravitud inimesed ei saa teisi nakatada. Ravivõte sai tuntuks vaktsineerimise nime all.

2. küsimus: MARY MONTAGU

S477Q02

Milliste haiguste vastu saab inimesi vaktsineerida?

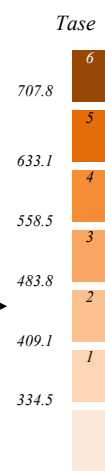
- A Pärilikud haigused, nt veritsustõbi.
- B Viirushaigused, nt lastehalvatus.
- C Keha valest funktsioneerimisest tulenevad haigused, nt suhkruhaigus.
- D Kõik ravimatud haigused.

MARY MONTAGU: PUNKTIARVESTUS 2

Õige vastus

- B. Viirushaigused, nt lastehalvatus
-

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik
Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult
Teadmiste valdkond: Elussüsteemid (loodusteaduste alased teadmised)
Rakenduse valdkond: Tervis
Kontekst: Sotsiaalne
Raskus: 436
Õigete vastuste protsent: 74.88%



3. küsimus: MARY MONTAGU

S477Q03

Kui loomad või inimesed haigestuvad bakterite poolt põhjustatud nakkushaigusesse ja siis tervenevad, ei haigestu nad tavaliselt enam samasse bakteriaalsesse haigusesse.

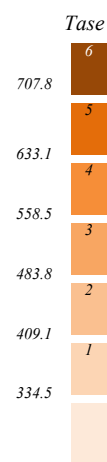
Mis on selle põhjus?

- A. Organism on tapnud kõik bakterid, mis võivad põhjustada sama liiki haiguse.
- B. Organism on tootnud antikehi, mis hävitavad seda liiki bakterid enne, kui need jõuavad paljuneda.
- C. Punased verelibled hävitavad kõik bakterid, mis võivad põhjustada sama liiki haiguse.
- D. Punased verelibled püüavad seda liiki bakterid kinni ja viivad need organismist välja.

MARY MONTAGU: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus B. Organism on tootnud antikehi, mis hävitavad seda liiki bakterid enne, kui need jõuavad paljuneda.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik
Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult
Teadmiste valdkond: Elussüsteemid (Loodusteaduste alased teadmised)
Rakenduse valdkond: Tervis
Kontekst: Sotsiaalne
Raskus: 431
Õigete vastuste protsent: 75.13%



4. küsimus: MARY MONTAGU

477Q04

Nimeta üks põhjus, miks soovitatakse eriti just väikeseid lapsi ja vanu inimesi gripi vastu vaktsineerida.

MARY MONTAGU: PUNKTIARVESTUS 4

Õige vastus

Kood 1: Vastus osutab, et väikeste laste ja/või vanade inimeste immuunsüsteem on nõrgem kui teistel vms.

Kommentaar hindajatele: Pakutud põhjus(ed) peab(peavad) osutama *spetsiifiliselt* noortele või vanadele inimestele, mitte kõigile üldiselt. Samuti peab vastus osutama otseselt või kaudselt, et nendel inimestel on nõrgem immuunsüsteem kui teistel inimestel, mitte et nad on üldiselt "nõrgemad".

Nende inimeste vastupanuvõime haigestumisele on madalam.

Lapsed ja vanad ei saa haigusest nii kergelt jagu kui teised.

Nad jäävad grippi suurema tõenäosusega.

Kui nad jäävad grippi, siis põevad nad seda raskemalt kui teised inimesed.

Sest väikeste laste ja vanemate inimeste organismid on nõrgemad.

Vanad inimesed haigestuvad kergemini.

Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

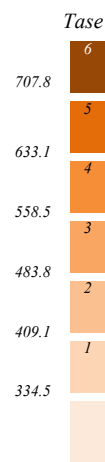
Teadmiste valdkond: Elussüsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Tervis

Kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 507

Õigete vastuste protsent: 61.73%



Küsimus 10S: MARY MONTAGU		S477Q10S			
Kuivõrd Sa nõustud järgmiste väidetega?					
Tee ristike ainult ühte ruutu igas reas.					
		Täiesti nõustun	Nõustun	Eriti ei nõustu	Üldse ei nõustu
a)	Pooldan uute gripitüvede vaktsiini väljatöötamise uuringuid.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b)	Haiguse põhjust saab kindlaks teha üksnes teadusliku uuringu abil.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c)	Teaduslikult tuleks uurida mittetavapäraste ravimeetodite tõhusust.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

TERVISESPORT

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

Tasemed: 1 ja 4

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 97-98. **Fig. 2.29**

TERVISESPORT

Regulaarne, kuid mõõdukas tervisesport on tervisele kasulik.



1. küsimus: TERVISESPORT

S493Q01

Mis on regulaarse tervisespordiga tegelemise eelised? Tee iga küsimuse juures ring ümber sõnale “Jah” või “Ei”.

Kas see on regulaarse tervisespordiga tegelemise eelis?	Jah või Ei?
Tervisespordiga tegelemine aitab vältida südame- ja veresoonkonnahaigusi.	Jah / Ei
Tervisespordiga tegelemine viib tervisliku toitumiseni.	Jah / Ei
Tervisespordiga tegelemine aitab vältida rasvumist.	Jah / Ei

TERVISESPORT: PUNKTIARVESTUS 1

Õige vastus Kõik kolm õiget: Jah, Ei, Jah – antud järjekorras.

3. küsimus: TERVISESPORT**S493Q03**

Mis juhtub, kui koormata lihaseid? Tee iga küsimuse juures ring ümber sõnale “Jah” või “Ei”.

Kas see nähtus esineb, kui koormata lihaseid?	Jah või Ei?
Lihaste verevarustus paraneb.	Jah / Ei
Lihastes moodustuvad rasvad.	Jah / Ei

TERVISESPORT: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus Mõlemad õiged: Jah, Ei – antud järjekorras.

Küsimuse tüüp: Mitmikvalikuga küsimus

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

Teadmiste valdkond: Elussüsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

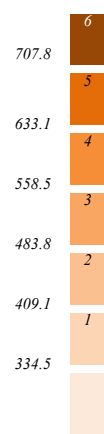
Rakendamise valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: 386

Õigete vastuste protsent: 82.40%

Level

**5. küsimus: TERVISESPORT****S493Q05**

Miks tuleb tervisesporti tehes palju sügavamalt hingata kui puhates?

.....

.....

TERVISESPORT: PUNKTIARVESTUS 5

Õige vastus

Kood 11: Et suurenenud süsihappegaasi kogus kehast väljuks ja sinna tuleks rohkem hapnikku. (Mitte nõustuda sõnaga “õhk” “süsihappegaasi” ja “hapniku” asemel.)

- Kui teha tervisesporti, vajab keha rohkem hapnikku ja toodab rohkem süsihappegaasi. See toimub hingamisel.

- Kiirem hingamine suurendab hapniku kogust veres ning aitab paremini süsihappegaasi verest eemaldada.
- Kui teha tervisesporti, vajab keha rohkem hapnikku ja toodab rohkem süsihappegaasi. See toimub hingamisel.
- Kiirem hingamine suurendab hapniku kogust veres ning aitab paremini süsihappegaasi verest eemaldada.

Kood 12: Et eemaldada *suuremat* süsihappegaasi kogust sinu kehast **või** varustada keha *suurema* koguse hapnikuga, aga mitte mõlemat. (Mitte nõustuda sõnaga “õhk” “süsihappegaasi” ja “hapniku” asemel.)

- Vaja on lahti saada suuremast süsihappegaasi kogusest.
- Sest lihased vajavad hapnikku. (Mõte on selles, et tehes kehalisi harjutusi (kasutades oma lihaseid) vajab su keha rohkem hapnikku.)
- Sest kehaline tegevus kasutab hapniku ära.
- Sa hingad sügavamalt, sest sa võtad oma kopsudesse rohkem hapnikku. (Kohmakalt väljendatud, aga on ära märgitud, et sa oled varustatud suurema hapnikukogusega.)
- Kuna sa kasutad nii palju energiat, vajab su keha sissehingamisel kahe- või kolmekordset õhukogust. Samuti on vajalik süsihappegaasi eemaldamine sinu kehast. (Kood 12 teise lause eest. Mõte on selles, et sinu kehast on vaja tavalisest rohkem süsihappegaasi eemaldada; esimene lause ei ole vasturääkiv, kuigi eraldi seistes saaks ta koodi 01.)

Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

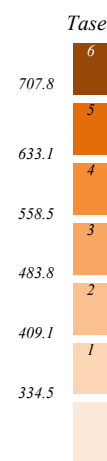
Teadmiste valdkond: Elussüsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Tervis

Kontekst: Personaalne

Raskus: 583

Õigete vastuste protsent: 45.16 %



HAPPEVIHMAD

Oskused: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine (Q5), Nähtuste selgitamine teaduslikult ja Teadusliku tööndusmaterjali kasutamine (Q3)

Tasemed: 3 ja 5

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 104-107. Fig. 2.32.

HAPPEVIHMAD

Alltoodud foto kujutab karüatiidideks nimetatavaid kujusid, mis paigutati Ateena Akropolile rohkem kui 2500 aastat tagasi. Kujud on tehtud kivimist, mida nimetatakse marmoriks. Marmor koosneb kaltsiumkarbonaadist.

1980. a viidi originaalkujud Akropoli muuseumisse ja nende asemele paigutati välja koopiad. Originaalkujud olid kahjustanud happelihmad.



2. küsimus: HAPPEVIHMAD

S485Q02

Tavaline vihm on pisut happeline, kuna õhust on sellesse neeldunud süsihappegaasi. Happevihm on tavalisest vihmast happelisem, kuna see sisaldab teisigi neeldunud gaase, nt vääveloksiide ja lämmastikoksiide.

Kust satuvad vääveloksiidid ja lämmastikoksiidid õhku?

.....

HAPPEVIHMAD: PUNKTIARVESTUS 2

Õige vastus

Kood 2: Autode heitgaasidest, tehaste heitgaasidest, fossiilkütuste (nt nafta ja söe) põletamisjääkidest, vulkaanilistest gaasidest jms.
Söe ja gaasi põletamisest.
Oksiidid satuvad õhku tehaste ja vabrikute saastest.
Vulkaanid.
Elektrijaamade suits. (*“Elektrijaamad” on võetud selleks, et kaasata jõujaamad, mis põletavad fossiilkütuseid.*)
Need tulevad põlevatest materjalidest, mis sisaldavad väävlit ja lämmastikku.

Osaliselt õige vastus

Kood 1: Vastused, mis sisaldavad nii valesid kui õigeid saastatuse põhjustajaid.
Fossiilkütustest ja tuumaelektrijaamadest. (*Tuumaelektrijaamad ei põhjusta happevihmu.*)
Oksiidid tulevad osoonist, atmosfäärist ja Maa poole liikuvatest meteoroididest. Samuti fossiilkütuste põletamisest.

Vastused, mis viitavad “saastusele”, aga ei näita saastuse allikat, mis on oluliseks happevihma põhjustajaks.

Saastumisest.

Üldiselt keskkonnast, atmosfäärist, milles me elame – nt saastumisest.

Gaasistumine, saastus, põlengud, sigaretid. (*Ei ole selge, mida on mõeldud “gaasistumise” all; “põlengud” ei ole piisavalt konkreetne; sigaretsuits ei ole märkimisväärne happevihma põhjustaja.*)

Näiteks selline saastatus, mis tuleb tuumaelektrijaamadest.

Happegihma mõju marmorile saab modelleerida, pannes marmoritükikesed ööseks äädikalahusesse. Äädikalahusel ja happegihmal on enam-vähem sama happelisus. Kui marmoritükike pannakse äädikalahusesse, tekivad gaasimullid. Enne ja pärast katset saab määrata kuiva marmoritükikese massi.

Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

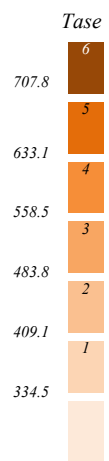
Teadmiste valdkond: Füüsikalised süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Riskid / ohud

Kontekst: Sotsiaalne

Raskus: 532

Õigete vastuste protsent: 57.71%



Happegihma mõju marmorile saab modelleerida, pannes marmoritükikesed ööseks äädikalahusesse. Äädikalahusel ja happegihmal on enam-vähem sama happelisus. Kui marmoritükike pannakse äädikalahusesse, tekivad gaasimullid. Enne ja pärast katset saab määrata kuiva marmoritükikese massi.

3. küsimus: HAPPEVIHMAD

S485Q03

Enne seda, kui see ööseks äädikalahusesse pandi, oli marmoritükikese mass 2,0 grammi. Järgmisel päeval võeti see välja ja kuivatati. Milline on kuiva marmoritükikese mass nüüd?

- A Alla 2,0 grammi
- B Täpselt 2,0 grammi
- C 2,0 kuni 2,4 grammi
- D Üle 2,4 grammi

HAPPEVIHMAD: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus A. Alla 2,0 grammi

Küsimuse tüüp: Mitmikvalik

Oskus: Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine

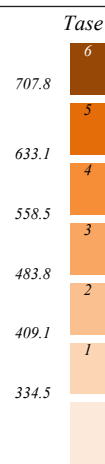
Teadmiste valdkond: Füüsilised süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Riskid/johud

Kontekst: Personaalne

Raskus: 460

Õigete vastuste protsent: 66.73%

**5. küsimus: HAPPEVIHMAD**

S485Q05

Õpilased, kes seda katset läbi viisid, panid marmoritükikese ööseks ka puhtasse (destilleeritud) vette. Selgita, miks õpilased tegid ka sellise katse.

HAPPEVIHMAD: PUNKTIARVESTUS 5

Õige vastus

- Kood 2: Et võrrelda tulemusi eelmise, marmori ja äädika vahelise katsega, **ning** et nii näidata, et hape (äädikas) on reaktsiooni toimumiseks vajalik.
Et näidata, et reaktsiooni toimumiseks peab vihmavesi olema samamoodi happeline nagu happeline vihm.
Et näha, kas on teisi põhjendusi marmortükiketes olevatele aukudele.
Sest katse näitab, et ega marmortükikese igal vedelikuga ei reageeri, vesi on ju neutraalne.

Osaliselt õige vastus

- Kood 1: Et võrrelda tulemusi eelmise, äädika ja marmori vahelise katsega, ei ole aga selgitatud, et seda tehakse tõestamiseks, et hape (äädikas) on reaktsiooni toimumiseks vajalik.

Et võrrelda teise katseklaasiga.

Et näha, kas marmortükike muutub puhtas vees.

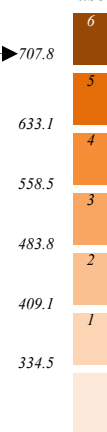
Õpilased võtsid selle sammu ette, et näidata, mis juhtub siis, kui vihma tavaliselt marmorile sajab.

Kuna destilleeritud vesi ei ole happeline.

Et kontrollida.

Et näha erinevusi tavalise ja happelise vee (äädikas) vahel

Tase



Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

Teadmiste valdkond: Loodusteaduslik uurimine (teadmised loodusteaduste kohta)

Rakendamise valdkond: Riskid/ohud

Kontekst: Personaalne

Raskus: Õige vastus 717; Osaliselt õige vastus 513

Õigete vastuste protsent: 35.57 %

Küsimus 10N: HAPPEVIHMAD		S485Q10N			
Kuivõrd Sind huvitab järgmine info?					
Tee ristike ainult ühte ruutu igas reas.					
		Väga huvitab	Üldiselt huvitab	Vähe huvitab	Ei huvita
d)	Teadmine sellest, milline inimtegevuse valdkond põhjustab kõige enam happelihmasid	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
e)	Nende tehnoloogiate tundmaõppimine, mis võimaldavad viia miinimumini happelihmasid põhjustavate gaaside atmosfääri paiskamist	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
f)	Arusaamine nendest meetoditest, mida kasutatakse happelihmadest kahjustatud hoonete remondiks	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Küsimus 10S: HAPPEVIHMAD		S485Q10S			
Kuivõrd Sa nõustud järgmiste väidetega?					
Tee ristike ainult ühte ruutu igas reas.					
		Täiesti nõustun	Nõustun	Eriti ei nõustu	Üldse ei nõustu
g)	lidsete varemete konserveerimine peaks põhinema teaduslikel tõenditel, mis näitavad kahjustuste põhjust.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
h)	Väited happelihmade põhjuste kohta peaks põhinema teaduslikel uuringutel.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

KASVUHOONE

Oskused: Nähtuste selgitamine teaduslikult (Q5) ja Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine (Q3, Q4)

Tasemed: 3, 4, 5 ja 6

Allikas: OECD (2007). *PISA™ 2006 Science Competencies for Tomorrow's World. Volume 1 – Analysis*. Paris: OECD lk 108-112. **Fig. 2.33.**

KASVUHOONE

Loe teksti ja vasta järgnevatele küsimustele.

KASVUHOONEEFEKT: FAKT VÕI PETTEKUJUTLUS?

Elusolendid vajavad ellujäämiseks energiat. Energia, mis hoiab alal elu Maakeral, tuleb Päikeselt, mis on kuum ja kiirgab energiat maailmaruumi. Väike osa sellest energiast jõuab maakerani.

Maakera atmosfäär toimib nagu kaitsekate meie planeedi pinnal, takistades temperatuurimuutusi, mis õhuta ruumis aset leiaksid.

Enamik Päikese kiiratud energiast läbib Maa atmosfääri. Maa neelab osa energiast ja osa peegeldub maapinnalt tagasi. Osa tagasipeegeldunud energiast neeldub atmosfääris.

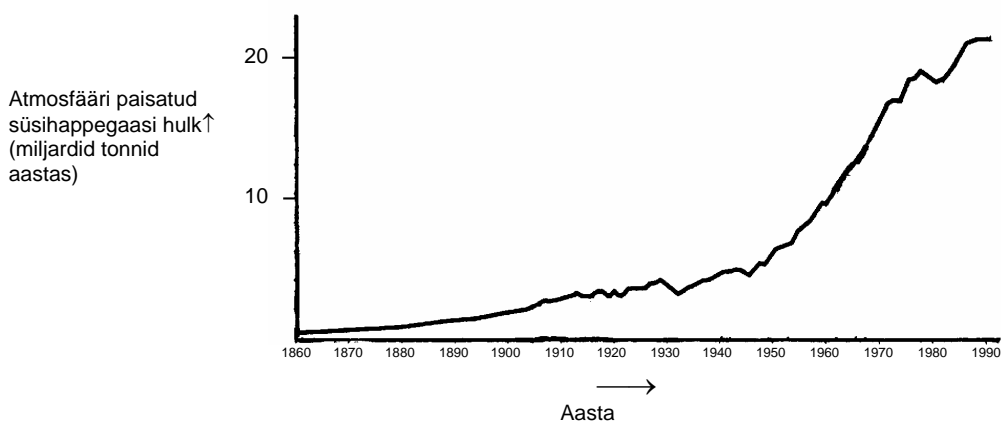
Selle tulemusena on keskmine temperatuur Maa pinna kohal kõrgem, kui see oleks ilma atmosfäärita. Maakera atmosfääril on samasugune mõju kui kasvuhoonel ja siit tuleb väljend *kasvuhooneefekt*.

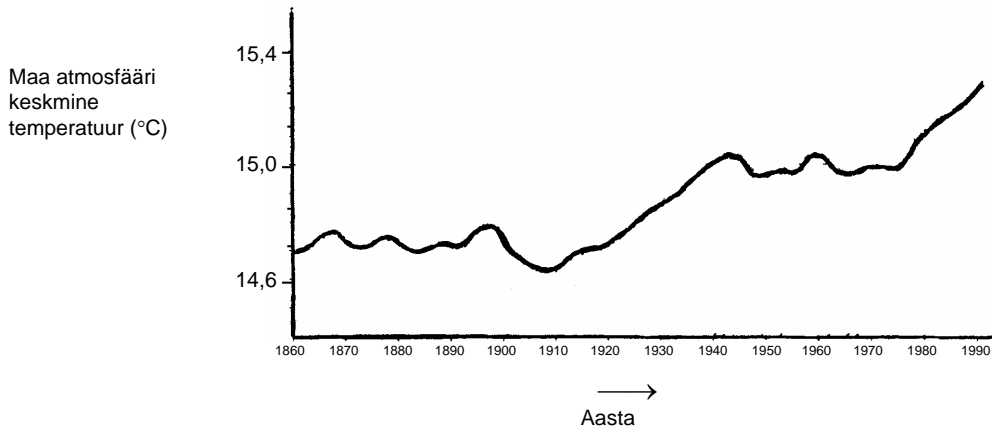
Kasvuhooneefekti mõju arvatakse olevat 20. sajandil kasvanud.

On tõsi, et Maa atmosfääri keskmine temperatuur on tõusnud. Ajalehed ja ajakirjad väidavad sageli, et peamiseks temperatuuri tõusu allikaks on 20. sajandil alguse saanud süsihappegaasi suurenenud paiskamine atmosfääri.

Õpilane Andres hakkas tundma huvi võimaliku seose vastu Maa atmosfääri keskmise temperatuuri ja atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulga vahel.

Raamatukogus leidis ta kaks graafikut.





Andres järeldas nendest graafikutest, et Maa atmosfääri keskmise temperatuuri tõusu põhjuseks on kindlasti atmosfääri paisatud süsihappegaasi suurenenud hulk.

3. küsimus: KASVUHOONE

S114Q03

Mis nendel graafikutel toetab Andrese järeldust?

KASVUHOONE: PUNKTIARVESTUS 3

Õige vastus

Kood 11: Osutab tõusule nii (keskmise) temperatuuri kui atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulga puhul.

- Atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulk tõuseb ja temperatuur samuti.
- Mõlemad graafikud tõusevad.
- Sest 1910. a. hakkasid mõlemad graafikud tõusma.
- CO₂ atmosfääri paisamise tõttu temperatuur tõuseb.
- Need graafiku jooned tõusevad koos.
- Kõik tõuseb.
- Mida rohkem CO₂ atmosfääri paisatakse, seda kõrgem on temperatuur.

Kood 12: Osutab (üldistes väljendites) temperatuuri ja atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulga positiivsele seosele.

(Märkus: see kood on mõeldud õpilaste sõnakasutuse iseärasuste tabamiseks (nt "positiivne seos", "sarnane kuju" või "otsene proportsionaalsus"); kuigi järgmine vastuse näide pole rangelt võttes õige, näitab see piisavat arusaamist, et saada siin hinde.)

- CO₂ kogus ja Maa keskmine temperatuur on otseses proportsioonis.
- Neil on sarnane kuju, mis näitab seost.

Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine

Teadmiste valdkond: Loodusteaduslikud selgitused (Loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Keskkond

Kontekst: Globaalne

Raskus: 529

Õigete vastuste protsent: 53.95%



4. küsimus: KASVUHOONE

S114Q04

Teine õpilane, nimega Jane, ei nõustu Andrese järeldusega. Ta võrdleb kahte graafikut ja leiab, et mõned nende osad ei toeta Andrese järeldust.

Too näide nendest graafikute osadest, mis ei toeta Andrese järeldust. Selgita oma vastust.

.....

.....

.....

KASVUHOONE: PUNKTIARVESTUS 4

Õige vastus

Kood 2: Osutab mõnele graafikute osale, kus mõlemad kõverad ei tõuse või ei lange koos ja annab vastava seletuse.

- Aastatel 1900–1910 (umbes) CO₂ hulk tõusis, kuid temperatuur langes.
- Aastatel 1980–1983 süsihappegaasi hulk langes ja temperatuur tõusis.
- Temperatuur on 19. sajandi vältel sama, aga esimene graafik tõuseb.
- 1950 kuni 1980 temperatuur ei tõusnud, aga CO₂ hulk tõusis.
- 1940 kuni 1975 temperatuur on umbes sama, kuid atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulk tõuseb järsult.
- 1940. a. on temperatuur palju kõrgem kui 1920. a., aga atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulk on sama.

Osaliselt õige vastus

Kood 1: Mainib õiget ajavahemikku, kuid ilma seletuseta.

- 1930–1933.
- Enne 1910. a.

Mainib ainult ühte konkreetset aastat (mitte ajavahemikku), koos vastuvõetava seletusega.

- 1980. aastatel oli atmosfääri paisatud süsihappegaasi hulk väike, kuid temperatuur ikka tõusis.

Toob näite, mis ei toeta Andrese järeldust, kuid eksib ajavahemikuga. (Märkus: eksimus peaks olema ilmne – nt graafikul on märgitud ala, mis selgelt osutab õigele vastusele, kuid tekstis on tehtud viga.)

- 1950 kuni 1960 temperatuur langes ja süsihappegaasi hulk tõusis.

Osutab kahe graafiku erinevusele, kuid ei maini ajavahemikku.

- Mõnes osas temperatuur tõuseb ka siis, kui süsihappegaasi hulk väheneb.
- Varem oli vähem süsihappegaasi, kuid temperatuur oli ikka kõrge.
- Kui graafik 1 tõuseb pidevalt, siis graafik 2 ei tõuse, see on püsivalt konstantne. (Märkus: see püsib konstantne “igas osas”.)
- Kuna alguses on temperatuur ikkagi kõrge, kuigi süsihappegaasi on väga vähe.

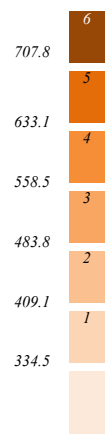
Osutab ühe graafiku ebakorrapärasusele.

- Umbes 1910. a. temperatuur langes ja püsis mõnda aega.
- Teises graafikus on temperatuuri langus Maa atmosfääris just enne 1910. a.

Osutab graafikute erinevusele, kuid seletus on puudulik.

- 1940. aastatel oli väga kuum, aga süsihappegaasi oli väga vähe. (Märkus: seletus on väga puudulik, kuid märgitud erinevus on ilmne.)

Tase



Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

Teadmiste valdkond: Loodusteaduslikud selgitused (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Keskkond

Kontekst: Globaalne

Raskus: Õige vastus 659; osaliselt õige vastus 568

Õigete vastuste protsent: 34.49%

S114Q05

5. küsimus: KASVUHOONE

Andres kaitseb oma järeldust, et Maa atmosfääri keskmise temperatuuri tõusu põhjuseks on atmosfääri paisatava süsihappegaasi hulga kasv. Kuid Jane arvab, et see järeldus on enneaegne. Ta ütleb: “Enne kui selle järeldusega nõustuda, peaks olema kindel, et teised tegurid, mis võiksid kasvuhooneefekti mõjutada, jäid muutumatuks”.

Nimeta mõni tegur, mida Jane silmas pidas.

.....

.....

KASVUHOONE: PUNKTIARVESTUS 5

Õige vastus

Kood 11: Nimetab teguri, mis on seotud Päikese energia või kiirgusega.

- Päikese soojus ja võib-olla Maa asendi muutumine.
- Maalt tagasi peegeldunud energia.

Kood 12: Nimetab teguri, mis on seotud loodusliku komponendi või potentsiaalse saasteainega.

- Veeaur õhus.
- Pilved.
- Sellised asjad nagu vulkaanipursked.
- Atmosfääri saastamine (gaas, kütused).
- Heitgaasid.
- Freoonid.
- Autode hulk.
- Osoon (kui õhu komponent). *[Märkus: viidete puhul osoonikihi kahanemisele kasutage koodi 03.]*

Küsimuse tüüp: Vabalt vastatav küsimus

Oskus: Nähtuste selgitamine teaduslikult

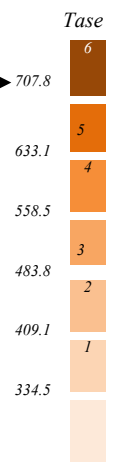
Teadmiste valdkond: Maa ja universumi süsteemid (loodusteaduste alased teadmised)

Rakendamise valdkond: Keskkond

Kontekst: Globaalne

Raskus: 709

Õigete vastuste protsent: 18.91%



LISA 3

PISA 2006 hoiakulised indeksid ja Eesti õpilaste hoiakuliste indeksite keskvärtuste erinevused

PISA 2006 hoiakulised indeksid	Eesti keskmine	Indeksi keskvärtus ja gruppide hoiakute vaheline statistiline olulisus					
		Õpilase testikeel			Sugu		
		Eesti õppekeelega õpilane	Vene õppekeelega õpilane	p-väärtus	Tüdruk	Poiss	p-väärtus
Õpilase informeeritus loodusteaduste alasest karjäärist	-0,014	-0,107	0,306	0,000	-0,034	0,005	0,003
Ettevalmistumine loodusteaduslikeks karjääriks koolis	0,279	0,253	0,370	0,000	0,304	0,255	0,000
Keskonnaalane teadlikkus	0,243	0,250	0,216	0,048	0,242	0,243	0,985
Keskonnaalane optimism	0,020	-0,174	0,689	0,000	-0,056	0,093	0,000
Keskonnaprobleemaatika tähtsustamine	-0,038	0,007	-0,195	0,000	0,025	-0,099	0,000
Vastutus säästva arengu eest	-0,170	-0,184	-0,121	0,000	-0,131	-0,207	0,000
Loodusteaduste üldine väärtustamine	0,143	0,197	-0,041	0,000	0,108	0,177	0,000
Loodusteaduste personaalne väärtustamine	0,137	0,154	0,078	0,000	0,161	0,113	0,000
Instrumentaalne vajadus õppida loodusteadusi	0,058	0,028	0,163	0,000	0,052	0,063	0,355
Tulevikule orienteeritud huvi õppida loodusteadusi	-0,090	-0,187	0,247	0,000	-0,062	-0,118	0,000
Üldine huvi erinevate loodusteaduslike teemade õppimise vastu	0,191	0,160	0,296	0,000	0,190	0,191	0,984
Loodusteaduste õppimise meeldivus	0,018	0,034	-0,037	0,000	0,082	-0,043	0,000
Enesetõhusus loodusteaduslike ülesannete lahendamisel	0,028	0,028	0,028	0,997	0,042	0,014	0,024
Minapilt loodusainetes	0,111	0,098	0,154	0,000	0,048	0,171	0,000

LISA 4

Riikide järjestus matemaatikas PISA 2006-s

Jrk nr	Riik	Keskmine tulemus	Standardviga
1	Taiwan (Hiina)	549	(4,1)
2	Soome	548	(2,3)
3	Hongkong (Hiina)	547	(2,7)
4	Korea	547	(3,8)
5	Holland	531	(2,6)
6	Šveits	530	(3,2)
7	Kanada	527	(2,0)
8	Macao (Hiina)	525	(1,3)
9	Liechtenstein	525	(4,2)
10	Jaapan	523	(3,3)
11	Uus-Meremaa	522	(2,4)
12	Belgia	520	(3,0)
13	Austraalia	520	(2,2)
14	Eesti	515	(2,7)
15	Taani	513	(2,6)
16	Tšehhi	510	(3,6)
17	Island	506	(1,8)
18	Austria	505	(3,7)
19	Sloveenia	504	(1,0)
20	Saksamaa	504	(3,9)
21	Rootsi	502	(2,4)
22	Iirimaa	501	(2,8)
23	Prantsusmaa	496	(3,2)
24	Suurbritannia	495	(2,1)
25	Poola	495	(2,4)
26	Slovakkia	492	(2,8)
27	Ungari	491	(2,9)
28	Luksemburg	490	(1,1)
29	Norra	490	(2,6)
30	Leedu	486	(2,9)
31	Läti	486	(3,0)
32	Hispaania	480	(2,3)
33	Aserbaidžaan	476	(2,3)
34	Venemaa	476	(3,9)
35	Ameerika Ühendriigid	474	(4,0)
36	Horvaatia	467	(2,4)
37	Portugal	466	(3,1)
38	Itaalia	462	(2,3)
39	Kreeka	459	(3,0)
40	Iisrael	442	(4,3)
41	Serbia	435	(3,5)

42	Uruguay	427	(2,6)
43	Türgi	424	(4,9)
44	Tai	417	(2,3)
45	Rumeenia	415	(4,2)
46	Bulgaaria	413	(6,1)
47	Tšiiili	411	(4,6)
48	Mehhiko	406	(2,9)
49	Montenegro	399	(1,4)
50	Indoneesia	391	(5,6)
51	Jordania	384	(3,3)
52	Argentiina	381	(6,2)
53	Colombia	370	(3,8)
54	Brasiilia	370	(2,9)
55	Tuneesia	365	(4,0)
56	Katar	318	(1,0)
57	Kõrgõzstan	311	(3,4)

Statistiliselt oluliselt kõrgem kui OECD keskmine

Ei erine statistiliselt oluliselt OECD keskmisest

Statistiliselt oluliselt madalam kui OECD keskmine

Source: OECD PISA 2006 database.

LISA 5

Riikide järjestus matemaatikas TIMSS 2003-s

Jrk nr	Riik	Klass	Vanus	Keskmine tulemus ja standardviga
1	Singapur	8	14,3	605 (3.6)
2	Korea RV	8	14,6	589 (2.2)
3	Hong Kong (Hiina)	8	14,4	586 (3.3)
4	Taipei (Hiina)	8	14,2	585 (4.6)
5	Jaapan	8	14,4	570 (2.1)
6	Belgia (Flaami)	8	14,1	537 (2.8)
7	Holland	8	14,3	536 (3.8)
8	Eesti	8	15,2	531 (3.0)
9	Ungari	8	14,5	529 (3.2)
10	Malaisia	8	14,3	508 (4.1)
11	Läti	8	15,0	508 (3.2)
12	Venemaa	7 ja 8	14,2	508 (3.7)
13	Slovakkia	8	14,3	508 (3.3)
14	Austraalia	8 ja 9	13,9	505 (4.6)
15	USA	8	14,2	504 (3.3)
16	Leedu	8	14,9	502 (2.5)
17	Rootsi	8	14,9	499 (2.6)
18	Šotimaa	9	13,7	498 (3.7)
19	Isreal	8	14,0	496 (3.4)
20	Uus-Meremaa	8,5 - 9,5	14,0	494 (5.3)
21	Sloveenia	7 ja 8	13,8	493 (2.2)
22	Itaalia	8	13,9	484 (3.2)
23	Armeenia	8	14,9	478 (3.0)
24	Serbia	8	14,9	477 (2.6)
25	Bulgaaria	8	14,9	476 (4.3)
26	Rumeenia	8	15,0	475 (4.8)
	Rahvusvaheline keskmine	8	14,5	467 (0.5)
27	Norra	7	13,8	461 (2.5)
28	Moldova	8	14,9	460 (4.0)
29	Küprus	8	13,8	459 (1.7)
30	Makedoonia	8	14,6	435 (3.5)
31	Liibanon	8	14,6	433 (3.1)
32	Jordaania	8	13,9	424 (4.1)
33	Iraan	8	14,4	411 (2.4)
34	Indoneesia	8	14,5	411 (4.8)
35	Tuneesia	8	14,8	410 (2.2)
36	Egiptus	8	14,4	406 (3.5)
37	Bahrein	8	14,1	401 (1.7)

38	Palestiina OV	8	14,1	390 (3.1)
39	Tšiili	8	14,2	387 (3.3)
40	Maroko	8	15,2	387 (2.5)
41	Philipiinid	8	14,8	378 (5.2)
42	Botswana	8	15,1	366 (2.6)
43	Saudi Araabia	8	14,1	332 (4.6)
44	Gaana	8	15,5	276 (4.7)
45	Lõuna-Aafrika Vabariik	8	15,1	264 (5.5)

LISA 6

Riikide järjestus loodusteadustes TIMSS 2003-s

Jrk nr	Riik	Klass	Vanus	Keskmine tulemus	Standardviga
1	Singapur	8	14,3	578	(4,3)
2	Hiina Tapei	8	14,2	571	(3,5)
3	Korea RV	8	14,6	558	(1,6)
4	Hong Kong	8	14,4	556	(3,0)
5	Eesti	8	15,2	552	(2,5)
6	Jaapan	8	14,4	552	(1,7)
7	Ungari	8	14,5	543	(2,8)
8	Holland	8	14,3	536	(3,1)
9	USA	8	14,2	527	(3,1)
10	Austraalia	8 ja 9	13,9	527	(3,8)
11	Rootsi	8	14,9	524	(2,7)
12	Sloveenia	7 ja 8	13,8	520	(1,8)
13	Uus Meremaa	8,5 ja 9,5	14,1	520	(5,0)
14	Leedu	8	14,9	519	(2,1)
15	Slovakkia	8	14,3	517	(3,2)
16	Belgia Flaami	8	14,1	516	(2,5)
17	Venemaa	7 ja 8	14,2	514	(3,7)
18	Läti	8	15	512	(2,6)
19	Šotimaa	8	13,7	512	(3,4)
20	Malaisia	8	14,3	510	(3,7)
21	Norra	7	13,8	494	(2,2)
22	Itaalia	8	13,9	491	(3,1)
23	Isreal	8	14	488	(3,1)
24	Bulgaaria	8	14	479	(5,2)
25	Jordaania	8	13,9	475	(3,8)
	Rahvusvaheline keskmine	8	14,5	474	(0,6)
26	Moldaavia	8	14,9	472	(3,4)
27	Rumeenia	8	15	470	(4,9)
28	Serbia	8	14,9	468	(2,5)
29	Armeenia	8	14,9	461	(3,5)
30	Iraan	8	14,4	453	(2,3)
31	Makedoonia	8	14,5	449	(3,6)
32	Küpros	8	13,8	441	(2,0)
33	Bahreini	8	14,2	438	(1,8)
34	Palestiina	8	14,1	435	(3,2)
35	Egiptus	8	14,4	421	(3,9)
36	Indoneesia	8	14,5	420	(4,1)
37	Tšiili	8	14,2	413	(2,9)
38	Tuuneesia	8	14,8	404	(2,1)
39	Saudi Araabia	8	14,1	398	(4,0)
40	Marokko	8	15,2	396	(2,5)
41	Liibanon	8	14,6	393	(4,3)
42	Filipiinid	8	14,8	377	(5,8)
43	Botsvaana	8	15,1	365	(2,8)
44	Ghaana	8	15,5	255	(5,9)
45	Lõuna-Afrika	8	15,1	244	(6,7)

WFS-2003 2006

ISA 2006

PEPETUNNID

SA
ARHVSVAHE
VÖRDLU
SUURINGUTE
ETUNNID
2003

JA

PISA 2006

HVUSVAHELIS
TDLUSUURING
TE
MISS 2003
ÕPPETUNNID

AS 4008
A 2006

PEPETUNNID
2006

ISBN 978-9949-9062-5-3
9 789949 906253 >

ELLU VIIB SIHTASUTUS
ARCHIMEDES



Haridus- ja Teadusministeerium

