

**RAHVUSVAHELINE
MATEMAATIKA JA
LOODUSAINETE
VÕRDLUSUURING
TIMSS 2003**

Sissejuhatus.....	3
Ülevaade	3
TIMSS-uuringu õppekava mudel.....	3
TIMSS-uuringu raamistiku ja spetsifikatsiooni väljatöötamine	4
TIMSS-testid.....	5
Hinnatavate õpilaste sihtrühmad.....	6
Matemaatikatest	7
Ülevaade	7
Matemaatika sisulised valdkonnad	8
<i>Arv</i>	9
<i>Algebra</i>	11
<i>Mõõtmine</i>	13
<i>Geomeetria</i>	15
<i>Andmed</i>	17
Matemaatika kognitiivsed valdkonnad	19
<i>Faktide ja protseduuride tundmine</i>	20
<i>Mõistete kasutamine</i>	21
<i>Rutiinsete ülesannete lahendamine</i>	23
<i>Arutlemine</i>	24
Matemaatiline kommunikatsioon.....	27
Suunised taskuarvuti kasutamiseks.....	27
Loodusainete test	29
Ülevaade	29
Loodusteaduste sisulised valdkonnad	30
<i>Bioloogia</i>	31
<i>Keemia</i>	36
<i>Füüsika</i>	38
<i>Maateadus</i>	42
<i>Keskkonnaõpetus</i>	45
Loodusteaduste kognitiivsed valdkonnad	48
<i>Faktiteadmised</i>	49
<i>Mõisteist arusaamine</i>	50
<i>Arutlemine/põhjendamine ja analüüs</i>	51
Teaduslik uurimismeetod.....	53
Kontekst.....	55
Ülevaade	55
Õppekava	55
Koolid	57
Õpetajad ja nende ettevalmistus.....	58
Õppetegevused.....	61
Õpilased	63
Testi/hindamisuuringu korraldus	65
Hindamise ulatus.....	65
Ülesandetüüpide jaotamine.....	65
Plokkide vihikutesse jagamine.....	66
Küsimustüübid ja skoorimine	68
Hindamisskaalad	69
Tulemuste avaldamine	70
Küsimustikud taustinfo saamiseks	71

Sissejuhatus

Ülevaade

Rahvusvaheline matemaatika ja loodusainete võrdlusuuring (TIMSS = Trends in International Mathematics and Science Study¹) on Rahvusvahelise Haridustulemuslikkuse Hindamise Assotsiatsiooni (IEA = International Association for the Evaluation of Educational Achievement) projekt. IEA on sõltumatu rahvusvaheline riigisiseste uurimisinstituutide ja valitsusasutuste ühendus, mis on alates 1959. aastast uurinud eri riikide õpilaste õpisaavutusi.

TIMSS 2003 on kõige värskem uuring IEA projektide seerias. Uuringu eesmärk on selgitada õpilaste teadmisi-oskusi matemaatikas ja loodusainetes. Uuring korraldati esimest korda 1995. aastal ning seejärel 1999. aastal. TIMSS-uuringute korrapärane tsükkel annab riikidele erakordse võimaluse mõõta õpilaste õpitulemuslikkust matemaatikas ja loodusainetes.

Et iga projektis osalev riik saaks tulemuste tõlgendamiseks kasutada võimalikult mitmekesiseid allikaid ning jälgida muutusi õpetamises, palutakse õpilastel, õpetajatel ja koolidirektoritel täita küsimustikud matemaatika ja loodusainete õppimise konteksti kohta. Info värskeimate suundumuste kohta annab dünaamilise pildi sellest, mis on hariduspoliitikas ja haridustavade rakendamisel muutunud, ning aitab tõstatada uusi õppetöö kvaliteedi parendamise küsimusi. TIMSS-uuringutega kogutud andmed on märkimisväärselt mõjutanud matemaatika ja loodusainete õpetamise täiustamist ning arendamist kogu maailmas ning see on omakorda toonud ühelt poolt kaasa jätkuva nõudluse haridustulemuslikkust käsitlevate andmete järele, mis aitaksid jälgida arengut, ning teiselt poolt suurema vajaduse parema hariduspoliitika teabe järele, mis aitaks ellu viia uusi algatusi ning neid hinnata.²

Väljaanne "TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003" on TIMSS 2003 ja sellele järgnevate uuringute aluseks. Väljaandes kirjeldatakse põhjalikumalt matemaatika ja loodusainete teemasid, mida kavandatavates matemaatika ja loodusainete testides hinnatakse. Teemasid käsitletakse põhjalikumalt 4. ja 8. klassi õpieesmärke arvestades. Raamdokumendis kirjeldatakse ka õpilaste matemaatika ja loodusainete õppimisega seotud õpikeskkonna mõjureid, mida kavatakse uurida. Lisaks sellele antakse ülevaade testi koostamisest ja küsimuste/ülesannete väljatöötamise põhisuundadest.

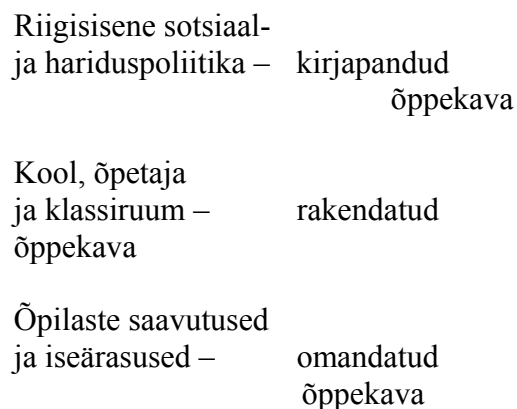
TIMSS-uuringu õppekava mudel

Arendades edasi varasemaid IEA uuringuid õpisaavutuste kohta matemaatikas ja loodusainetes, kasutatakse TIMSS-uuringus õppekava mudelit avaramas tähenduses, s.o kui peamist korralduspõhimõtet, mis aitab vaadelda, kuidas pakutakse õpilastele

¹ Algul kandis projekt nimetust Third International Mathematics and Science Study (kolmas rahvusvaheline matemaatika- ja loodusteadustealane uurimus).

² D. F. Robitaille, A. E. Beaton and T. Plomp (eds.) (2000), *The Impact of TIMSS on the Teaching and Learning of Mathematics and Science*, Vancouver, BC: Pacific Educational Press.

õpivõimalusi, mis tegurid seda mõjutavad, kuidas õpilased neid võimalusi kasutavad. Õppekava mudelil on kolm aspekti: kirjapandud õppekava, õpetatud õppekava ja omandatud õppekava (joonis 1).



Joonis 1. TIMSS-uuringu õppekava mudel

Esimene aspekt tähistab matemaatika ja loodusainete seisukohalt seda, mida ühiskond soovib, et õpilased omandaksid, ning kuidas haridussüsteem peaks toimima, et selle eesmärgi saavutamist hõlbustada; teine aspekt seda, mida tegelikult klassiruumis õpetatakse, kes õpetab ja kuidas; kolmas aspekt peegeldab, mida õpilased on omandanud ja mida nad nendest ainetest arvavad.

Tuginedes sellele mudelile, kasutatakse TIMSS-uuringus matemaatika- ja loodusainetealaste saavutuste hindamise teste selleks, et kirjeldada osalevate riikide õpilaste teadmisi-oskusi. Põhjalikuma teabe saamiseks lisatakse testidele ka küsimustikud, mis hõlmavad järgmist: matemaatika ja loodusainete kirjapandud õppekava struktuur ning sisu; õpetajate ettevalmistus, kogemused ja suhtumine; tegelikult õpetatavad matemaatika ja loodusainete valdkonnad; rakendatavad õppemeetodid, koolide ja klasside töökorraldus ja vahendid ning õpilaste kogemused ja suhtumine.

TIMSS-uuringu raamistiku ja spetsifikatsiooni väljatöötamine

Dokumendi kavandamine algas sellega, et ajakohastati dokumenti "Curriculum Frameworks for Mathematics and Science",³ mida kasutati 1995. ja 1999. aasta uuringu puhul. Selles protsessis osales palju maailma haridusspetsialiste, kes tegid parandusettepanekuid. Et muuta TIMSS-testidega hinnatavaid sisulisi valdkondi, vaadati raamdokument uuesti läbi, et teada saada, mis muudatusi on viimase kümne aasta jooksul õppekavades tehtud. Sooviti ka selgitada, kuidas matemaatikat ja loodusaineid õpetatakse. Eelkõige laiendati raamistikku, et lisada 4. ja 8. klassi õpilaste õpisaavutuste hindamise konkreetseid eesmärgid. Selle tulemusena on kõnesolevas dokumendis täpsustused, mida tuleb matemaatika ja loodusainete hindamisel arvesse võtta.

Et luua alus valiidsetele rahvusvahelistele testidele, näeb hindamisraamistik ette suure rahvusvahelise sisendi olemasolu. Testid peavad sobima TIMSS-uuringus osalevate

³ D. F. Robitaille *et al.* (1993), *TIMSS Monograph No.1: Curriculum Frameworks for Mathematics and Science*. Vancouver, BC: Pacific Educational Press.

riikide sihtrühmade teadmiste uurimiseks; seetõttu paluti riiklike keskuste esindajatel kavandataavaid teste analüüsida.

Rahvusvaheline matemaatika ja loodusteaduste õpetamise ning testimise ekspertkomisjon andis nõu, milline vorm peaks hindamisraamistikul olema. Ameerika Ühendriikide Riiklik Teadusfond (U.S. National Science Foundation) toetas kokkusaamisi ja ekspertide tööd. Riiklikele uuringute koordineerimiskeskustele, riiklikele komiteedele ja ekspertkomisjonile esitati korduvalt erinevaid kavandeid. Üksikasjalik küsimustik osalevatele riikidele õppekavade teemade asjus andis väärtuslikku infot selle kohta, kas 4. ja 8. klassi testide teemad on sobilikud.

Raamistik ei koosne pelgalt osalevate riikide õppekavateemade ega käsitlusviiside loetelust. Konsulteerimise eesmärk oli tagada, et testid sisaldaksid matemaatika ja loodusainete õpetamise eesmärke, mida peetakse oluliseks paljudes riikides. Hariduspoliitika kujundajate suutlikkus teha paikapidavaid järeldusi, mis on nende riigis matemaatika ja loodusainete õpetamise tugevad ning nõrgad küljed, sõltub sellest, kas mõeldakse võimalikult täpselt seda, mida õpilastele on tegelikult õpetatud. See on meetmete korrektse kasutamise eelduseks ka võimalikes teistes analüüsides.

Hindamisraamistiku valdkondade ja teemade ning eesmärkide lõplikku valikut tehes kaaluti järgmisi aspekte:

- vastava sisulise valdkonna olemasolu enamuse riikide õppekavas;
- sisuliste valdkondade kattuvus TIMSS 1995 ja 1999 testis hinnatavaga;
- sisuliste valdkondade olulisus matemaatika ja loodusainete õpetamise suundumuste seisukohast;
- sobivus sihtrühmale;
- sobilikkus kasutada suures rahvusvahelises uuringus;
- olulisus testi üldise tasakaalu saavutamisel ning kõigi sisuliste ja kognitiivsete teemade käsitlemisel.

TIMSS-testid

Uurimuse eelseisvate tsüklite jaoks teste kokku pannes oli peamine põhimõte välja töötada hindamisvahendid, mille tulemuste valiidsus püstitatud eesmärkide jaoks ja reliaablus oleks tagatud. Tuginedes TIMSS raamistikule, on testid koostatud rahvusvahelises koostöös, mille eesmärk oli saavutada konsensus ja millesse andsid oma panuse haridusvaldkonna, matemaatika, loodusteaduste ja andmetöötamise spetsialistid. Testid sisaldavad küsimusi, mis nõuavad õpilastelt sobivate vastuste valimist või ülesannete lahendamist ja avatud küsimustele vastamist. Igas tsüklis avaldab TIMSS osa testi ülesandeid ja asendab need uutega. Nagu varasemate etappide puhul eeldab enamik ülesandeid lisaks konkreetse sisulise valdkonna tundmisele, teadmiste ja oskuste kasutamist ka teistest sisulistest valdkondadest. Lisaks sellele on mõni teema sõnastatud varasemast laiemalt ning paljude uute ülesannete puhul peavad õpilased kasutama teadmisi ja oskusi rohkem kui ühest teemavaldkonnast. Alates 2003. aastast hakkab TIMSS suuremat tähelepanu pöörama küsimustele ja ülesannetele, mis annavad parema ülevaate õpilaste ülesannete lahendamise ja uurimuslikest, analüütilistest oskustest ning võimetest. Hindamisvahendite uuendamise hõlbustamiseks on kavas lisada testidesse uurimuslikke või loomingulisi ülesandeid.

TIMSS-testi tulemusi on võimalik kasutada paljudel eesmärkidel. Hariduspoliitika kujundajad ja teadlased ootavad matemaatika ja loodusainete tulemusi terviklikuna ning laialdaste sisuliste valdkondadena, mis

- laiendavad ja toetavad TIMSS 1995 ja 1999 testiga algatatud matemaatika- ja loodusainetealastes teadmistes aset leidnud suundumuste mõõtmist;
- võimaldavad võrrelda riike omavahel TIMSS tulemuste kaudu ning selgitada erinevuste põhjusi;
- võimaldavad hinnata matemaatika ja loodusainete õpetamise tõhusust erinevates riikides;
- toovad välja selle, kuidas on matemaatika- ja loodusainetealased teadmised ning oskused täiustunud 4. kuni 8. klassini;
- pakuvad andmeid teiseseks analüüsiks ja aitavad kavandada hästiinformeeritud hariduspoliitikat, mille eesmärk on tõsta teadmiste ja oskuste taset koolides ning parandada õpetamise kvaliteeti.

Hinnatavate õpilaste sihtrühmad

TIMSS 2003 testiga hinnatakse kahe sihtrühma tulemusi matemaatikas ja loodusainetes. Üks sihtrühm, millele osutatakse vahel kui sihtrühmale 1, hõlmab 9- ja 10aastaseid õpilasi. Seda rühma määratletakse kui “ülemist kahest järjestikusest klassist, kus enamik õpilasi on 9aastased”. Enamikus riikides on selleks 4. klass. Teine sihtrühm, millele osutatakse vahel kui sihtrühmale 2, hõlmab 13- ja 14aastaseid lapsi ning seda rühma määratletakse kui “ülemist kahest järjestikusest klassist, kus enamik õpilasi on 13aastased”. Enamikus riikides on selleks 8. klass. Seega kirjeldatakse edaspidi neid vanuseastmeid 4. ja 8. klassina.

Hinnates samaealisi sihtrühmi nagu 1995. ja 1999. aasta testi puhul, annab TIMSS 2003 uuring kaheksa-aastase ajavahemiku jooksul teavet kolmel ajahetkel. Lisaks sellele täiendab TIMSS IEA lugemisuuringust PIRLS (= Progress in International Reading Literacy Study), mis korraldati 2001. aastal 4. klassi hindamiseks. PIRLS- ja TIMSS-uuringus osalemisega saavad riigid regulaarset infot selle kohta, kui hästi nende riikide õpilased lugeda oskavad ning mida nad matemaatikas ja loodusainetes teavad. TIMSS on ka OECD rahvusvahelise õpilaste õpitulemuslikkuse programmi (PISA= Programme for International Student Achievement) osa; viimasega hinnatakse 15aastaste teadmisi matemaatikas ja loodusainetes.

Matemaatikatest

Ülevaade

Matemaatikatestis TIMSS 2003 ja sellele järgnevates testides eristuvad matemaatika kaks dimensiooni: matemaatika sisuline ning kognitiivne ehk tunnetuslik dimensioon. Nii oli see ka varasemates TIMSS-testides.⁴ Nagu allpool näeme, on mõlemal dimensioonil mitu valdkonda.

Matemaatika sisulised valdkonnad:

- arv
- algebra
- mõõtmine
- geomeetria
- andmed

Matemaatika kognitiivse ehk tunnetusliku dimensiooni valdkonnad:

- faktide ja protseduuride teadmine
- mõistete kasutamine
- rutiinsete e harjumuspäraste ülesannete lahendamine
- arutlemine

Need kaks dimensiooni koos oma valdkondadega on matemaatikatesti alustalad. Sisulised valdkonnad määravad konkreetse matemaatika temaatika, mida test hõlmab. Kognitiivsed valdkonnad määravad aga toimingud, mida õpilaselt matemaatika ülesandeid lahendades oodatakse. Iga sisuline valdkond koosneb erinevatest teemadest (nt jaguneb arvu valdkond omakorda järgmiselt: naturaalarvud, harilikud ja kümnendmurrud, täisarvud ja ratsionaalarvud, võrre, protsent). Iga teema sisaldab ainult sellist materjali, mida on enamikus testis osalevates riikides kas 4. või 8. klassis juba käsitletud.⁵

Tabelis 1 on esitatud 4. ja 8. klassi matemaatikatesti eri valdkondade osa protsentides.

⁴ Sarnaselt TIMSS 2003 testiga sisaldasid ka TIMSS 1995 ja 1999 test samu dimensioone. (D. F. Robitaille *et al.* (1993), *TIMSS Monograph No.1: Curriculum Frameworks for Mathematics and Science*. Vancouver, BC: Pacific Educational Press).

⁵ Faktorite kohta, mida kaaluti teemade testimiseesmärkide lõplikul valimisel, saab lisateavet sissejuhatusesest.

Tabel 1. TIMSS 2003 matemaatikatesti sisuliste ja tunnetuslike valdkondade osakaal 4. ja 8. klassis.

	4. klass	8. klass
Matemaatika sisulised valdkonnad		
Arv	40%	30%
Algebra*	15%	25%
Mõõtmine	20%	15%
Geomeetria	15%	15%
Andmed	10%	15%
Matemaatika kognitiivsed valdkonnad		
Faktide ja protseduuride teadmine	20%	15%
Mõistete kasutamine	20%	20%
Rutiinsete ülesannete lahendamine	40%	40%
Arutlemine	20%	25%

Matemaatika sisulised valdkonnad

Nagu varem nimetatud, sisaldavad 4. ja 8. klassi matemaatikatestid viit sisulist valdkonda: arv, algebra, mõõtmine, geomeetria, andmed.

TIMSS-test on koostatud selliselt, et nende valdkondade tulemused oleksid võrreldavad varasemate testide tulemustega. Teemade jaotuses on 1995. ja 1999. aasta testiga võrreldes parandatud mõnevõrra valdkondade määratlusi, seda eelkõige 4. klassi puhul.⁶ Sellele vaatamata võimaldab rakendatav teemade struktuur kanda 2003. aasta testi otse üle 1995. ja 1999. aasta testi põhiküsimusi.

Järgnevas esitatakse erinevate sisuliste valdkondade teemad, mis määravad vanuserühma spetsiifilised testimiseesmärgid. Koos teemadega määratakse kindlaks ka täpsemad testimisvaldkonnad. Selleks esitatakse loetelu teadmistest ja oskustest, mida vastavad ülesanded peaksid õpilaselt eeldama.

Toimingud, millega hinnatakse õpilase tunnetuslikku dimensiooni, esitatakse käesoleva väljaande selles osas, kus käsitletakse matemaatika kognitiivseid valdkondi. Kuigi praegu on erilise tähelepanu all õpilase sellised võimed nagu mitterutiinsete e probleemülesannete lahendamine, arutlemine ja põhjendamine, hinnatakse testiga ka faktide, protseduuride ja mõistete teadmist. Need moodustavad aluse, millele tuginedes arendatakse ja rakendatakse kognitiivseid oskusi.

Ülesannete lahendamine ja sellega kaasnev kommunikatsioon/suhtlemine (oma mõtte edastamine, sh kirjalikud selgitused) on matemaatika õpetamise võtmeesmärgid, mis on seotud paljude matemaatika sisuliste valdkondadega. Just probleemide lahendamist ja sellega kaasnevaid selgitusi nõuavad testiküsimused enamiku teemade puhul.

* 4. klassis on *algebra* valdkond nimetatud teisiti: *seaduspärasused, võrrandid ja seosed*.

⁶ TIMSS 1995 8. klassi rahvusvahelises uuringus oli viis hinnatavat kategooriat: 1) murre- ja arvumõiste; 2) mõõtmine; 3) andmete esitamine, analüüs ja tõenäosus; 4) geomeetria; 5) algebra. TIMSS 1999 4. klassi rahvusvahelises uuringus oli kuus kategooriat: 1) naturaalarvud; 2) murrud ja võrdelisus; 3) mõõtmine, hindamine ja arvumõiste; 4) andmete esitamine, analüüs ja tõenäosus; 5) geomeetria; 6) seaduspärasused, seosed ja funktsioonid.

Matemaatika sisuliste valdkondade teemad jaotuvad 4. ja 8. klassi sarnaselt. Samas ei sobi kõik teemad 4. klassi õpilastele. Ka küsimuste sisuline ja kognitiivne tase on kooskõlas vastava klassi/vanuserühma testimiseesmärkidega. Näiteks pannakse 4. klassi puhul teiste valdkondadega võrreldes suuremat rõhku arvudega seotud temaatikale.

Allpool kirjeldatakse kõiki matemaatika sisulisi valdkondi lähemalt. Seejuures antakse ülevaade teemadest, mida TIMSS-test hõlmab, keskendudes eraldi 4. ja 8. klassi õpilastele. Pärast iga sisulise valdkonna üldist kirjeldust esitatakse tabel, kuhu on märgitud iga testitava teema korral hinnatavad teadmised ja oskused. Tabelis on nii teemad kui ka see, millist arusaamist ning milliseid teadmisi ja oskusi eeldab mingi teema kohane küsimus või ülesanne.

Arv

Arvu teema hõlmab arvutamist ja arve, arvudevahelisi seoseid ning arvusüsteeme. 4. ja 8. klassi õpilased peavad aru saama arvu mõistest ning oskama arvutada. Nad peavad mõistma erinevate tehete tähendust ning nende tehete omavahelist seost. Lisaks sellele peavad nad oskama kasutada arve ja tehteid ülesandeid lahendades.

Teema hõlmab arusaamist ja oskusi järgmistes alateemades:

- naturaalarvud
- harilikud ja kümnendmurrud
- täisarvud
- suhe, võrre ja protsent

4. klassi testides on rõhk naturaalarvudega arvutamisel. Naturaalarvudega on kõige lihtsam alustada arvutusoskuse kujundamist. See on aga edasiste matemaatikaoskuste arendamisel nn baasoskus. Enamik lapsi õpib arvutama varakult ning suudab lahendada lihtsamaid liitmise, lahutamise, korrutamise ja jagamise ülesandeid juba algklassides. 4. klassi õpilased peavad suutma arvutada üsna suurte naturaalarvudega. Nad peavad oskama arvutada summat, vahet, korrutist ja jagatist ning kasutada arvutamist ülesandeid lahendades.

Harilike ja kümnendmurdude puhul on testis rõhk murdude erinevatel esitustel ja teisendustel ühelt kujult teisele. Õpilased peavad teadma, milliseid suurusid antud murrud tähistavad. Nad peavad oskama murdudega arvutada ja rakendada neid ülesandeid lahendades. 4. klassis peavad õpilased oskama võrrelda tuntumaid harilikke ja kümnendmurde. 8. klassis peavad õpilased suutma paindlikult opereerida ühe ja sama murdarvu erinevate esitustega, kümnendmurdudega ja protsentidega ning oskama selleks kasutada erinevaid strateegiaid.

Kuigi täisarvude teema ei sobi 4. klassi, peaksid õpilased keskastmeklassides avardama oma teadmisi naturaalarvudelt täisarvudeni (k.a täisarvude suurusjärjestus ning tehted täisarvudega).

Kontrollitakse ka õpilaste oskust töötada võrretega. See alateema hõlmab ülesandeid, kus tuleb lahendada arvulisi või kvalitatiiivseid võrdlemisülesandeid, samuti traditsioonilisi võrdest puuduva väärtuse leidmise ülesandeid (võrde kolme antud liikme järgi neljanda leidmine).

Arv: naturaalarvud	
4. klass	8. klass
Esitab naturaalarve kasutades selleks sõnu, diagramme või sümboleid. Tunneb ära ja kirjutab erineval kujul esitatud arve.	Tunneb numbri asukoha tähendust arvus ja nelja tehet naturaalarvudega.
Tunneb numbri asukoha tähendust arvus.	Leiab ning kasutab arvu tegureid ja kordseid. Tunneb algarve.
Oskab naturaalarve võrrelda ja järjestada.	Esitab üldkujul kommutatiivsuse, assotsiatiivsuse ja distributiivsuse seadust ning oskab neid kasutada.
Tunneb ära naturaalarvude erinevaid kogumeid nende ühiste omaduste põhjal, nt paarisarvud ja paaritud arvud, arvu kordsed ja tegurid.	Oskab leida arvu astmeid, ruutjuurt täisruudust kuni 144ni.
Arvutab naturaalarvudega.	Lahendab arvutamise, ligikaudse hindamise ja ümardamisega seotud ülesandeid.
Hindab ligikaudu arvutamise tulemust arvude ümardamise teel.	
Lahendab rutiinseid ja mitterutiinseid, sh igapäevaelust pärit ülesandeid.	

Arv: harilikud ja kümnendmurrud	
4. klass	8. klass
Tunneb harilikku murdu kui osa tervikust ja kui kahe naturaalarvu jagatist, määrab murru asukoha arvkiirel.	Võrdleb ja järjestab harilikke murde.
Tunneb ära võrdsed murrud.	Võrdleb ja järjestab kümnendmurde.
Oskab murde võrrelda ja järjestada.	Tunneb numbri asukoha tähendust kümnendmurrus.
Tunneb kümnendmurde.	Kasutab kümnend- ja harilike murdude väljendamisel sõnu, arve või teisi mudeleid (sh arvkiirt).
Esitab harilikke või kümnendmurde, kasutades sõnu, numbreid või teisi mudeleid.	Tunneb ära ja oskab kirjutada samaväärseid murde.
Liidab ja lahutab ühenimelisi murde.	Teisendab harilikke murde kümnendmurdudeks ja vastupidi.
Liidab ja lahutab kümnendmurde.	Seostab harilike murdude või kümnendmurdudega tehteid reaalseste olukordadega ja näitlike mudelitega.
	Arvutab nii harilike murdude kui ka kümnendmurdudega, kasutab sealjuures kommutatiivsust, assotsiatiivsust ja distributiivsust.
	Ümardab kümnendmurde hinnangulise tulemuse saamiseks.
	Lahendab harilikke murde rakendavaid ülesandeid.

	Lahendab kümnendmurde rakendavaid ülesandeid.
--	---

Märkus: 4. klassi murdude nimetajad on 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 või 12.

4. klassi kümnendmurrud hõlmavad kümnendikke ja/või sajandikke.

Arv: täisarvud	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Esitab täisarve, kasutades arve, sõnu või näitlikke mudeleid (sh arvtelge).
	Võrdleb ja järjestab täisarve.
	Näitab, et saab aru täisarvude liitmisest, lahutamisest, korrutamise ja jagamisest.
	Arvutab täisarvudega.
	Kasutab täisarve ülesandeid lahendades.

Arv: suhe, võrre ja protsent	
4. klass	8. klass
Lahendab ülesandeid, mis sisaldavad lihtsaid võrdeid.	Tunneb ära ja oskab leida võrdseid suhteid.
	Jagab antud suuruse etteantud suhtes.
	Teisendab protsente harilikeks või kümnendmurdudeks ja vastupidi.
	Lahendab protsentülesandeid.
	Lahendab ülesandeid, milles kasutatakse võrret.

Algebra

Selle teema puhul on esmatähtsad funktsionaalsed seosed ja nende kasutamine mudeleid koostades ning probleemülesandeid lahendades. Samuti on oluline hinnata, kui hästi on omandatud need teadmised ja oskused, mis sellele kaasa aitavad. Algebra hõlmab seaduspärasusi ja suurustevahelisi seoseid, mille puhul kasutatakse erinevate situatsioonide esitamisel algebra sümboleid. Algebra valdkond hõlmab ka samaväärsete avaldiste äratundmis- ja saamisoskust ning lineaarvõrrandite lahendamise oskust.

Et algebrat ei õpetata algkoolis tavaliselt algebra nimetuse all, siis tähistatakse seda teemat 4. klassis mõistega *seaduspärasused (mustrid)*. 8. klassi puhul hõlmab algebra valdkond järgmisi teemasid:

- seaduspärasused (mustrid)
- algebralised avaldised
- võrrandid ja valemid
- seosed (funktsioonid)

Õpilastel palutakse etteantus ära tunda ja jätkata või üldistada seaduspärasusi ning seoseid. Nad peavad situatsioonide algebralisel esitamisel oskama kasutada sümboleid.

4. klassis peavad õpilased aru saama erinevatest seaduspärasustest, lihtsamatest võrranditest, arvupaaridena esitatud funktsioonide mõttest. 8. klassi puhul on algebra mõisted rohkem formaliseeritud. Õpilased peavad keskenduma lineaarsetele seostele ja muutuja mõistele. 8. klassi õpilastelt oodatakse, et nad oskaksid kasutada ja lihtsustada algebraalisi avaldise, lahendada lineaarvõrrandeid ja -võrratusi ning kahe muutujaga lineaarvõrrandisüsteeme, kasutada lineaarseid ja mittelineaarseid funktsioone. Nad peavad algebra vahendeid kasutades oskama lahendada reaalse elu ülesandeid, koostades selleks algebraalisi mudeleid.

Algebra: seaduspärasused (mustrid)	
4. klass	8. klass
Leiab seaduspärasusi (mustreid) arvulises ja geomeetrilises materjalis, jätkab neid seaduspärasusi.	Jätkab arvulisi, algebraalisi ja geomeetrilisi seaduspärasusi (mustreid) või jadasid, kasutades selleks sõnu, sümboleid või diagramme; leiab mustri puuduvad liikmed.
Viib kokku arvulise ja geomeetrilise seaduspärasuse selle kirjeldusega.	Üldistab seaduspärasusi jadas või seoseid jada naaberliikmete vahel või liikme ja selle järjekorranumbri vahel, kasutades selleks sõnu või sümboleid.
Kirjeldab liikmetevahelisi seoseid mustris või liikme ja selle järjekorranumbri vahelist seost.	

Arv: algebraalised avaldised	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Arvutab muutujaid sisaldavate avaldiste summat, korrutist ja astet.
	Arvutab avaldise väärtust muutuja(te) etteantud väärtuste korral.
	Lihtsustab või võrdleb algebraalisi avaldise, et määrata kindlaks nende võrdsus.
	Modelleerib olukordi, kasutades selleks avaldise.

Algebra: võrrandid ja valemid	
4. klass	8. klass
Näitab võrdsusest arusaamist, kasutades võrrandeid, pindala, ruumala ja massi.	Arvutab valemite põhjal, kasutades muutujate etteantud väärtusi.
Leiab võrduse puuduva liikme (nt: milline arv sobib lünka nii, et võrrand $17 + \underline{\quad} = 29$ oleks tõene?).	Kasutab valemid, et vastata küsimustele etteantud olukorra kohta.
Modelleerib lihtsamaid olukordi, kasutades tundmatuid ja võrrandit.	Oskab kontrollida, kas etteantud arv rahuldab/arvud rahuldavad antud võrrandit.
Lahendab ülesandeid, milles on tundmatud.	Lahendab lihtsamaid lineaarvõrrandeid ja -võrratusi ning kahe muutujaga lineaarvõrrandisüsteeme.

	Koostab lineaarvõrrandeid, -võrratusi või -võrrandisüsteeme, mis modelleerivad antud olukorda.
	Lahendab võrrandite või valemite abil ülesandeid.

Algebra: seosed (funktsioonid)	
4. klass	8. klass
Esitab etteantud eeskirja alusel arvupaare (nt: et saada teine arv, korruta esimest arvu kolmega ja liida 2).	Tunneb ära sama funktsiooni erinevad ekvivalentsed esitused (järjestatud arvupaarid, tabel, graafik, sõnaline esitus või valem).
Kirjutab või valib seose või reegli, mis kirjeldab etteantud arvupaare.	Oskab antud funktsioonile tuua erinevaid ekvivalentseid esitusi.
Kannab etteantud seose alusel arvupaarid graafikule.	Tunneb ära ning tõlgendab võrdelisi, lineaarseid ja mittelineaarseid seoseid (sh liikumise graafikuid ja lihtsamaid määramispiirkonna erinevates osades erinevalt defineeritud funktsioone).
Näitab, miks arvupaar vastab etteantud reegli tingimustele (nt: kahe arvu vahelise seose "teise arvu saamiseks korruta esimene arv 5-ga ja lahuta sellest 4" puhul näitab, et arvupaar (2; 6) rahuldab seda seost).	Kirjutab või valib funktsiooni, mis sobib etteantud ülesande modelleerimiseks.
	Oskab etteantud graafikut lugeda (graafiku lõikumine koordinaattelgedega; vahemikud, kus funktsioon kasvab, kahaneb või on konstantne).

Mõõtmine

Mõõtmine tähendab objekti suurusele arvilise väärtuse andmist. Selles valdkonnas on rõhk mõõdetavate suuruste, kasutatavate mõõtühikute, nende rakendusvaldkonna ja vastavate toimingute tundmisel. Mõõtmisoskust on vaja paljudes igapäevaelu olukordades.

Mõõtmine koosneb kahest alateemast:

- suurused ja vastavad ühikud
- mõõtmisvahendid, -tehnikad ja vastavad valemid

Mõõdetav suurus on objekti selline omadus, mida on võimalik arviliselt kirjeldada, nt on lõigul pikkus, tasandilisel kujundil pindala ja füüsikalistel objektidel mass. Mõõtmise õppimine algab sellest, et tajutakse vajadust a) võrrelda suurusi ning b) mõõta eri tunnuseid erinevate ühikute abil. See, milliseid ühikuid õpilased mõõtes kasutavad ja kuidas nad seda teevad, peaks kogu õppekava vältel edasi arenema.

Nii 4. kui ka 8. klassis peavad õpilased oskama kasutada füüsikaliste suuruste (pikkus, pindala, ruumala, kaal/mass, nurk, temperatuur ja aeg) mõõtmise vahendeid nii standardsete kui ka mittestandardsete ühikutega. Õpilased peavad oskama väärtusi ühest ühikusüsteemist teise teisendada. 4. klassi õpilased peavad oskama kasutada ümardamist ja ligikaudset hindamist ning valemeid ruudu ja ristküliku pindala ning übermõõdu arvutamiseks. 8. klassis lisanduvad uued suurused (nagu kiirus ja tihedus) ning keerulisemad valemid osadest kokkupandud kujundi pindala ja ruumiliste kujundite täispindala leidmiseks.

Mõõtmine: suurused ja vastavad ühikud	
4. klass	8. klass
Kasutab etteantud mittestandardseid ühikuid pikkuse, pindala, ruumala ja aja mõõtmiseks (nt kirjaklambrid pikkuse, plaadid pindala ja suhkrutükid mahu mõõtmiseks).	Valib ja kasutab sobivaid standardühikuid, et arvutada pikkust, pindala, ruumala, übermõõtu (ka ringil), aega, kiirust, tihedust, nurka, massi/kaalu.*
Valib sobivad standardühikud, et mõõta pikkust, pindala, massi/kaalu,* nurka ja aega (nt kilomeetrid autosõidu, sentimeetrid inimese pikkuse korral).	Kasutab ühikutevahelisi seoseid ühikuid teisendades ja suurusi võrreldes.
Oskab standardühikuid teisendada (nt tunde minutiteks, gramme kilogrammideks).	
Teab, et pikkus, pindala, ruumala, nurk ega aeg ei muutu objekti koha muutumisel või osadeks jagamisel.	

Mõõtmine: vahendid, meetodid ja valemid	
4. klass	8. klass
Kasutab mõõtevahendeid, millel on lineaarne sirglõigu- või ringikujuline skaala, et mõõta pikkust, kaalu, aega ja temperatuuri konkreetsetes situatsioonides (nt akna mõõtmed, paki kaal).	Kasutab pikkust, kaalu, aega, kiirust, nurka ja temperatuuri mõõtes standardvahendeid ning joonistab etteantud suurusega lõike, nurki ja ringe.
Hindab konkreetsetes situatsioonides ligikaudu pikkust, pindala, ruumala, kaalu ja aega (nt hoone kõrgus, materjaliploki ruumala).	Hindab konkreetsetes situatsioonides ligikaudu lõigu pikkust, ringjoone pikkust, pindala, ruumala, kaalu, aega, nurka ja kiirust (nt ratta übermõõtu, jooksja kiirus).
Arvutab etteantud mõõtmistega ruutude ja ristkülikute pindala ning übermõõtu.	Teeb ülesannet lahendades mõõtmistulemustega arvutusi (nt mõõtmiste liitmine, teekonna keskmise kiiruse leidmine, rahvastiku tiheduse leidmine).
Teeb lihtsamaid arvutusi mõõtmistulemustega (nt möödunud aeg, temperatuuri	Valib ning kasutab sobivaid valemeid ristküliku ja ringi übermõõdu, tasandilise

* Õigem oleks mass, kuid selle vanuseastme puhul kasutatakse tavaliselt kaalu grammides või kilogrammides. Riiigid, kus massi mõistet 4. ja/või 8. klassis rohkem kasutatakse, arvestavad seda ülesandeid koostades.

muutus, pikkuse või kaalu erinevus).	kujundi (sh ringi) pindala, risttahuka pindala ja ruumala ning kiiruse leidmiseks.
	Leiab korrapäratu või osadest koosneva tasandilise kujundi pindala, kasutades selleks koordinaatteljestikku (ruudustikku) või kujundi tükeldamist ja tükelduste ümber- tõstmist.
	Esitab ja tõlgendab infot mõõtmise täpsuse kohta (nt millistes piirides paikneb tegelik mõõtmistulemus, kui selle ümardamisel lähima täissentimeetri on saadud 8 cm).

Geomeetria

Juba 4. klassis peavad õpilased teadma geomeetriast rohkem kui lihtsalt geomeetrilisi kujundeid. Nii 4. kui ka 8. klassi õpilased peavad suutma analüüsida erinevate geomeetriliste kujundite (jooned, nurgad, kahe- ja kolmemõõtmelised kujundid) omadusi ning anda selgitusi, mis põhinevad geomeetrilistel seostel. Keskenduda tuleks kujundite geomeetrilistele omadustele ja nende seostele. Geomeetria valdkond hõlmab koordinaattasandi kasutamist ja ruumi visualiseerimise oskust, et opereerida kahe- ja kolmemõõtmeliste kujunditega ning nende erinevate esitustega. Õpilased peavad oskama kasutada sümmeetriat ja rakendada vastavaid teisendusi matemaatika-ülesandeid lahendades.

Geomeetria peamised teemad on

- sirged ja nurgad
- kahe- ja kolmemõõtmelised kujundid
- kongruentsus ja sarnasus
- asend ja ruumilised seosed
- sümmeetria ja geomeetrilised teisendused

Ruumitunnetus on geomeetria õppimise lahutamatu osa. Kognitiivsel tasandil tähendab see oskusi alates jooniste ja konstruktsioonide tegemisest kuni keerukamate kujunditega seotud matemaatilise põhjendamiseni. Nii 4. kui ka 8. klassi õpilased peavad kirjeldama, visualiseerima, joonestama ja konstrueerima erinevaid geomeetrilisi kujundeid, sealhulgas nurki, sirgeid, kolmnurki, nelinurki ja muid hulknurki. Õpilased peavad suutma kombineerida, tükeldada ja analüüsida liitkujundeid. Keskastmes peavad nad oskama tõlgendada või esitada esemete pealt- ja külgvaateid ning rakendada ülesandeid lahendades oma teadmisi sarnasuse ja kongruentsuse kohta. Nad peavad oskama kasutada ruudustikke (koordinaadistikku), leida tasandil märgitud punktide vahelist kaugust ja kasutada Pythagorase teoreemi igapäevaelu ülesandeid lahendades.

Nii 4. kui ka 8. klassi õpilased peavad tundma joonte sümmeetriat ja oskama joonestada sümmeetrilisi kujundeid. Nad peavad suutma teha kindlaks geomeetriliste teisendamiste mõju tasandilistele kujunditele. Keskastmes peavad õpilased mõistma ning suutma kirjeldada pööret, lüket ja peegeldust matemaatika mõistete abil (nt pöörde keskpunkt, lükke suund ja pöördenurk). Edaspidistes klassides on tähtis võrdeliste seoste nägemine geomeetria kontekstis ning esimeste seoste tekkimine geomeetria ja algebra vahel. Õpilased peavad suutma lahendada ülesandeid geomeetriliste mudelite abil ning selgitada vastavaid seoseid geomeetria mõistete abil.

Geomeetria: sirged ja nurgad	
4. klass	8. klass
Liigitab nurki terav-, täis- ja nürinurka-deks.	Liigitab nurki: teravnurgad, täisnurgad, sirgnurgad, nürinurgad, ülinürinurgad, teineteise täiendusnurgad, kõrvunurgad.
Tunneb ära ning kirjeldab paralleelseid ja ristuvaid sirgeid.	Tunneb tippnurki, kõrvunurki, kahe paral-leelse sirge lõikamisel kolmandaga tekki-vaid nurki, sirgete ristumist.
Võrdleb etteantud nurki ja järjestab need suuruse järgi.	Teab ja kasutab nurgapoolitajat ning lõigu keskristsirget.

Geomeetria: kahe- ja kolmemõõtmelised kujundid	
4. klass	8. klass
Teab ning kasutab tavalisemate kahe- ja kolmemõõtmeliste kujunditega seotud sõnavara.	Loetleb geomeetriliste kujundite omadusi – kolmnurgad (isekülgne, võrdhaarne, võrd-külgne, täisnurkne) ja nelinurgad (ise-külgne, trapets, rööpkülik, ristkülik, romb, ruut).
Tunneb lähiümbruses ära lihtsamad geo-meetrilised kujundid.	Kasutab lihtsamate geomeetriliste kujun-dite omadusi keerukamate liitkujundite omaduste kohta oletuste tegemiseks.
Liigitab kahe- ja kolmemõõtmelisi kujundeid nende omaduste põhjal.	Loetleb teiste hulknurkade (korrapärane viisnurk, kuusnurk, kaheksanurk, kümme-nurk) omadusi.
Tunneb geomeetriliste kujundite omadusi ja kasutab neid rutiinseid ülesandeid lahendades.	Konstrueerib või joonestab etteantud mõõtmega kolmnurki ja ristkülikuid.
Jaotab kujundi tükkiideks ja seab tükid ümber lihtsamateks kujunditeks.	Kasutab kujundite geomeetrilisi omadusi rutiinseid ja mitterutiinseid ülesandeid lahendades.
	Kasutab ülesandeid lahendades Pytha-gorase teoreemi (ilma tõestuseta) (nt täis-nurkse kolmnurga külje pikkus ülejäänud kahe külje pikkuse kaudu, kolmnurga kolme külje pikkuste abil kolmnurga täis-nurksuse määramine).

Geomeetria: kongruentsus ja sarnasus	
4. klass	8. klass
Tunneb ära kongruentsed kolmnurgad.	Tunneb ära kongruentsed kolmnurgad ja nende vastavad mõõtmed.
Tunneb ära erineva suurusega sarnased kolmnurgad.	Tunneb ära kongruentsed nelinurgad ja nende vastavad mõõtmed.
	Tunneb kongruentsuse tunnuseid ja oskab määrata, kas etteantud mõõtmega kolm-nurgad on kongruentsed.

	Tunneb ära sarnased kolmnurgad ja teab kolmnurkade sarnasustunnuseid.
	Kasutab kongruentsuse tunnuseid matemaatika- ja praktilisi ülesandeid lahendades.
	Kasutab sarnasuse tunnuseid matemaatika- ja praktilisi ülesandeid lahendades.

Geomeetria: asend ja ruumilised seosed	
4. klass	8. klass
Kasutab mitteformaalseid koordinaatsüsteeme punktide märkimiseks tasandile.	Määrab punkti asukohta arvtelge, koordinaattasandit ja maakaarti kasutades.
Seostab ruumilise kujundi ja selle pinnalaotuse.	Kasutab järjestatud arvupaare, võrrandeid, sirge ja koordinaattelgede lõikepunkte ning sirge tõusu, et esitada punkte ja sirgeid ristkoordinaadistikus.
Oskab näha kahe- ja kolmemõõtmeliste kujundite seoseid, kui on antud kolmemõõtmelise kujundi pinnalaotused ja selle kujundi erinevad kahemõõtmelised vaated.	Oskab näha kahe- ja kolmemõõtmeliste kujundite seoseid, kui on antud kolmemõõtmelise kujundi pinnalaotused ja selle kujundi erinevad kahemõõtmelised vaated.

Geomeetria: sümmeetria ja geomeetrilised teisendused	
4. klass	8. klass
Tunneb telgsümmeetriat.	Tunneb tasandiliste kujundite sümmeetriat sirge ja punkti suhtes.
Joonestab tasandilisi sümmeetrilisi kujundeid.	Joonestab tasandilisi sümmeetrilisi kujundeid.
Tunneb ära lükke, peegelduse ja pöörde.	Tunneb või joonestab kujundi lüket, peegeldust, pööret ja suurendamist.
	Kasutab geomeetrilisi teisendusi, et selgitada või määrata kindlaks geomeetriliste kujundite omadusi.

Andmed

Andmetöötlusega seotud testi osa hõlmab teadmisi, kuidas andmeid koguda, enda või teiste kogutud andmeid korrastada ning graafikute ja diagrammide abil esitada. See valdkond hõlmab ka andmete väärtõlgendamise teemat (nt taastõttlemise, konservimise või tootjate nõuete osas).

Valdkond koosneb neljast alateemast:

- andmete kogumine ja korrastamine
- andmete esitamine
- andmete tõlgendamine
- juhuslikkus ja tõenäosus

4. ja 8. klassis tulevad õpilased toime lihtsamate andmete kogumisega. Nad töötavad enese või teiste kogutud või simulatsiooni teel genereeritud andmetega. Õpilased peavad mõistma, mida andmete esitamisel kasutatavad erinevad arvud, sümbolid ja joonised tähendavad. Näiteks peavad nad teadma, et ühed arvud väljendavad andmete väärtust ja teised nende väärtuste esinemise sagedust. Õpilastel peab arenema oskus esitada andmeid tulp- ja joondiagrammide ning tabelite abil, lähtudes eri tüüpi esituste eelistest.

4. ja 8. klassi õpilased peavad oskama kirjeldada ja võrrelda andmestike omadusi (kuju, jaotust ja keskmisi) ning suutma esitatud andmete põhjal teha järeldusi. 8. klassis peavad õpilased oskama märgata andmetes peituvaid suundumusi, ennustada andmete põhjal ja hinnata andmete tõlgendamise mõistlikkust.

Tõenäosuse mõiste tundmist 4. klassis ei kontrollita, küll aga 8. klassis,⁷ kus teadmised tõenäosusest ei tohiks piirduda ainult sellega, et õpilane oskab tuntumate sündmuste korral otsustada, kas see sündmuse toimumine on kindel, võimatu või juhuslik. Nad peavad oskama vastata ka küsimusele, kas ühe sündmuse esinemise tõenäosus on suurem või väiksem kui teise oma, kasutades selleks sündmuste või katsetulemuste tõenäosust.

Andmed: andmete kogumine ja korrastamine	
4. klass	8. klass
Sobitab antud andmekogumi kokku mingi olukorra või kontekstiga (nt täringuviske tulemused).	Sobitab antud andmekogumi või selle mingi esituse kokku mingi olukorra või konteksti sobiva omadusega (nt toote vastava aasta igakuised müüginäitajad).
Korrastab andmekogumi mingi tunnuse põhjal (nt kõrgus, värvus, vanus, kuju).	Korrastab andmekogumi ühe või mitme tunnuse põhjal, kasutades selleks sagedustabelit või graafikut.
	Tunneb ära ja kirjeldab võimalike vigade põhjusi andmete kogumisel ning korrastamisel (nt süstemaatiline viga, andmete vale rühmitamine).
	Valib kõige sobilikuma andmete kogumise meetodi (nt vaatlus, eksperiment, küsitlus), et vastata etteantud küsimusele, ning põhjendab valikut.

Andmed: andmete esitamine	
4. klass	8. klass
Oskab tabelitest, piktogrammide, tulpdiagrammidelt ja sektordiagrammidelt andmeid õigesti välja lugeda.	Oskab graafikutelt, tabelitest, piktogrammide, tulp-, sektor- ja joondiagrammidelt andmeid õigesti välja lugeda.
Esitab andmeid tabelite, piktogrammide	Esitab andmeid graafikute, tabelite, pikto-

⁷ 1995. ja 1999. aasta testis hõlmas andmete esitamise, analüüsimise ja tõenäosuse valdkond suhteliselt vähe küsimusi juhuslikkuse ja tõenäosuse kohta. Nendele vastamine sõltus samas väga palju teadmistest täisarvude, murdude ja suhete kohta.

ja tulpdiagrammide abil.	grammide ning tulp- ja joondiagrammide abil.
Võrdleb ja tunneb ära samade andmete erinevaid esitusi.	Võrdleb ja tunneb ära samade andmete erinevaid esitusi.

Andmed: andmete tõlgendamine	
4. klass	8. klass
Võrdleb seotud andmekogumite omadusi (nt etteantud andmed või nende mingi esitus kahe klassi õpilaste pikkuste kohta; õpilane peab määrama klassi, kus on kõige lühem/pikem õpilane).	Võrdleb seotud andmekogumite omadusi, kasutab keskmist, mediaani, ulatust, sagedusjaotust (üldiselt).
Oskab andmete põhjal järeldusi teha.	Tõlgendab andmekogumeid (nt teeb järeldusi ja ennustusi ning hindab etteantud väärtuste vahele või vastavast vahemikust väljapoole jäävaid väärtusi).
	Hindab andmete tõlgendust selle täpsuse ja tõlgenduse lõpetatuse aspektist.
	Kasutab ja tõlgendab andmekogumeid, et küsimustele vastata.

Andmed: juhuslikkus ja tõenäosus	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Hindab sündmuse tõenäosust, öeldes, kas sündmus on kindel või võimatu või tõenäosem, sama tõenäone või vähem tõenäone kui mingi teine sündmus.
	Kasutab katseandmeid selleks, et hinnata soovitud tulemuse tõenäosust.
	Kasutab probleemsituatsioone, et arvutada välja võimalike tulemuste teoreetiline tõenäosus.

Matemaatika kognitiivsed valdkonnad

TIMSS-testi ülesandeid lahendades peavad õpilased tundma selleks vajaminevat matemaatilist sisu. Samas on ülesanded koostatud nõnda, et nende lahendamine nõuab ka konkreetsete kognitiivsete oskuste rakendamist. Paljud neist oskustest on ühendatud sisuliste valdkondade raames hinnatavate teemadega. Teste kokku pannes on eesmärgiks seatud, et sisuliste teemade kaudu oleks ka kõigile kognitiivsetele aspektidele vajalikku tähelepanu pööratud. Selleks koostati kõigepealt täielik loetelu kognitiivsetest õpitulemustest, mida matemaatikaõppega saavutada tahetakse. Järgnevas käsitletaksegi oskusi ja võimeid, mis peavad olema esindatud kognitiivsel tasandil ning mida hinnatakse sisuliste teemade raames. Neil oskustel ja võimetal oli küsimuste koostamisel keskne tähtsus nii 4. kui ka 8. klassis.

Õpilaste kognitiivsed tegevused (tunnetuslik dimensioon) matemaatikaülesandeid lahendades on liigitatud nelja valdkonda:

- faktide ja protseduuride tundmine
- mõistete kasutamine
- rutiinsete ülesannete lahendamine
- arutlemine

Toimingud, mida õpilastelt iga kognitiivse valdkonna puhul oodatakse, moodustavadki selle tulemuse, mida õppe kavandajad ja praktikud kogu maailmas saavutada püüavad. Ühiskonna erinevad rühmad, isegi erinevad matemaatikaõpetajad, hindavad kognitiivseid oskusi või neile koolitöös antavat tähtsust erinevalt. TIMSS-uuringus käsitatakse kõiki neid valdkondi olulisena ning nende hindamiseks kasutatakse erinevaid ülesandetüüpe.

Iga kognitiivse valdkonna puhul on esile toodud oskused ja võimed, mida õpilased peavad TIMSS-testis demonstreerima. Neid oskusi ja võimeid hinnatakse nii 4. kui ka 8. klassis. Mil määral õpilane neid aga näitama peab, erineb klassiti märkimisväärselt. Ka see, kuidas ülesanded nelja kognitiivse valdkonna vahel (faktide ja protseduuride tundmine, mõistete kasutamine, rutiinsete ülesannete lahendamine, arutlemine) jagunevad, sõltub sihtrühmade ealistest erinevustest (tabel 1).

Et õpilaste matemaatikateadmised ja -oskused pidevalt täiustuvad, nihkub ka matemaatika ainekavas rõhk lihtsate ülesannete lahendamisel keerulisemate lahendamisele. Üldjoontes suureneb seejuures ülesannete kognitiivne raskusaste. Eesmärk on võimaldada õpilasel areneda fakti, protseduuri või mõiste tundmise tasemelt teadmiste kasutamise ja probleemide lahendamise tasemele; teadmise kasutamiselt lihtsates või tuttavates olukordades selle rakendamisele uudses olukorras või süstemaatilisele põhjendamisele.

Kognitiivset keerukust ei tohi segi ajada ülesande tehnilise keerukusega. Peaaegu kõigi loetletud tunnetuslike oskuste puhul on võimalik koostada nii üsna lihtsaid kui ka väga raskeid ülesandeid. Mingit kognitiivset oskust kontrollivaid küsimusi koostades peeti silmas, et loodaks vastav ülesanne iga raskusastme jaoks ning et ülesande raskusaste ei mõjutaks kognitiivse oskuse määramist.

Järgnevas kirjeldatakse põhjalikumalt õpilastelt oodatavaid kognitiivse dimensiooniga seotud valdkondi, vastavaid tegevusi ja nendega kaasnevat oskusi ning võimeid. Tabeleis on esitatud tegevused, mida vastava valdkonna küsimused peaksid õpilastelt nõudma. Mõnel juhul on lisatud ka näide.

Faktide ja protseduuride tundmine

See, kui lihtne on matemaatikat kasutada või matemaatiliste olukordade üle arutleda, sõltub eelkõige omandatud matemaatikateadmistest. Mida rohkem asjakohaseid teadmisi õpilane meenutada suudab, seda suurem on tal võimalus rakendada ülesannete erinevaid lahendusteid. Kui õpilasel puuduvad vastavad teadmised ja oskused, on tal eesmärgipärane matemaatiline mõtlemine võimatu. Faktid on teadmised matemaatika keele, matemaatiliste seoste ja omaduste kohta, mis kõik kokku moodustavad matemaatilise mõtlemise baasi.

Protseduurid on sillaks matemaatika baasteadmiste ja nende kasutamise vahel rutiinsetes ülesannetes. Eriti tähtsad on seejuures rakendused selliste ülesannete puhul, millega inimesed oma igapäevaelus kokku puutuvad. Protseduuride ladus kasutamine eeldab, et mäletatakse matemaatilisi tegevusi, nende sooritamise reegleid ning osatakse neid rakendada. Õpilased peavad probleeme lahendades oskama ladusalt ja täpselt kasutada erinevaid arvutustehteid ja -vahendeid. Nad peavad tajuma, et iga üksiku protseduuri abil on võimalik lahendada mitte ainult üht ülesannet, vaid mitut, seejuures väga erinevaid ülesandeliike.

Faktide ja protseduuride tundmine	
Mäletamine	Mäletab definitsioone, sõnavara, ühikuid, numbrilisi fakte, arvude omadusi, tasandiliste kujundite omadusi, matemaatilisi kokkuleppeid (nt sellised algebralised kokkuleppelised tähistused nagu $a \cdot b = ab$; $a + a + a = 3a$; $a \cdot a \cdot a = a^3$; $\frac{a}{b} = a : b$).
Äratundmine	Tunneb ära matemaatilistelt võrdsed suurused, nt võrdsete pindaladega kujundiosad, kongruentsed erinevalt orienteeritud geometrilised kujundid, ühe ja sama arvu erinevad esitused, samaväärsed algebralised avaldised.
Arvutamine	Tunneb algoritmilisi protseduure, mis vastavad märkidele +, −, ·, : või nende kombinatsioonidele; teab, kuidas arve ümardada, hinnata suuruse ligikaudset väärtust, lahendada võrrandeid, arvutada avaldise väärtust ja kasutada valemeid, jagada antud suurust etteantud suhtes, suurendada või vähendada antud kogust mingi protsendi võrra. Koostab, tegurdab ning lihtsustab algebralisi ja arvavaldisi.
Vahendite kasutamine	Kasutab matemaatilisi ja muid mõõtevahendeid; loeb skaalasid, joonestab sirgeid, nurki ja kujundeid etteantud andmete põhjal. Kasutab nurklauda ja sirkli, et konstrueerida etteantud andmete põhjal lõigu keskristsirget ja nurgapoolitajat, kolmnurki ning nelinurki.

Mõistete kasutamine

Matemaatika mõistete kasutamine on tähtis nii ülesannete lahendamise, arutlemis- oskuse kui ka matemaatilise mõtlemise arendamise seisukohalt.

Mõistete tundmine võimaldab õpilasel näha seoseid üksikfaktidena esindatud teadmiste vahel, laiendada olemasolevaid teadmisi, kontrollida matemaatiliste väidete ja meetodite valiidsust ning esitada uusi matemaatilisi tõdesid. Nende tõdede esitamine moodustab aga matemaatilise mõtlemise ja suhtlemise tuuma. Äärmiselt oluline on seejuures oskus pakkuda ühe ja sama situatsiooni erinevaid, kuid samaväärseid esitusi.

Mõistete kasutamine	
Teadmine	Teab, et pikkus, pindala ja maht jäävad teatavatel tingimustel samaks; tunneb selliseid mõisteid nagu sisaldumine, välis-

	<p>tamine, üldisus, võrdne tõenäosus, esitus, tõestus, põhiarv ja järgarv, matemaatiline seos, numbri asukoha tähendus arvus.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Otsusta, kas paberi pindala on suurem, sama või väiksem pärast seda, kui paber on ribadeks lõigatud (joonis näitab tervet lehte ja selle lahtilõigatud ribasid).</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Õpilane teab, et kui mündi viiel järjestikusel heitel on tulemus “kull”, siis on järgmise heite tulemuse puhul variandid “kull” ja “kiri” võrdselt tõenäosed.</p>
Liigitamine	<p>Liigitab objekte, kujundeid, arve, avaldise ja mõisteid ühiste tunnuste põhjal; teeb õigeid otsuseid mingisse liiki kuulumise kohta; järjestab arve ja objekte nende tunnuste põhjal.</p> <p>Näide 4. klassis nõutava kohta. Õpilane valib erineva kuju ja külgede arvuga geomeetriliste kujundite seast välja kõik kolmnurgad.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. Õpilane valib ühte rühma sellised suuruste paarid (pikkused, massid, maksumused jne), kus esimene suurus on teisest suurem.</p>
Eri viisidel esitamine	<p>Esitab arve erinevate mudelite abil; esitab matemaatilisi andmeid või muud infot diagrammidel, tabelites, graafikutel; oskab tuua matemaatilise suuruse või seose väljendamiseks samaväärseid esitusi.</p> <p>Näide 4. klassis nõutava kohta. Õpilane viirutab osa kujundist selliselt, et see esitaks etteantud murdu.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. Õpilane esitab etteantud funktsiooni valemi põhjal arvupaare, mis seda valemit rahuldavad.</p>
Sõnastamine	<p>Sõnastab probleeme või olukordi, mida on võimalik etteantud võrrandite või avaldistega modelleerida.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Jane on lugenud 29 lk oma raamatust. Raamatus on 87 lk. Sellisel juhul on võrduses $87 - \underline{\quad} = 29$) otsitavaks Janel seni lugemata lehekülgede arv. Nimeta veel üks olukord, kus saaks seda võrdust kasutada.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Võrrandit $4x + 3 = 51$ saab kasutada järgmist ülesannet lahendades. Neli kasti on täidetud golfipallidega. 3 golfipalli ei mahtunud kastidesse. Kui palju on igas kastis golfipalle, kui neid oli kokku 51? Koosta ülesanne, mille puhul saaks kasutada võrrandit $25 - 3x = 1$ (Ära võrrandit lahenda.)</p>
Eristamine	<p>Eristab küsimused, millele on antud info põhjal (nt andmekogum) võimalik vastata, nendest küsimustest, millele vastata</p>

	<p>ei saa.</p> <p>Näide 4. klassis nõutava kohta. Õpilane valib küsimuste seast välja need, mille vastused võib leida antud diagrammilt.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Antud on klassi poiste kaalud. Õpilane otsustab, millistele järgmistest küsimustest on võimalik leida vastus. Milline on klassi poiste keskmine kaal? Kas klassi poisid kaaluvad keskmiselt rohkem kui sama klassi tüdrukud? Mitu poissi on raskemad kui 70 kg? Kui vanad on selle klassi õpilased?</p>
--	---

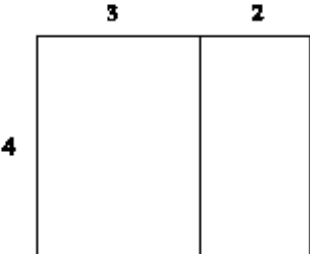
Rutiinsete ülesannete lahendamine

Õpilasi tuleks õpetada hindama matemaatikat kui inimkonna määratud saavutust ning väärtustama selle aine eripära. Sellegipoolest pole matemaatikateadmiste omandamine eesmärk omaette. Peamine põhjus matemaatika lülitamiseks õppekavva on järjest süvenev arusaam, et matemaatikateadmiste valdamine ja nende rakendamise oskus aitab olla edukam ühiskonnaliige. Matemaatika kasutamist või kõrgel tasemel matemaatilist mõtlemist nõudvate elukutsete arv on tehnoloogia ja juhtimismeetodite arengu tõttu oluliselt kasvanud.

Ülesannete lahendamine on koolimatemaatika õppimisel sageli keskne eesmärk ja vahend. Rutiinsete ülesannete lahendamise valdkonnas on väga tähtsal kohal sellised ülesannete lahendamist toetavad oskused nagu avaldistega opereerimine, nende koostamine ja valik, modelleerimine, kontroll jt. Rutiinsed ülesanded on need, mida on klassis tehtud konkreetsete meetodite või tehnikate harjutamiseks. Mõningad neist on ka igapäevaeluga seotud tekstülesanded. Mõne sellise nn õpikuülesande lahendamine nõuab matemaatika avaramat tundmist (nt võrrandite lahendamist). Rutiinsete ülesannete erinevale raskusastmele vaatamata on nende puhul alati eeldatud, et nad oleksid õpilastele piisavalt tuttavad ning et nende lahendused tugineksid tuttavatele, varem õpitud protseduuridele.

Ülesannete lahendamine on seotud enamiku matemaatikateemadega. Lisaks sellele, et ülesannete lahendamise oskust loetakse mõne konkreetse teema puhul ka otseseks õpieesmärgiks (et rõhutada selle erilist tähtsust), nõuavad TIMSS-testi ülesanded vastava tunnetustehnika kasutamist ka teiste teemade puhul. Ülesanded võivad olla igapäevaelust või seotud puhtmatemaatiliste küsimustega, mis hõlmavad näiteks arvulisi või algebralisi avaldiseid, funktsioone, võrrandeid, geomeetrilisi kujundeid või statistiliste andmete kogumeid. Seetõttu ei tule ülesandeid lahendada mitte ainult rutiinsete ülesannete lahendamise, vaid ka arutlemise valdkonnas (vaata järgmist osa).

Rutiinsete ülesannete lahendamine	
Valimine	Valib ülesannete lahendamiseks efektiivse meetodi või strateegia, kui ülesannet saab lahendada tuttava algoritmi või lahendusmeetodi abil (st algoritm või meetod peaks sihtrühma õpilastele tuttav olema). Valib sobiva algoritmi, valemi või ühiku.

	<p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Klass korraldab kontserdi ja kõik 28 õpilast peavad müüma igauks 7 piletit. Piletite üldarvu saamiseks tuleb 28 jagada 7ga; 28 korrutada 7ga; liita $7 + 28$ jne.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. On antud ülesanne, mida on võimalik modelleerida lihtsa võrrandiga. Õpilane peab valima etteantute seast sobiva võrrandi.</p>
Modelleerimine	Koostab rutiinse ülesande jaoks sobiva mudeli, nt võrrandi või diagrammi.
Tõlgendamine	<p>Tõlgendab etteantud matemaatilisi mudeleid (võrrandeid, diagramme jne); järgib ja täidab matemaatilisi juhendeid.</p> <p>Näide 4. klassis nõutava kohta. On antud tundmatu (lihtne) kujund või protseduur. Õpilasel tuleb teisele õpilasele kirjutada sõnaline juhend kujundi (protseduuri) reprodutseerimiseks.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. On antud avaldiste hulk, sealhulgas võrdus $4(3 + 2) = 4 \cdot 3 + 4 \cdot 2$. Õpilane peab ära tundma avaldise, mida lisatud joonis kirjeldab.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Rakendamine	Rakendab fakte, protseduure ja mõisteid rutiinsete matemaatiliste (sh igapäevaelu) ülesannete lahendamisel.
Kontrollimine	<p>Kontrollib ülesande lahenduse õigust. Hindab, kas see lahendus on mõistlik.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Mario arvutab oma majas ühe toa pindala. Tulemus on 1300 ruutmeetrit. Kas see tulemus on reaalne? Selgita.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Jaak tahab teada, kui kaugele sõidab lennuk 3,5 tunniga tippkiirusel 965 km/h. Ta kasutab oma taskuarvutit, et korrutada 3,5 arvuga 965, ja teatab oma sõbrale Annele, et tulemus on 33 775 km. Anne vastab, et see vastus ei saa õige olla. Kuidas ta seda teab?</p>

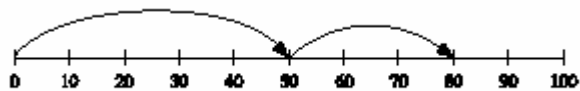
Arutlemine

Matemaatikas eeldab arutlemine võimet mõelda loogiliselt ja süstemaatiliselt. See eeldab ka intuiitivset ning mustritel ja seaduspärasustel põhinevat induktiivset mõtlemist, mida on võimalik kasutada mitterutiinseid ülesandeid lahendades. Mitterutiinised ülesanded on need, millega õpilased ei ole varem tõenäoliselt kokku puutunud. Seetõttu nõuavad säärased ülesanded õpilastelt teistsuguseid kognitiivseid oskusi kui rutiinised ülesanded, kuigi ka mitterutiinsete ülesannete lahendamiseks vajalikud teadmised ja oskused on omandatud. Need ülesanded võivad olla puhtmatemaatilised või ka igapäevaeluga seotud. Mõlemad nimetatud tüüpi ülesanded nõuavad teadmiste ja oskuste ülekandmist uutesse situatsioonidesse. Tavaliselt eeldab see erinevate arutlemisteede kokkusobitamist.

Enamikku arutlemise valdkonnas kirjeldatud toiminguid on võimalik kasutada mitterutiinseid ülesandeid lahendades. Eraldi võetuna on kõik nad aga matemaatika õpetamise olulised tulemused, mis mõjutavad õpilaste mõtlemist üldisemas plaanis. Näiteks hõlmab arutlemine võimet vaadelda ja teha oletusi. Samas hõlmab see ka loogiliste järelduste tegemist konkreetsete eelduste ja eeskirjade põhjal ning tulemuste põhjendamist.

Arutlemine	
Hüpoteeside püstitamine	<p>Teeb asjakohaseid oletusi erinevaid seaduspärasusi ja mustreid uurides, ideede üle arutledes, mudeleid soovitades, andmekogumeid uurides. Oskab ette näha mingi tegevuse, eksperimenti tulemust (arvnäitajat, seaduspärasust, kogust, teisendust jne) enne selle tegemist.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Kaksikalgarvud on algarvud, mille vahele jääb vaid üks arv. Näiteks on 5 ja 7, 11 ja 13, 17 ja 19 kaksikalgarvude paarid. Tee oletusi kaksikalgarvude vahele jäävate arvude kohta.</p>
Analüüsimine	<p>Määrab kindlaks, kirjeldab või kasutab muutujate või objektide vahelisi matemaatilisi seoseid. Analüüsib statistilisi andmeid ühe tunnuse piires. Tükeldab geomeetrilisi kujundeid, et lihtsustada ülesande lahendamist. Joonestab etteantud tundmatu keha pinnalaotuse. Teeb etteantud andmestiku põhjal paikapidavaid järeldusi.</p>
Hindamine	<p>Hindab kriitiliselt matemaatilist ideed, oletust, meetodit, ülesande lahendamise strateegiat, tõestust jne.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Kaks maalrit kulutavad aia värvimiseks kolm purki värvi. Edasi peavad nad värvima sama värviga aeda, mis on kaks korda pikem ja kaks korda kõrgem. Üks maalritest arvab, et nad vajavad uue aia värvimiseks umbes kaks korda rohkem värvi. Ütle, kas maalril on õigus. Põhjenda oma arvamust.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. Õpilasel tuleb kommenteerida uuringut, milles on tehtud ilmselgeid vigu (valim on liiga väike, ei ole esinduslik jne).</p>
Üldistamine	<p>Laiendab antud ülesande lahendamisel rakendatava matemaatilise toiminguga kasutusvaldkonda. Sõnastab seejuures tule-</p>

	<p>mused üldisemas ja avaramas kontekstis.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. On antud arvude jada 1, 4, 7, 10 ... Kirjelda iga liikme ja temale järgneva liikme vahelist seost. Lisa liige, mis järgneb arvule 61.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Teades, et kolmnurga nurkade summa on 180°, ning lähtudes joonisest, kus 4, 5 ja 6 tipuga hulknurkad on jagatud kolmnurkadeks, kirjelda iga hulknurga tippude arvu ning hulknurga sisenurkade summa vahelist seost.</p>
Seostamine	<p>Seostab uued teadmised juba olemasolevatega; loob seoseid erinevate teadmiste ja nende erinevate esituste vahel; loob seoseid omavahel seotud matemaatiliste ideede ja objektide vahel.</p> <p>Näide 8. klassi ülesande kohta. Kolmnurga ABC küljed on: $AB = 3$ cm, $BC = 4$ cm ja $CA = 5$ cm. Milline järgmistest suurustest on selle kolmnurga pindala: 6 cm²; $7,5$ cm²; 10 cm² või 12 cm²?</p>
Sünteesimine	<p>Tulemuse saamiseks kombineerib matemaatilisi protseduure. Ühendab juba saadud tulemusi uute tulemuste saamiseks.</p> <p>Näide 4. klassis nõutava kohta. Õpilane peab oskama antud tabelist leida ülesande lahendamiseks vajalikud andmed.</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. Õpilane peab ülesande lahendamiseks oskama võrrelda ja sünteesida kahel graafikul esitatud infot.</p>
Mitterutiinsete ehk probleem-ülesannete lahendamine	<p>Lahendab selliseid puhtmatemaatilisi või igapäevaeluga seotud ülesandeid, millega ta varem pole tõenäoselt kokku puutunud.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. Ühes riigis kirjutavad inimesed numbreid nõnda: $11 = \blacktriangledown\blacktriangledown\Phi$, $42 = \blacksquare\blacksquare\Phi\Phi$ ja $26 = \blacksquare\blacktriangledown\Phi$. Kuidas kirjutavad selle riigi inimesed arvu 37?</p> <p>Näide 8. klassis nõutava kohta. Õpilasele on antud konkureerivate toodete reklaamides esitatud andmed ja ostutingimused. Arvestades neid, peab ta valima sobivad näitajad ja leidma tee, kuidas nende abil otsustada, kumba toodet oleks kasulikum osta.</p>
Arutlemine/ Põhjendamine	<p>Esitab tõendid mingi tegevuse või väite tõesuse kohta, tuginedes matemaatikas varem omandatule; arendab matemaatilist arutlust, et väidet tõestada või ümber lükata.</p> <p>Näide 4. klassi ülesande kohta. $50 + 30 = 80$. Kasuta arvsirget ja näita, et see väide on tõene. (Õpilased esitavad arvud arvsirgel noolte abil või muul sobival viisil.)</p>



Näide 8. klassi ülesande kohta. Tõesta, et mis tahes kahe paaritu arvu summa on paarisarv.

Matemaatiline kommunikatsioon

Ka matemaatiliste ideede ja protsesside edasiandmine on üks oskusi, mida peetakse paljude igapäevaelu aspektide juures väga tähtsaks. Samas on sellel oskusel fundamentaalne tähendus ka matemaatika enese õpetamisel ja õppimisel. Kommunikatsiooni/suhtlemise eri aspektid on näiteks tulemuste esitamine, modelleerimine ja tõlgendamine. Kuigi kommunikatsioon on üks matemaatika õpetamise olulisi tulemusi, ei ole see TIMSS-testis eraldi kognitiivse valdkonnana esindatud. Pigem vaadeldakse seda üldise dimensioonina, mis hõlmab kõiki matemaatika sisulisi valdkondi ja protsesse. Kommunikatsioon on tähtis kõigis valdkondades – faktide ja protseduuride tundmisel, mõistete kasutamisel, rutiinsete ülesannete lahendamisel ja arutlemisel. Õpilaste kommunikatsiooni (nii matemaatikasisest kui ka -välist) tuleks hinnata kõigis nimetatud valdkondades.

TIMSS-testi tehes võivad õpilased oma kommunikatiivioskusi näidata kirjeldamise ja selgitamise varal (nt matemaatilise objekti, mõiste või mudeli kirjeldus või analüüs). Kommunikatiivsed oskused avalduvad ka matemaatika terminite ja tähistuste kasutamisel, võrrandi lihtsustamisel, hinnangute andmisel, lahenduskäikude demonstreerimisel, matemaatiliste ideede esitamisel või kui selgitatakse, miks kasutati mingit konkreetset protseduuri või mudelit, miks on tulemus ootamatu või ebatõenäone jne. Kuigi kirjeldamist ega selgitamist ei ole raamdokumendis eraldi rõhutatud, nõuavad paljud ülalesitatud teemavaldkonnad ja protsessid nende kasutamist. Näiteks peavad õpilased kirjeldama või selgitama, miks nad mingi meetodi valisid, just sellise vastuse andsid jne.

Suunised taskuarvuti kasutamiseks

Tasku- ja personaalarvutid aitavad küll õpilastel matemaatikat õppida, kuid need ei tohiks asendada baastadmisi ega -oskusi. Nagu teisigi tehnilisi abivahendeid tuleks taskuarvuteid kasutada otstarbekalt. Vastav poliitika erineb TIMSS-testis osalevates riikides märgatavalt. Riigiti on suuri erinevusi ka taskuarvutite kättesaadavuses. Taskuarvutite kasutamist ei saa nõuda riigis, kus õpilased pole nende kasutamist õppinud. Samas ei oleks õige keelata õpilastel neile tuttavat vahendit kasutada. Seepärast otsustati pärast pikki vaidlusi lubada TIMSS 2003 testist arvates kasutada taskuarvuteid alates 8. klassist, kuigi see pole kohustuslik.

TIMSS-uuringu taskuarvutite kasutamise juhendi eesmärk on anda kõigile õpilastele võimalus tegutseda harjumuspärasel olukorras. Kui õpilased on harjunud klassis taskuarvutit kasutama, peaks vastav riik soodustama seda ka testi ajal. Teiselt poolt, kui õpilased ei ole taskuarvuteid kasutanud või kui nad ei tohi seda matemaatikatundides teha, ei pea ka riik seda testi ajal lubama. Uusi teste välja töötades on tehtud ja tehakse

kõik selleks, et ülesanded ei paneks õpilasi mingilgi moel eelisolukorda sõltuvalt sellest, kas nad kasutavad taskuarvuteid või mitte.

4. klassi õpilastel ei lubata testi ajal taskuarvuteid kasutada. Nagu teada, ei lubatud seda 1995. ega 1999. aastal ka 8. klassis. Et selgitada õpilaste teadmistes ja oskustes toimunud muutusi, ei ole lubatud testi läbiviimisel teatud ülesannete puhul taskuarvuteid kasutada nüüdki. Need on ülesanded, mille abil soovitakse uurida just nimetatud suundumusi.

Loodusainete test

Ülevaade

Nagu TIMSS 2003 matemaatikatest on ka loodusteaduste test üles ehitatud kahele peamisele korralduslikule suunale – sisulisele ja kognitiivsele (tunnetuslikule).⁸ Kummalgi suunal on mitu valdkonda.

Loodusteaduste sisu valdkonnad:

- bioloogia
- keemia
- füüsika
- maateadus
- keskkonnaõpetus

Loodusteaduste kognitiivse ehk tunnetusliku dimensiooni valdkonnad:

- faktiteadmised
- mõistetest arusaamine
- arutlemine ja analüüs

Sisulised valdkonnad määravad konkreetse õppeaine, mille teadmisi testi abil hinnatakse. Kognitiivsed valdkonnad määravad tegevuse, mida õpilaselt testi täitmisel oodatakse, st kuidas õpilane testi täidab. Iga sisuline valdkond jaguneb mitmeks alateemaks (nt hõlmavad maateaduse teemad Maa siseehitust; maakeral toimuvaid protsesse ja nende vahelisi seoseid ning Maa geoloogilist arengut; Maad kui planeeti Päikesesüsteemis ja Universumis). Iga alateema esitatakse õpitulemuste loeteluna nii 4. kui ka 8. klassi jaoks. Õpitulemused peegeldavad enamikus osavõtvates riikides neis vanuseastmes loodusainete õppekavades käsitletavat.⁹

Tabel 2 näitab, mitu protsenti testimisajast kulutatakse 4. ja 8. klassis igale sisu ning kognitiivsele valdkonnale. Tabelist on näha ka see, milliseid sisu valdkondi vanuseastmeti hinnatakse. 8. klassis on viis sisu valdkonda: bioloogia, keemia, füüsika, maateadus ja keskkonnaõpetus; 4. klassis hinnatakse ainult kolme valdkonda, sest keemia ja füüsika on ühendatud loodusõpetuse valdkonnaks ning keskkonnaõpetusele pööratakse vähem tähelepanu.

⁸ Need kaks dimensiooni on võrreldavad TIMSS 1995 ja 1999 testi jaoks kavandatud TIMSS-uuringu õppekavas määratletud eesmärkidega (D. F. Robitaille *et al.* (1993), *TIMSS Monograph No. 1: Curriculum Frameworks for Mathematics and Science*. Vancouver, BC: Pacific Educational Press.)

⁹ Faktorite kohta, mida kaaluti teemade ja testimiseesmärkide lõplikul valimisel, saab lisateavet sissejuhatuses.

Tabel 2. TIMSS 2003 loodusainete (-teaduste) testi sisuliste ja kognitiivsete valdkondade osakaal 4. ning 8. klassis

	4. klass	8. klass
Sisu valdkonnad		
Bioloogia	45%	30%
Loodusteadused*	35%	*
Keemia	*	15%
Füüsika	*	25%
Maateadus	20%	15%
Keskkonnaõpetus	*	15%
Kognitiivsed valdkonnad (Loodusteaduste teoreetilise omandatuse tasemed)		
Faktiteadmised	40%	30%
Mõisteist arusaamine	35%	35%
Arutlemine/põhjendamine ja analüüs	25%	35%

* 4. klassis hinnatakse loodusteadusi ühe sisulise valdkonnana, mis hõlmab nii füüsikat kui ka keemiat. Bioloogia ja maateaduse osana hinnatakse teatavat arusaamist keskkonnaga seotud teemadest.

Lisaks sisulistele ja kognitiivsetele valdkondadele hõlmab TIMSS 2003 loodusainete test eraldi teadusliku uurimismeetodi rakendamisoskuse uuringut. Viimast käsitatakse mitmedimensioonilise uuringuna, mille käigus teadmisi, oskusi ja võimeid hinnatakse erinevate teemakohaste küsimuste ja ülesannete abil, mis on seotud nii sisuliste kui ka kognitiivsete valdkondadega. Lisaks on osa ülesandeid selliseid, mis võimaldavad hinnata õpilaste edukust teadusliku uurimismeetodi rakendamise valdkonnas.

Suure osa lõpptulemusest annab eelkõige probleem- ja uurimisülesannete lahendamine, mis moodustab testiajast umbes 15 protsenti.¹⁰ Allpool vaadeldakse põhjalikumalt loodusainete testi sisulisi ja kognitiivseid valdkondi ning teadusliku uurimismeetodi rakendamisoskuse hindamise aluseid.

Loodusteaduste sisulised valdkonnad

Kuigi TIMSS tunnustab kõigi loodusteaduste valdkondade mõistete ja teemade integreeritud käsitluse olulisust, kasutakse TIMSS 2003 loodusainete testi sisu määramisel peamiste sisuliste valdkondadena bioloogiat, keemiat, füüsikat, maateadust ja keskkonnaõpetust.

Nende valdkondade temaatiline ülesehitus sarnaneb 1995. ja 1999. aasta testide teemade jaotusega, mõningaid erinevusi on üksnes keskkonnaõpetuse ja teadusliku uurimismeetodi valdkonna määratluses.¹¹ Kui 1995. ja 1999. aasta testi ülesanded otse kõnesoleva loodusainete testi raamistikku kanda, võimaldab see saada andmeid iga

¹⁰ Testi kavandamise ja küsimuste/ülesannete ning testimisaja plokkidesse jaotumise kohta saab lisateavet testi korraldust käsitlevast peatükist.

¹¹ TIMSS 1995. aasta loodusainete testis oli nii 4. kui ka 8. klassi keskkonnaküsimuste ja loodusteaduse olemuse teema. 1999. aasta testis asendati see koondteema kahe eraldi teemaga: keskkonna- ja uurimisküsimused ning teadusuuring ja teaduse iseloom. Nende teemade põhiküsimusi on võimalik üle kanda 2003. aasta loodusainete testi vastavatesse sisulistesse valdkondadesse.

vanuserühma jaoks sobivate sisuliste valdkondade kohta ning analüüsida neid. Märkimisväärne, et rahvusvahelise testi (nagu TIMSS) loodusainete teemade kattuvus ei pruugi ühtida kõigi riikide loodusainete õppekorraldusega. Võib juhtuda, et mõningaid TIMSS-testi teemasid õpetatakse riigiti hoopis teistes kursustes, näiteks terviseõpetus, ühiskonnaõpetus või maateadus.

Järgmistes peatükkides kirjeldatakse kõiki loodusainete sisulisi valdkondi. Antakse ülevaade TIMSS-testi teemade kohta, keskendudes sellele, mida õpilastelt 4. ja 8. klassis eeldatakse. TIMSS võimaldab mõlema klassi tulemusi hinnates täheldada kontseptuaalsete arusaamade muutusi. Kui 4. klassis on eesmärgiks vaadeldavast arusaamine, siis 8. klassis juba abstraktsem lähenemine. 8. klassis käsitatakse mõistmise all seda, mil määral on õpilaste teadmised ja oskused täiustunud võrreldes 4. klassiga.

Sisuliste valdkondade üldise kirjelduse järel on tabelid, kuhu on märgitud 4. ja 8. klassi hindamisalused/õpitulemused, mis on jagatud peamiseks teemavaldkondadeks ja alateemadeks. Need hindamisalused on esitatud märksõnadena, mis annavad teavet selle kohta, mida peavad õpilased teadma ja oskama. 4. ja 8. klassi iga valdkonna peamised teemad on üldjoontes samad, kuid hindamisalused on kohandatud vastavale vanuseastmele ning mõningaid keerulisemaid teemasid 4. klassi puhul ei hinnata. Üksikasjalikum arutlus õpilaste teadmiste ja oskuste hindamiskriteeriumidest on esitatud lõigus, milles kirjeldatakse kognitiivseid valdkondi.

Bioloogia

Bioloogia hõlmab arusaamist loodusest ja elusorganismidest, elusorganismide omavahelistest suhetest ning suhetest keskkonnaga. Mõnede riikide 4. ja 8. klassi õppekavades käsitletakse mitmeid bioloogia teemasid läbi inimese bioloogia. Kuigi TIMSS-test tunnustab 4. ja 8. klassi loodusainete õppekavas inimbioloogia tähtsust, ei ole see testis eraldi teemana, vaid on hõlmatud bioloogia teemadesse, mis käsitlevad nii inimest kui ka teisi organisme (eraldi on nimetatud üksnes inimese tervishoiu teema):

- eluslooduse liigitus, elutunnused
- organismide ehitus ja talitus
- rakkude ehitus ja talitus
- organismide kasvamine ja areng
- paljunemine ja pärilikkus
- bioloogiline mitmekesisus, kohastumine ja looduslik valik
- ökosüsteemid
- inimese tervishoid

Oskust jaotada organisme ehituslike ja käitumuslike iseärasuste alusel eeldatakse nii 4. kui ka 8. klassi õpilastelt. 4. klassis hinnatakse õpilaste oskust eristada elus- ja elutut loodust; võrrelda ja selgitada tuntumate organismirühmade (sh inimeste) iseärasusi. 8. klassis peavad õpilased teadma peamisi taksonoomilisi rühmi eristavaid tunnuseid ning suutma liigitada organisme nende tunnuste alusel.

Organismide ehitusest ja talituses arusaamine algab 4. klassis inimese keha peamiste talituslike iseärasuste tundmaõppimisega ning nende võrdlemisega teiste organismidega. 8. klassi õpilased, omandanud teadmised kudedest, organitest ja organsüsteemidest, peavad suutma selgitada, millised bioloogilised protsessid on elu

eksistentsiks vajalikud. Põhiteadmisi rakkudest ja nende funktsioonidest nõutakse ainult 8. klassis.

4. kuni 8. klassini peavad täiustuma teadmised paljunemisest, arengust ja pärilikkusest. 4. klassis peavad õpilased tundma ja suutma võrrelda tuntumate organismirühmade arengut. Teadmised paljunemisest ja pärilikkusest piirduvad selles vanuseastmes arusaamaga, et üht liiki organismid annavad vanematega sarnaseid järglasi. 8. klassi õpilased peavad suutma võrrelda erinevate organismide kasvu ja arengu seaduspärasusi. Nad peavad suutma raku tasandil võrrelda sugulist ja mittesugulist paljunemist ning omama teadmisi pärilikkuse sh vanematelt järglastele pärandatava geneetilise info kohta.

Bioloogilise mitmekesisuse, kohastumise ja loodusliku valiku kohta peavad mõningaid teadmisi omama nii 4. kui ka 8. klassi õpilased. 4. klassis peavad õpilased oskama tuua näiteid taimede ja loomade ehituslike ja käitumuslike iseärasuste kohta, mis võimaldavad neil teatud keskkonnatingimustega kohastuda paremini kui teistel. 8. klassi õpilastelt eeldatakse arusaama populatsioonidest ja oskust kirjeldada liigitunnuste ja geneetilise materjali pärandumist populatsiooni kuuluvate isendite vahel. Nad peavad oskama seostada väljasurnud ja kaasaegsete liikide mitmekesisust keskkonna muutustega. Alles 8. klassis peavad õpilased väljasurnud ja praegu maakera asustavate eluvormide võrdlemisel ilmnevaid muutusi seostama evolutsiooniga.

Ökosüsteemide õppimine on vajalik selleks, et kujundada arusaama elusorganismide vastastikustest seostest ja nende suhetest keskkonnaga. Ökosüsteemidega seotud peamiste mõistete sisu (nt energiavoog ning biotiliste ja abiotiliste faktorite vastastikune mõju) käsitletakse algkooli loodusainete õppekavas ning arendatakse edasi põhi- ja keskkoolis. 4. klassis saavad õpilased oma teadmisi demonstreerida sellega, et kirjeldavad taimede ja loomade suhteid ühes ökosüsteemis. 8. klassis peavad õpilased ökosüsteemi tasakaalu püsimist seostama organismide vaheliste seostega. Nad peavad suutma selgitada energiavoogu ökosüsteemis, tundma organismide rolli aineringes ning oskama ennustada ökosüsteemides toimuvate muutuste tagajärgi. Elusorganismide ja keskkonna vastastikuste seoste määratlemisel ökosüsteemides on tähtis ka inimtegevuse mõju aspekt. Õpilaste arusaamist inimeste mõjust vaadeldakse keskkonnaõpetuse peatükis.

Nii 4. kui ka 8. klassi õpilastelt eeldatakse teadmisi inimese tervisest, toitumisest ja haigustest. 4. klassi õpilased peavad tundma peamisi nakkushaigusi ning teadma, kuidas mõjutavad inimese tervist dieet ja toitumisharjumused. 8. klassis peavad õpilased oskama nimetada mõningaid haiguste põhjuseid, tundma põhjalikumalt nakatumise ja haiguste leviku mehhanisme ning mõistma immuunsüsteemi tähtsust. Nad peavad suutma kirjeldada peamiste toit- ja toiduainete vajadust inimkeha normaalsel funktsioneerimisel.

Bioloogia: Eluslooduse liigitus, elutunnused	
4. klass	8. klass
Selgitab erinevusi elusa ja elutu vahel, tuginedes peamistele elusa omadustele (liikumine, vajadus õhu/toidu/vee järele, paljunemine, kasv, ärrituvus).	Toob välja iseloomulikud tunnused, mis eristavad peamisi taksonoomilisi rühmi ning neisse rühmadesse kuuluvaid organisme; liigitab organisme erinevate ehituslike ja käitumuslike iseärasuste põhjal.

Võrdleb ning vastandab inimeste ja teiste suuremate organismirühmade (nt putukad, linnud, imetajad, taimed) ehituslikke ja käitumuslikke eripärasusi, oskab tuua näiteid nendesse rühmadesse kuuluvate loomade ja taimede kohta.	
--	--

Bioloogia: organismide ehitus ja talitus	
4. klass	8. klass
Seostab inimese ja teiste organismide (taimed ja loomad) tähtsamaid organeid ning elundeid nende funktsioonidega (nt seedimine toimub maos, taime juured imavad vett, hammastega purustatakse toitu, luud toetavad keha, kopsudega hingatakse hapnikku).	Suudab üles leida tähtsamad elundid inim-organismis; tunneb organsüsteemide osi; võrdleb inimese ja teiste organismide organeid ning organsüsteeme.
Omab teadmisi, kuidas inimkeha reageerib välismõjuritele (nt kuum, külm, oht) ja erinevatele tegevustele (nt võimlemine).	Oskab seostada organite ja organsüsteemide ehitust ning talitlust peamiste bioloogiliste protsessidega (aistingud, hingamine, seedimine, lihaste töö, närvisüsteemi protsessid, paljunemine jne).
	Oskab põhjendada välis- või sisekeskkonna muutustega seonduvaid vastusreaktsioone bioloogilistes protsessides organismisisese tasakaalu hoidmisel (nt higistamine kuumas, värisemine külma korral, südame kiirem töö treeningu ajal).

Bioloogia: rakkude ehitus ja talitus	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Teab, et elusorganismid on rakulise ehitusega (nii ainuraksed kui ka hulkuraksed); omab teadmisi rakkudele iseloomulikest eluavaldustest k.a rakkude paljunemisest organismi kasvamise või tervenemise ajal ning et ehituslikult ja talituslikult sarnased rakud moodustavad kudesid, organeid ja organsüsteeme.
	Tunneb raku organelle ja mõningaid nende funktsioone (rakukest, rakumembraan, tuum, tsütoplasma, kloroplast, mitokondri, vakuool), sh oskab võrrelda taime- ja loomarakku.
	Kirjeldab üldiselt taimerakkudes toimuvat fotosünteesi (valguse, süsinikdioksiidi, vee ja klorofüllide tähtsus, glükoosi moodustamine ja hapniku eraldumine).
	Kirjeldab taime- ja loomarakkudes toimuvat hingamist (hapniku roll, orgaanilise

	aine lagundamine energia saamiseks ning süsinikdioksiidi eraldumine).
--	---

Bioloogia: organismide arenemine ja elutsüklid	
4. klass	8. klass
Tunneb ära organismide individuaalse arengu peamised etapid (sünd, kasv ja areng, paljunemine ja surm); tunneb ja oskab võrrelda tuntumate organismide (nt inimesed, liblikad, konnad, taimed, sääsed) arengut.	Võrdleb, kuidas erinevad organismid kasvavad ja arenevad (nt inimesed, taimed, linnud, putukad).

Bioloogia: paljunemine ja pärilikkus	
4. klass	8. klass
Teab, et taimede ja loomade paljunemisel kujunevad vanematega sarnased järeltulijaid.	Oskab selgitada, et kõik elusorganismid paljunevad (suguliselt või mittesuguliselt) ning et see on liikide püsimise seisukohalt esmane tingimus; oskab üldjoontes võrrelda sugulist ja mittesugulist paljunemist (nt rakupooldumine identse järeltulija saamiseks või munaraku ja spermatoosidi ühinemine vanematega sarnase, kuid mitte kummagi vanemaga identse järeltulija saamiseks); oskab nimetada iga paljunemisviisi eeliseid ja puudusi.
	Seostab pärilike tunnuste edasikandumist rakkudes sisalduva geneetilise materjali pärandumisega vanematelt järglastele; eristab pärilikku ja mittepärilikku muutlikkust.

Bioloogia: bioloogiline mitmekesisus, kohastumine ja looduslik valik	
4. klass	8. klass
Oskab seostada taimede ja loomade ehituslikke ja käitumuslikke eripärasid nende elukeskkonnaga; oskab tuua näiteid taimede/loomade teatavate ehituslike ja käitumuslike tunnuste kohta, mis aitavad neil kohaneda teatud elutingimustega (nt varjevärvus, värvi muutmine, karva tihedus).	Seostab erinevate liikide püsijäämist /kadumist populatsioonisiseste ehituslike või käitumuslike eripäradega ning paljunemise edukusega muutuvates keskkonnaoludes.
	Teab maakeral bioloogilise arengu käigus kujunenud oluliseimaid organismirühmi (nt imetajad (sh inimesed), roomajad, kalad, taimed); oskab põhjendada, kuidas kaasaegsete liikide ning fossiilide abil on

	võimalik tõendada eluslooduse evolutsiooni.
--	---

Bioloogia: ökosüsteemid¹²	
4. klass	8. klass
Oskab selgitada, et kõik taimed ja loomad vajavad toitu, mis annab kasvamiseks ning eluks vajalikku energiat; mõistab, et taimed vajavad toitumiseks päikesevalgust, samas kui loomad vajavad toiduks taimi ja/või teisi loomi.	Mõistab energiavoo tähtsust ökosüsteemis (fotosünteesi ja hingamise rolli ning toidu/-energia omandamist organismide poolt); oskab nimetada erinevaid organisme tootjate, tarbijate ja lagundajateks; oskab joonistada ja tõlgendada ökoloogilist püramiidi või toiduvõrgustikku.
Oskab kirjeldada suhteid etteantud ökosüsteemis (nt mets, tõusu- ja mõõnala) tuginedes lihtsamatele toiduahelatele, kasutades tüüpilisemaid taimi ja loomi ning kiskja/saaklooma toitumissuhet.	Kirjeldab organismide tähtsust ainerings (nt hapnik/süsinikdioksiid, vesi), organismide lagundamist ning mineraalsete ainete taaskasutamist.
	Analüüsib erinevate populatsioonide vastastikust sõltuvust ühes ökosüsteemis, vaadeldes seda konkurentsi ja kiskluse seisukohast; oskab määrata faktoreid, mis võivad piirata populatsiooni arvukust (nt haigused, kiskjad, toiduvarud, põud); oskab ennustada keskkonnamuutuste (nt kliima, veevarud, toiduvarud, populatsioonis toimuvad muudatused, migratsioon) mõju ökosüsteemidele ja populatsioonide tasakaalule.

Bioloogia: inimese tervishoid	
4. klass	8. klass
Teab tavalisemate nakkushaiguste (nt gripp) levimise viise; oskab eristada haiguse tundemärke ja terveolekut ning teab mõningate haiguste vältimise ja ravimise mooduseid.	Oskab kirjeldada peamiste nakkushaiguste põhjuseid, nakatumise/haiguste levimise viise ja vältimise mooduseid ning ravi ja organismi loomuliku kaitsevõime (immuunsuse) tähtsust.
Oskab kirjeldada viise, kuidas on võimalik tervist hoida, sealhulgas oskab põhjendada vajadust tarbida tasakaalustatud/mitmekesist toitu; tunneb peamisi tervislikke toiduaineid (nt puu- ja köögivilid, teravili) ning teab erinevate käitumisharjumuste mõju tervisele (nt	Oskab selgitada õige toitumise, hügieeni, elulaadi ja võimlemise tähtsust tervise hoidmisel ning haiguste vältimisel (nt südamehaigused, diabeet, nahavähk, kopsuvähk); erinevate toit- ja toiduainete tähtsust tervislikus toitumises (vitamiinid, mineraalid, valgud, süsivesikud, rasvad).

¹² Õpitulemusi, mis on seotud inimeste käitumise mõjuga keskkonnale, kirjeldatakse keskkonnaõpetuse peatükis. 4. klassi puhul lisatakse need eesmärgid bioloogia valdkonna alla.

päevituskreemi kasutamine, vigastuste vältimine, hügieen, võimlemine, narkootikumide, alkoholi ja tubaka kasutamine).	
---	--

Loodusteadused

Loodusteadused hõlmavad loodusnähtusi, mis on seotud materia ja energiaga, käsitledes teemasid nii füüsika kui ka keemia valdkonnast. Alates 8. klassist hinnatakse neid valdkondi eraldi, kuigi arusaamad kehade keemilistest ja füüsikalistest omadustest ning materia muutmise osaliselt kattuvad. Mõni loodusainete teema sobib küll (olenevalt õppekavadest) nii füüsika kui ka keemia kursustesse, kuid TIMSS 2003 loodusainete testis käsitletakse materia omaduste, koostise, liigitamise ja ehituse teemasid keemia osana ning materia üldiste füüsikaliste olekute ja nende muutmise seotud teemasid füüsika osana. 2003. aasta ja järgmiste aastate loodusainete testides on teemad üles ehitatud kooskõlas varasemate TIMSS-testidega. 4. klassis, kus arusaamine keemilistest ja füüsikalistest mõistetest on veel välja kujunemata, hinnatakse loodusteadusi ühe valdkonnana, mis hõlmab nii keemia kui ka füüsika mõisteid, keskendudes siiski rohkem teemadele, mis pole keemiaga tihedalt seotud. Olgugi et loodusteaduste (-ainete) hindamine on 4. ja 8. klassis erinev, hinnatakse ning eristatakse õpilaste teadmisi ja oskusi vastavalt teemale eraldi nii 4. kui ka 8. klassis.

Keemia

Keemias hinnatakse õpilaste teadmisi järgmiste teemade kohta:

- ainete liigitamine ja koostis
- aine ehitus
- vee omadused ja kasutus
- happed ja alused
- keemiline muundumine

Ainete liigitamine ning koostise ja omaduste mõistmine põhineb 4. klassis esemete ja materjalide võrdlemisel ning liigitamisel nende silmaga nähtavate füüsikaliste omaduste põhjal. Õpilane peab oskama seostada omadusi vastava eseme või materjali kasutamisega. 4. klassi õpilased peavad olema omandanud algteadmised segude koostisest ja vesilahustest. 8. klassis peavad õpilased suutma aineid liigitada nende iseloomulike omaduste põhjal ning eristama lihtaineid, lihtaineid, puhtaid aineid ja segusid nende koostise põhjal. Nende teadmised segudest ja lahustest peavad olema põhjalikumad, neil peab olema teadmisi segude ning lahuste koostisest ja kontsentratsioonist. Neilt oodatakse algteadmisi ka aine ehitusest aatomite ja molekulide tasandil; 4. klassis seda ei hinnata. Kui 4. ja 8. klassi õpilased peavad tundma metallide ja vee mõningaid omadusi ning kasutamist, siis 8. klassi õpilastel peab olema algteadmisi ka hapetest ja alustest.

4. klassis peavad õpilased suutma ära tunda ainetes toimunud nähtavaid muutusi, kui nõnda tekivad uute omadustega ained, ent nad ei pea teadma, kuidas need muutused on seotud keemilise muundumisega. 8. klassis peab õpilastel olema selge ettekujutus keemiliste ja füüsikaliste nähtuste erinevusest ning neil peavad olema baasteadmised aine massi jäävusest nende nähtuste toimumisel. Nad peavad teadma ka hapniku tähtsust roostetamisel ja põlemisel ning seda, kui kiiresti ja kas üldse tuntumate ainetega sellised nähtused toimuvad. 8. klassi õpilased peavad tundma peamisi reaktsioone, mille vältel energia (soojus) neeldub või eraldub.

Keemia: ainete liigitus ja koostis	
4. klass	8. klass
Võrdleb/klassifitseerib/järjestab esemeid ja materjale nähtavate füüsikaliste omaduste põhjal (nt kaal/mass, kuju, ruumala, värvus, kõvadus, pinna välimus, lõhn, vastastikmõju magnetitega).	Liigitab/võrdleb aineid neid iseloomustavate füüsikaliste omaduste põhjal, mida on võimalik demonstreerida või mõõta (nt tihedus, soojus- ja elektrijuhtivus, lahustuvus, sulamis- ja keemistemperatuur, magnetilised omadused).
Tunneb metallide mõningaid omadusi ja seostab neid metallide kasutamisega (nt juhib soojust ja elektrit, kõva, läikiv, plastiline).	Teab, et aineid on võimalik sarnaste keemiliste ja füüsikaliste omaduste alusel rühmitada; kirjeldab metallide omadusi, mis eristavad neid mitmetallidest.
Tunneb ära/kirjeldab segusid nende esinemise põhjal; teab, et segusid on võimalik eristada nende koostisosade mõõdetavate (vaadeldavate) omaduste põhjal (nt koostisosakeste suurus, kuju, värvus, vastastikmõju magnetitega).	Teab, milline erinevus on liht- ja liitainetel, puhastel ainetel ja segudel (homogeensed ehk ühtlased ja heterogeensed ehk mitte-ühtlased), võttes aluseks nende tekkimise ja koostise, ning suudab tuua igäühe kohta näiteid (tahke, vedel, gaas).
Toob näiteid vees lahustuvate ja lahustumatute ainete kohta. Teab peamisi võimalusi lahustuva aine koguse suuren-damiseks või aine lahustuvuse kiirenda-miseks (kuum vesi, segamine, väikesed osakesed (osakeste suurus)).	Valib/kirjeldab segude lähtekomponentideks lahutamise füüsikalisi meetodeid (nt filtrimine, destilleerimine, setitamine ja nõrutamine, aine eraldamine segust magneti abil, aurustamine, mittesegunevate lahuste eraldamine tiheduse põhjal).
	Oskab arvutada lahuse protsendilist koostist. Teab, kuidas mõjutab aine lahustumist temperatuur, segamine, osakeste suurus.

Keemia: aine ehitus	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Oskab kirjeldada aine ehitust, lähtudes molekuli ja aatomi ehitusest (tuum ja elektronkate).

Keemia: vee omadused ja kasutamine	
4. klass	8. klass
Teab vee põhilisi kasutusviise kõigis selle olekutes (nt lahusti, jahuti, soojusallikas).	Tunneb vett kui molekulaarset ainet, mille molekul koosneb ühest hapniku- ja kahest vesinikuaatomist; seostab vee olekuid/kasutamist selle füüsikaliste omadustega (nt sulamis- ja keemistemperatuur, võime lahustada mitmeid aineid, suur soojusmahtuvus, paisumine jäätumisel).

Keemia: happed ja alused	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Võrdleb tuntumate hapete ja aluste omadusi ning kasutusviise (hapetel on hapukas maitse ja nad reageerivad metallidega; leelise lahus muudab sõrmed libedaks; tugevad happed ja leelised on söövitava toimega; nii happed kui ka leelised lahustuvad vees ja muudavad indikaatorite värvust; happed ja alused neutraliseerivad üksteist).

Keemia: keemiline muundumine	
4. klass	8. klass
Tunneb ära mõned tuntumad muutused ainetes, mille tagajärjel tekivad uute omadustega ained (nt taimse/loomse aine lagundamine, põlemine, roostetamine, kuumutamine).	Teeb vahet füüsikaliste nähtuste (aine koostis ei muutu) ja keemiliste nähtuste (üks või mitu ainet muutuvad uu(t)eks aine(te)ks – saadus(t)eks) vahel; teab keemilise reaktsiooni toimumise tingimusi ja tunnuseid (nt temperatuuri muutus, gaasi teke, värvi muutus, valguse eraldumine).
	Teab, et keemilistes reaktsioonides aatomid ei teki ega hävi, vaid rühmituvad ümber, minnes uute ainete koostisse. Seetõttu nende arv ja mass reaktsiooni käigus ei muutu.
	Teab, et hapnikku on vaja lihtsamates oksüdeerumisreaktsioonides (põlemine, roostetamine); võrdleb, kui kiiresti ja kas need protsessid lihtsamate ainetega toimuvad (nt bensiini põlemine, võrreldes vee põlemisega; terase ja alumiiniumi roostetamine).
	Teab, et mõne keemilise reaktsiooni vältel soojus/energia eraldub ja teiste puhul neeldub; liigitab keemilisi muundumisi kas soojust/energiat eraldavaks või neelavaks.

Füüsika

Füüsikas hinnatakse õpilaste arusaamu energia ning füüsikaliste nähtustega seotud probleemidest järgmiste teemade põhjal:

- aine agregaatolekud ja nende muutumine
- energia liigid, allikad ja muundumised
- soojus ja temperatuur
- valgus
- heli ja võnkumine
- elekter ja magnetism

- jõud ja liikumine

4. klassis on õpilastel aine kolmest olekust ja olekumuutustest piiratud arusaam, mis põhineb tahkete ainete, vedelike ja gaaside silmaga nähtavatel erinevustel. Kuigi 4. klassis ei oodata veel aine agregaatolekute üldist mõistmist, eeldatakse siiski, et õpilane saab aru, et vesi saab esineda kolmes olekus ning minna jahutades või kuumutades üle ühest olekust teise. 8. klassi õpilased peavad aga oskama kirjeldada agregaatolekute muutumisega kaasnevat nähtust ning seostama aine erinevaid olekuid aineosakestevahelise kaugusega ja nende liikumisega. Neil peab olema teadmisi ka aine massi jäävusest agregaatolekute muutumise ajal.

Mõningaid algteadmisi energiast, soojusest ja temperatuurist hinnatakse nii 4. kui ka 8. klassis. Kui 4. klassi õpilased peavad oskama nimetada lihtsamaid energiaallikaid, siis 8. klassi õpilased peavad suutma võrrelda erinevaid energialiike, kirjeldama lihtsamaid energia muundumisi ja mõistma energia jäävuse seadust. Nad peavad mõistma, et soojus on energia kandja, ning seostama temperatuuri aineosakeste liikumise ja kiirusega. 4. klassi õpilastelt nõutavad teadmised on piiratud silmaga nähtavate füüsikaliste nähtustega.

Valguse ja heli mõistmine areneb tasapisi 4.–8. klassini. 4. klassi õpilaste teadmised valgusest piirduvad oskusega nimetada valgusallikaid ning mõningate valgusnähtuste äratundmisega. 8. klassi õpilased peavad tundma valguse peamisi omadusi ning valguse ja aine vastastikmõju, oskama rakendada geomeetrilise optika (kiirteoptika) algteadmisi lihtsamaid praktilisi ülesandeid lahendades ning seostama esemete nägemist ja nende värvi valguse omadustega. Nad peavad aru saama heli kui võnkumise olemusest ning tekkest. 4. klassis seda laadi teadmisi ei kontrollita.

Elektriõpetuses ja magnetismis peab 4. klassi õpilastel olema mõningane arusaam vooluringidest, teadmised magnetitest ja nende kasutamisest. 8. klassis tunnevad õpilased ka laengute liikumise põhimõtet, lihtsamaid vooluringiskeeme ning voolutugevuse ja pingeseost. Nad peavad oskama kirjeldada püsिमagnetite omadusi ja magnetjõude ning elektromagnetite omadusi ja kasutamist.

4. klassi õpilastelt oodatakse jõu ja liikumise seose loomulikku tajumist (nt gravitatsioonijõu mõjumine kukkuvatele esemetele ning tõuke- ja tõmbejõu olemasolu). Hinnatakse ka õpilaste oskust määrata keha massi kangkaalude abil või kasutades ära kehade ujumist vedelikus. 8. klassis peavad õpilaste mehaanikateadmised olema märksa täiuslikumad. Nad peavad oskama kirjeldada liikumist, arvutada kiirust, mõistma ja oskama kasutada graafikut, mis väljendab teepikkuse sõltuvust ajast, ning ennustama muutusi keha liikumises mõjuvate jõudude põhjal. Õpilased peavad üldjoontes mõistma, mis on tihedus ja rõhk ning kuidas saab nende abil kirjeldada tuntumaid füüsikalisi nähtusi, kuigi konkreetseid teadmisi ei nõuta.

Füüsika: aine agregaatolekud ja nende muutumine	
4. klass	8. klass
Kirjeldab, et kõik kehad/materjalid koosnevad ainest, mis eksisteerib kolmes olekus (tahke, vedel, gaasiline); kirjeldab tahke, vedela ja gaasilise oleku silmaga nähtavate füüsikaliste	Oskab kasutada teadmisi osakeste liikumisest, et selgitada tahkete, vedelate ja gaasiliste ainete füüsikaliste omaduste erinevusi (ruumala, kuju, tihedus, kokkusuurutus).

omaduste erinevusi, lähtudes keha kujust ja ruumalast.	
Teab, et vesi võib esineda kolmes olekus ja et seda on võimalik soojendamise või jahutamise teel ühest olekust teise üle viia; kirjeldab neid muutusi lihtsamate mõistete abil (sulamine, jäätumine, keemine).	Kirjeldab sulamist, jäätumist, aurustumist ja kondenseerumist kui oleku muutusi, mida põhjustab soojuse/energia neeldumine või vabanemine; oskab nende protsesside kiirust seostada lihtsamate füüsikaliste tingimustega (pindala, lahustunud ained, temperatuur, kõrgus/rõhk).
	Teab, mis on sulamis- ja keemistemperatuur, ning selgitab, miks temperatuur jääb agregaatolekute muutumise ajal samaks (sulamine, keemine, jäätumine).
	Illustreerib oma teadmisi aine massi jäävusest tuntumate füüsikaliste nähtuste ajal (nt agregaatoleku muutumine, tahkete ainete lahustumine, soojuspaisumine).

Füüsika: energia liigid, allikad ja muundumine	
4. klass	8. klass
Tunneb peamisi energiaallikaid ja -liike (nt tuul, päike, elekter, kütuse põletamine, vesiratas, toit).	Tunneb erinevaid energialiike (nt mehaaniline, valgus-, heli-, elektri-, soojus-, keemiline energia); kirjeldab lihtsamaid energia muundumisi (nt küttesegu põleb mootoris selleks, et auto liiguks; elektrienergia on vajalik lambi põlemiseks; vee-energia muundub elektrienergiaks; potentsiaalne energia muundub kineetiliseks ja vastupidi); oskab kasutada teadmisi energia jäävuse seadusest.

Füüsika: soojus ja temperatuur	
4. klass	8. klass
Teab, et soojus levib soojemalt kehalt külmemale, millega kaasneb kehade temperatuuri ja ruumala muutumine; teab lihtsamaid aineid/materjale, mis juhivad soojust teistest paremini; oskab leida seost temperatuuri mõõtmise tulemuste ja selle vahel, kui soe/külm ese on.	Seostab soojust energia ülekandumisega kõrgema temperatuuriga kehalt madalama temperatuuriga kehale; võrdleb erinevate ainete/materjalide soojusjuhtivust; võrdleb/vastandab soojusülekanne liike (soojusjuhtivus, konvektsioon ja soojuskiirgus).
	Suudab selgitada soojuspaisumist ruumala ja/või rõhu muutumise kaudu (nt termomeetrid, õhupallid).
	Oskab siduda temperatuuri ja ruumala ning

	rõhu muutumist osakeste liikumiskiirusega.
--	--

Füüsika: valgus	
4. klass	8. klass
Tunneb peamisi valgusallikaid (nt elektrilamp, leek, päike); seostab tuntu- maid valgusnähtusi valguse omadustega (nt vikerkaare tekkimine, värvide tekita- mine prisma abil, õlilaigud veepinnal, seebimullid, varjude tekkimine, esemete nähtavus, peegeldumine peeglites).	Kirjeldab/tunneb mõningaid valguse peamisi omadusi (valguse levimine valgus- allikast läbi erinevate keskkondade; valguse kiirus, võrreldes heli kiirusega; peegeldumine, murdumine ja levimine erinevates ainetes, neeldumine; valge valguse lahutamine spektriiks prisma ja teiste vahendite abil).
	Oskab siduda esemete nähtavust/värvi valguse peegeldumisega/neeldumisega.
	Suudab lahendada ülesandeid, mis on seotud valguse peegeldumisega tasapeeglis ja varjude tekkimisega; oskab joonistada valguskiirte käiku, et leida kujutatist tasapeeglis.

Füüsika: võnkumine ja heli	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Selgitab, kuidas erinevate omadustega (amplituud, sagedus)* võnkumiste abil tekitatakse erineva tugevusega (intensiiv- susega) ja kõrgusega helisid; teab, et heli kandub heliallikast edasi erinevate kesk- kondade vahendusel; teab, et heli võib peegelduda.

* 8. klassis ei nõuta mõistete *amplituud* ja *sagedus* tundmist/kasutamist.

Füüsika: elekter ja magnetism	
4. klass	8. klass
Teab peamisi elektri kasutamise võimalusi; tunneb ära vooluringi koos patarei, elektrilampide, juhtmete ja muude levinumate elektrit juhtivate komponentidega.	Kirjeldab elektrivoolu suunda vooluringis; oskab joonistada vooluringide skeeme, kasutades jada- ja rööpühendust; liigitab aineid/materjale elektrijuhtideks või isolaa- toriteks; teab, et voolu ja pinge vahel on seos.
Teab, et magnetitel on põhja- ja lõuna- poolus; teab, et erinimelised poolused tõmbuvad ja samanimelised tõukuvad; teab, et magnetite abil on võimalik mõju-tada ka teisi kehi.	Teab püsिमagnetite omadusi ja magnetjõu toimet; tunneb elektromagnetite põhi- omadusi ja kasutust praktikas.

Füüsika: jõud ja liikumine	
4. klass	8. klass
Teab peamisi jõude, mis põhjustavad liikumist (nt gravitatsioonijõud põhjustab kehade langemist; tõuke- ja tõmbejõud).	Oskab kirjeldada eseme liikumist etteantud asukoha, kiiruse ja liikumise suuna abil; oskab arvutada kiirust aja ja teepikkuse kaudu, kasutada põhiühikuid ning kasutada/tõlgendada graafikuid, mis väljendavad teepikkuse sõltuvust ajast.
Kirjeldab, kuidas kaaluda kangkaaludega; oskab seostada erinevate kehade kaalu* nende ujumisega/uppumisega.	Kirjeldab peamisi jõu liike (nt kaal kui gravitatsioonist tingitud jõud, rõhumisjõud, üleslükkejõud, hõõrdejõud); oskab kehadele mõjuvate jõudude põhjal ennustada muutusi nende liikumises; on algteadmisi lihtsamate masinate töö põhimõttest ja kasutamisest (nt kang) ning kasutab selleks lihtsamaid näiteid.
	Seletab füüsikalisi nähtusi tiheduse erinevuse põhjal (nt ujumine/uppumine, õhupalli õhku tõusmine, jääkiht veepinnal).
	Näitab, et tunneb rõhuga seotud mõjusid (nt atmosfäärirõhk sõltub kõrgusest, rõhk ookeanides sõltub sügavusest, gaasi rõhk pallides, rõhumisjõud suuremale/väiksemale pinnale, vedeliku tase).

* Ehkki ujumine sõltub tihedusest, ei eeldata 4. klassi puhul tiheduse mõiste tundmist ega kaalu ja massi mõiste eristamist. Selles vanuseastmes võib hinnata õpilaste teadmisi ujumisest/uppumisest, kasutades ligikaudu ühesuuruseid kehi, mille kaal/ mass on erinev.

Maateadus

Maateaduses vaadeldakse Maad ning selle asendit Päikesesüsteemis ja Universumis. Maateaduses käsitletavat teemat lähtuvad geoloogiast, astronoomiast, meteoroloogiast, hüdroloogiast ja okeanograafiast ning on seotud bioloogia, füüsika ja keemiaga. Kuigi erinevates riikides ei õpetata kõiki neid teemasid maateaduse kursuses, eeldatakse siiski, et need teemad on reaali- ja loodusainete ainekavades või eraldi kursustes, nagu geograafia või geoloogia. Kuigi pole üksikasjalikku pilti sellest, mida käsitletakse riikide erinevate vanuseastmete kehtivates maateaduse ainekavades, määrab TIMSS järgmised planeeti ja universumit puudutavad teemavaldkonnad:

- Maa ehitus ning litosfääri, hüdrofääri ja atmosfääri koostis ja ehitus
- Maal toimuvad loodusprotsessid, ringed ja Maa geoloogiline areng
- Maa Päikesesüsteemis ja Universumis

Nii 4. kui ka 8. klassi õpilastelt oodatakse mõningaid üldteadmisi Maa ehituse ja koostise kohta. 4. klassis peavad õpilased teadma, et maapind koosneb kivimitest, liivast ja mullast ning et suurem osa Maast on kaetud veega. Õpilaste õhkkonda puudutavate teadmiste hindamine piirdub selles vanuseastmes küsimustega, mis

käsitlevad vee olemasolu atmosfääris ning õhu vajalikkust. 8. klassi õpilaste teadmised on otsesemalt seotud reaal- ja loodusteaduste aluseks olevate põhitõdedega. Õpilased peavad võrdlema maakoore, vahevöö ja tuuma ehitust, suutma kirjeldada vee jaotumist maakeral, sh võrdlema vee olekuid, koostist ja liikumist. Atmosfääri puhul peavad nad tundma õhu põhikomponentide vahekordi ja teadma, kuidas muutuvad tingimused kõrguse kasvades. 4. klassi õpilased peavad teadma levinumaid pinnavorme Maal, samas kui 8. klassi õpilased peavad suutma kasutada/tõlgendada neid vorme kujutavaid topograafilisi kaarte ja diagramme.

Maal toimuvate loodusprotsesside, ringete ja geoloogilise arengu tundmist nõutakse 4. ja 8. klassis erineval tasemel. 4. klassis peavad õpilased suutma kirjeldada mõningaid maakeral toimuvaid protsesse täheldatavate nähtuste abil (sh vee liikumine, pilvede moodustumine ning igapäevased ja sesoonsed ilmastikumuutused). Samas oodatakse 8. klassi õpilastelt põhjalikumaid nähtuste ja ringete kirjeldusi. Nad peavad oskama kasutada mõisteid ja/või diagramme, et kirjeldada kivimite ja vee ringet, ning kasutada/tõlgendada andmeid ning kaarte, mis kirjeldavad kliimat kujundavaid globaalseid ja kohalikke tegureid. Õpilased peavad suutma eristada erinevate maailma piirkondade kliimat ja igapäevaseid ilmastikumuutusi. Maakera geoloogilisest ajaloost peavad 4. klassi õpilased teadma, et Maa on üsna vana ja kivimitest on võimalik leida kunagi ammu elanud taimede ja loomade kivistisi. 8. klassiks peavad nad juba tajuma geoloogiliste perioodide ulatust ning suutma kirjeldada mõningaid miljardite aastate jooksul aset leidnud loodusprotsesse ja geoloogilisi sündmusi.

4. klassis peavad õpilased omama teadmisi Maa asukohast Päikesesüsteemis, tuginedes vaadeldavatele nähtustele nii maal kui ka taevas. Eelkõige peavad õpilased olema tuttavad Maa liikumisega ja oskama seostada päevast päeva toimuvaid muutusi maakera pöörlemisega ümber oma telje ning Päikese mõjuga. 8. klassi õpilastel peavad olema põhjalikumad teadmised Päikesesüsteemist (eelkõige planeetide vahelised suhtelised kaugused, suurused, Päikese ja planeetide liikumine, Kuu faasid) ning nad peavad teadma, kuidas Maal aset leidvad nähtused on seotud kehade liikumisega Päikesesüsteemis. Nad peavad oskama võrrelda Maa, Kuu ja teiste planeetide füüsikalisi omadusi, mis tagavad elu võimalikkuse/võimatuse.

Et hinnata õpilaste teadmisi väljaspool Päikesesüsteemi asuvate taevakehadest, keskendutakse 8. klassis tähtedele. Õpilased peavad teadma, et Päike on tavaline täht ning et väljaspool Päikesesüsteemi on miljardeid teisi tähti, mis asuvad väga kaugel. Seda teemat 4. klassi puhul ei hinnata.

Maateadus: Maa ehitus ning litosfääri, hüdrofääri ja atmosfääri koostis ja ehitus¹³	
4. klass	8. klass
Teab, et Maa koor/pind koosneb kivimitest, mineraalidest, liivast ja mullast; võrdleb nende materjalide omadusi, leidumist ja kasutust.	Omab teadmisi maakoore, vahevöö ning tuuma ehituse ja füüsikaliste omaduste kohta; kasutab/tõlgendab topograafilisi kaarte, kirjeldab mulla, mineraalide ja põhiliste kivimite teket, omadusi ja/või kasutusvõimalusi.
Teab, et suurem osa maapinnast on kaetud veega; kirjeldab maapinnal leiduva vee paiknemist ja olekuid (nt soolane vesi ookeanides, mage vesi järvedes ja jõgedes, pilved, lumi, mandrijää, jäämäed).	Võrdleb vee olekuid, liikumist, koostist ja jaotust maakeral (nt ookeanid, jõed, põhjavesi, liustikud, mandrijää, pilved) sõltuvalt geograafilisest asukohast.
Oskab tuua tõendeid õhu olemasolu/omaduste kohta, sh teab, et õhk sisaldab veeauru (pilvede moodustumine, kaste-piisad, veekogude aurumine); selgitab õhu kasutamise võimalusi ja õhu tähtsust elusorganismidele.	Teab, et Maa atmosfäär on gaaside segu; teab peamiste õhukomponentide osakaalu; oskab seostada õhutemperatuuri, -rõhu, ja -tiheduse muutusi kõrguse kasvamisega atmosfääris.
Tunneb/kirjeldab Maa peamisi pinnavorme (nt mäestikud, tasandikud, jõed, kõrbed) ning seostab sellega inimtegevust (nt põllumajandus, niisutamine, maaparandus).	

Maateadus: Maal toimuvad loodusprotsessid, ringed ja Maa geoloogiline areng	
4. klass	8. klass
Joonistab/kirjeldab vee liikumist maakeral (nt jõe/oja voolamine mägedest ookeanidesse/järvedesse); seostab pilvede ja sademete tekke vee olekute muutusega.	Teab kivimite ringet (murenemine temperatuuri/rõhu tõttu, settimine, sulamine/jahtumine, magma tardumine, laava voolamine) ja oskab selgitada tard-, moonde- ja settekivimite teket.
Kirjeldab aastaajalisi ja ööpäevaseid ilmastikuolude muutusi vaadeldavate nähtuste abil, nt temperatuur, sademed (vihm/lumi), pilved ja tuul.	Oskab selgitada veeringet, selles toimuvaid protsesse (aurustumine, kondenseerumine, sademete teke), osutades Päikesele kui energiaallikale; ning maakera mageveevarude kujunemisel ning taastumisel pilvede ja vee tsirkulatsiooni tähtsusele.
Teab, et kivimitest on võimalik leida ammu eksisteerinud taimede ja loomade kivistisi, ning oskab tõendada, et maakera on väga vana.	Tõlgendab ilmastikuandmeid/-kaarte, seostab ilmastikumuutusi lokaalsete ja globaalsete nähtustega (temperatuur, õhurõhk, sademed, tuule kiirus/suund, pilvede tüübid/teke ja tsüklonid).
	Oskab iseloomustada maakera erinevate

¹³ Maa loodusvarade kasutamise ja säästmisega seotud hindamisesmärgi kirjeldatakse keskkonnaõpetuse peatükis. 4. klassi puhul lisatakse need eesmärgid maateaduse valdkonna alla.

	piirkondade kliimat (sesoonseid erinevusi) arvestades kliimat kujundavaid tegureid: geograafilist laiust, kõrgust merepinnast ja pinnamoodi (nt mäed) ja kaugust ookeanidest; tunneb/kirjeldab lühi- ja pikaajalisi kliimamuutusi (nt jääajad, globaalne soojenemine, vulkaanipursked, hoovuste tsirkulatsioonimuutus ookeanides).
	Tunneb/oskab kirjeldada miljardite aastate jooksul toimunud füüsikalise-keemilisi protsesse ja geoloogilisi sündmusi (murenemine, erosioon, settimine, vulkaaniline tegevus, maavärinad, mäestike teke, laavade liikumine, kontinentide triivimine); oskab selgitada kivististe ja fossiilkütuste teket.

Maateadus: Maa Päikesesüsteemis ja Universumis	
4. klass	8. klass
Kirjeldab Päikesesüsteemi kui planeetide kogumit (sh Maad), mis kõik tiirlevad ümber Päikese; teab, et Päike on Päikesesüsteemi soojuse ja valguse allikas.	Oskab seletada Maal esinevaid loodusnähtusi (päev/öö, looded, aasta, Kuu faasid, varjutused, aastaajad põhja- ja lõunapoolkeral, Päikese, Kuu, planeetide, tähtkujude ilmumine vaatevälja), mis tulenevad Maa, Kuu ja teiste Päikesesüsteemisest ning -välisest kehade liikumisest, kauguse muutumisest ja nende suurusest.
Seostab maakeral iga päev esinevaid nähtusi maakera pöörlemisega ümber oma telje ja maakera tiirlemisega ümber Päikese (nt päev/öö, varjutuste teke).	Teab gravitatsioonijõu osa Päikesesüsteemis (tõus/mõõn, planeetide ja Kuu orbiidil püsimine, Maa külgetõmbejõud).
Joonistab/kirjeldab Kuu faase.	Võrdleb Maa füüsikalisi omadusi Kuu ja teiste planeetide omadustega (nt atmosfäär, temperatuur, vesi, kaugus Päikesest, tiirlemis- ja pöörlemisperiood, tingimused elu tekkimiseks ning püsimiseks).
	Teab, et Päike on tavaline täht ja väljaspool Päikesesüsteemi on miljardeid väga kaugel asuvad teisi tähti.

Keskkonnaõpetus

Keskkonnaõpetus on rakendusteaduse valdkond, kus käsitletakse keskkonna ja loodusressurssidega seotud küsimusi. Keskkonnaõpetus hõlmab teemasid bioloogiast, maateadusest, füüsikast ja keemiast. Kuigi keskkonnaõpetust ei õpetata tavaliselt eraldi loodusainena enne gümnaasiumi viimaseid klasse, peegeldab selle valdkonna

olemasolu eraldi teemana TIMSS-testis seda, kui tähtsaks peetakse rahvusvahelisel tasandil keskkonda ja ökosüsteeme puudutavaid küsimusi. Nii 4. kui ka 8. klassi õpilastel peavad olema teatavad keskkonnaalased teadmised.

Et keskkonnaalased teadmised on 4. klassi õpilaste puhul piiratud, hinnatakse neid ainult 8. klassis; 4. klassis kontrollitakse neid teadmisi läbi maateaduse või bioloogia küsimuste. Lisaks sellele kirjeldatakse bioloogia peatükis mitmeid vastava taseme õpitulemusi, mis seonduvad ökosüsteemide funktsioneerimise ja tasakaalu üldiste seaduspärasuste mõistmisega ning mis on aluseks keskkonnaõpetusele.

TIMSS-testi keskkonnaõpetuse osa eeldab arusaamu, mis seonduvad inimeste ja ökosüsteemide suhetega, inimeste poolt põhjustatud ja looduses eneses toimuvate keskkonnamuutustega ning keskkonnakaitsega. Läbivaks teemaks on teaduse, tehnoloogia ja ühiskonna roll ning vastutus keskkonna ja loodusressursside säilitamises. Peamised keskkonnaõpetuse teemad on:

- rahvastikumuutused
- loodusvarade kasutamine ja kaitse
- keskkonnamuutused

8. klassi õpilased peavad omama mõningaid teadmisi rahvaarvu kiire kasvu tagajärgedest. Nad peavad suutma analüüsida muutusi maailma rahvastikus ning diskuteerida selle üle, kuidas mõjutab üha kasvav inimpopulatsioon looduskeskkonda ning seostama seda selliste teaduslike käsitlustega nagu bioloogiline mitmekesisus, jätkusuutlikud populatsioonid ning keskkonna taluvusvõime.

4. klassi õpilased peavad teadma, et inimesed kasutavad loodusvarasid, oskama tuua sellekohaseid näiteid ning põhjendada vajadust loodusvarasid kaitsta. 8. klassis peavad õpilased omama põhjalikumaid teadmisi piiratud keskkonnaressurssidest ning teaduse ja tehnoloogia osast nende ressursside kasutamises ning kaitses.

Nagu bioloogia peatükis kirjeldatud, peab 4. ja 8. klassi õpilastel olema mõningaid teadmisi ökosüsteemide tasakaalust (organismidevahelised suhted ja seosed keskkonnaga). Tähtis on mõista, kuidas keskkonnamuutused, olgu siis tekkinud looduslike protsesside tulemusena või inimese poolt põhjustatutena, võivad mõjutada nii elus- kui ka eluta looduse tasakaalu. Mõlema klassi õpilased peavad teadma, et inimtegevus mõjutab keskkonda nii positiivses kui ka negatiivses suunas ning oskama vastavasisuliselt näiteid tuua. 8. klassis eeldatakse, et õpilased suudavad analüüsida nii lühemas kui ka pikemas perspektiivis teaduse ja tehnika osa keskkonnakaitstes. 4. klassi õpilased peavad teadma, kuidas mõjuvad levinuimad saasteained ning kuidas inimesed saavad saastamist vältida või vähendada. 8. klassi õpilased peavad suutma siduda mõningaid globaalseid keskkonnakaitseküsimusi nende tekke ja/või mõjuga ning analüüsida keskkonnamuutuste mõju elupaikadele, loodusressurssidele, toiduahelatele ja elu arengule.

Keskkonnaõpetus: rahvastikumuutused	
4. klass	8. klass
Ei hinnata.	Analüüsib inimpopulatsiooni muutust; teab, et rahvaarv maakeral kasvab; võrdleb rahvastiku paiknemist, kasvukiirust ja loodusressursside tarbimist ning kättesaadavust erinevates piirkondades.

	Analüüsib rahvaarvu kasvu mõju keskkonnale (nt loodusvarade kasutamine, toiduvarud/tarbimine, tervis, veevarud/tarbimine, linnastumine, maakasutus/areng, küttimine, kalastamine).
--	--

Keskkonnaõpetus: loodusvarade kasutamine ja kaitse*	
4. klass	8. klass
Teab mõningaid tavalisemaid igapäevaelus kasutatavaid loodusvarasid ja nende allikaid (nt vesi, muld, puit, mineraalid, kütus, toit); selgitab, miks on vaja neid ressursse mõistlikult kasutada.*	Teab peamisi taastuvaid ja taastumatuid loodusvarasid; analüüsib erinevate energiaallikate eeliseid ja puudusi (fossiilsed kütused, puidu-, päikese-, tuule, tuuma-, geotermiline ja veejõul toodetud energia, keemilised patareid); kirjeldab loodusvarade kaitsmise võimalusi ja jäätme- käitlemise meetodeid (nt jäätmete korduvkasutamine, biodegradeeruvate materjalide kasutamine).
	Seostab inimõhu haritavale mullale/pinnasele (nt põllumajandus, karjakasvatus, kaevandamine, metsandus) põllumajanduslike ja maakasutusviisidega (nt külvikord, väetamine, niisutamine, kahjuritõrje, karjatamise korraldamine, maaparandustööd, metsa uuendamine).
	Oskab arutleda, kuidas magevee nõudlust/pakkumist mõjutab nende varude kättesaadavus (nt magevee taastuvad, kuid piiratud varud; vee puhastamine, mages-tamine, töötlemine/taaskasutamine, vee kaitse, niisutamine, tammid, kalastamine).

NB! Keskkonnakaitset 4. klassi puhul eraldi ei hinnata. Loodusvarade kasutamise ja kaitsega seotud teadmisi hinnatakse maateaduse juures.

Keskkonnaõpetus: keskkonnamuutused	
4. klass	8. klass
Oskab näidata, kuidas inimese käitumine võib keskkonda nii positiivselt kui ka negatiivselt mõjutada; oskab üldiselt kirjeldada, kuidas saastamine mõjub inimestele, taimedele, loomadele ja nende elukeskkondadele ning võimalusi, kuidas saastamist ära hoida või vähendada; oskab tuua sellekohaseid näiteid.	Oskab arutleda selle üle, kuidas inimtegevus võib põhjustada keskkonnaprobleeme ning kuidas inimene saab aidata kaasa nende lahendamisele (sh lühi- ja pikaajaline mõju ökosüsteemidele); kirjeldab saasteallikaid, nende mõju ning võimalusi õhu, vee ja pinnase-reostuse vältimiseks või vähendamiseks; oskab selgitada, milline roll on teadusel ja tehnoloogial keskkonnaküsimustega tegelemisel.

	Oskab mõningaid globaalseid keskkonna-probleeme seostada nende võimalike põhjuste ja/või mõjuga (nt kliima soojenemine, kõrbestumine); oskab nimetada võimalusi, kuidas teadust ja tehnoloogiat on võimalik kaasata nende probleemide lahendamisse.
	Kirjeldab mõningaid looduslikke ohutegureid (nt maavärinad, üleujutused, tormid, maalihked, vulkaanipursked, tulekahjud), nende mõju inimestele, metsikule loodusele ning keskkonnale; seostab neid elupaikade, loodusvarude, toiduahelate ja elutsüklite muutustega.

Loodusteaduste 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. See hõlmab nii sisuliste teadmiste olemasolu kui ka võimet probleeme lahendades oma teadmisi ja oskusi rakendada, anda selgitusi ning viia läbi katseid, teha üldistusi ning kokkuvõtteid. Lisaks konkreetsete loodusainete hinnatavate teemade määramisele kirjeldatakse testi tulemuste kokkuvõttes nii sisulisi valdkondi kui ka neid oskusi ja kognitiivseid võimeid, mida TIMSS-testiga on kavandatud hinnata. Selles peatükis kirjeldatakse põhjalikumalt kognitiivset valdkonda. Õpilase arusaamist väljendavad oskused ja võimed on jagatud kolmeks kognitiivseks valdkonnaks, mida hinnatakse kõigi sisuliste valdkondade raames:

- faktiteadmised
- mõisteist arusaamine
- arutlemine/põhjendamine ja analüüs

Teadusliku mõistmise ja arutlemise arendamine tugineb varasematele teadmistele, teadmiste baasi laiendatakse ja arendatakse pidevalt. Selleks on vaja oskust analüüsida, kuidas on faktid ja nende käsitus seotud. Et osaleda teaduslikes arutlustes/katsetes, peavad olema põhjalikud teadmised põhilistes teaduslikes käsitustes ning suutlikkus neid faktidega põhjendada. Seetõttu mõõdetakse TIMSS-testis nii õpilaste faktiteadmiste ulatust ja täpsust kui ka seda, kuidas nad mõistavad ning kasutavad teaduskäsitusi ülesannete lahendamisel. Ülesandeid lahendades võivad õpilased takerduda seetõttu, et neil puuduvad vajalikud fakti- või protseduurilised teadmised, või ei suuda nad probleemi analüüsida, sest ei oska leida asjakohaseid fakte ega käsitusi, mille põhjal rakendada ja/või arendada tõhusat strateegiat. Mõlema faktori kindlaksmääramine on tähtis, et saada teada, milliseid õppesuundi oleks vaja arendada.

Kognitiivse valdkonna kaasamisega tagatakse tasakaalustatud testid, mis hõlmavad vastavate vanusastmete kõiki tunnetusvaldkondi. Küsimuste jagunemine faktiteadmiste, mõisteist arusaamise ning arutlemise/põhjendamise ja analüüsi vahel erineb 4. ja 8. klassi puhul sedavõrd, kuivõrd arenevad õpilaste kognitiivseid võimed, milline on nende küpsusaste, kuidas neid on õpetatud, millised on nende kogemused ning kui lai ja sügav on nende kontseptuaalne arusaamine 8. klassis (vt tabel 2).

Kuigi õpilaste tunnetustegevuse jagamine kolmele kognitiivsele tasandile põhineb teataval hierarhial, tuleb igal mõtlemisoscuse tasandil siiski kasutada erinevaid kognitiivseid oskusi. Lisaks koostatakse iga tasandi jaoks raskusastmete skaala. Kui üks küsimus eeldab tegevusi, mis vastab rohkem kui ühele mõtlemisoscuse tasandile, lahterdatakse küsimus kognitiivsesse valdkonda selle alusel, milline on kõige kõrgem mõtlemisoscuse tasand küsimuse lahendamisel ja mida küsimus kõige paremini hindab. Järgmistes peatükkides kirjeldatakse põhjalikumalt õpilaste kognitiivseid oskusi ja võimeid. Üldise kirjelduse järel on tabelid oskuste kohta, mida vastava valdkonna küsimused eeldavad.

Faktiteadmised

Kognitiivne valdkond *faktiteadmised* osutab faktide, teabe, vahendite ja meetmete teadmisele vastavas loodusaine valdkonnas. Et lahendada ülesandeid ja anda põhjendusi, peab õpilastel olema tugev teadmiste baas. Täpsed ja mitmekülgsed faktiteadmised võimaldavad õpilastel olla edukad keerulisemates kognitiivsetes tegevustes, mis on teadustegevuse puhul esmatähtsad. Faktiteadmiste olemasolu on midagi enam kui mehaaniline päheõppimine ja seostamata teabe mäletamine. Näiteks sõltub võime võrrelda, liigitada, järjestada, leida ainete ja organismide erinevusi loodusteadusalastest põhiteadmistest ja teaduslike kontseptsioonide kasutamisest. Lisaks on õpilaste teadmised ja oskussõnade definitsioonide kasutamine seotud nende põhikontseptsioonide ja seoste mõistmisega. Sõnavara, faktide, teabe, sümbolite, ühikute ja protseduuride teadmist võib hinnata nende korrektse kasutamise põhjal etteantud kontekstis. Katsete/uuringute tegemiseks vajalike aparatuuride, varustuse, mõõtevahendite ja protseduuride valik sõltub samuti sellest, millised on õpilaste teadmised teaduslike vahendite ja protseduuride valdkonnas.

Faktiteadmised	
Mäletamine ja äratundmine	Teab või oskab ära tunda õigeid väiteid teaduslike faktide, seoste, protsesside ja kontseptsioonide kohta; tunneb ära konkreetsete organismide, ainete ja protsesside omadusi/iseärasusi.
Defineerimine	Oskab anda või tunneb ära teadusmõistete definitsioone; tunneb ja kasutab teadussõnavara, sümboleid, lühendeid, ühikuid ja skaalasisi asjakohases kontekstis.
Kirjeldamine	Tunneb või kirjeldab organisme, aineid ja teaduslikke protsesse, mis osutavad teadmistele omadustest, ehitusest, kasutusest ja seostest.
Katsevahendite ja protseduuride kasutamine	Omab teadmisi teaduslikest seadmetest, varustusest, tööriistadest, protseduuridest ja mõõtevahenditest/-skaaladest.

Mõisteist arusaamine

Mõisteist arusaamine teaduses tähendab mõista seoseid, mille abil on võimalik seletada materiaalse maailma olemust ning seostada vaadeldava abstraktsema ja/või üldisema teadusliku kontseptsiooniga. Mõisteist arusaamine süveneb klassist klassi. Seda otseselt ei mõõdeta. Pigem peavad õpilased sääraseid oskusi tõestama sellega, kuidas nad neid ülesandeid lahendades rakendavad. Mõisteist arusaamise mõõtmiseks lisatakse TIMSS-testi küsimused, mille lahendamiseks peavad õpilased kasutama teadusandmeid ning rakendama oma teadmisi teaduslikest kontseptsioonidest ja printsiipidest, et leida lahendusi ja anda selgitusi. See mõtlemisoscuse tasand hõlmab ka illustreerivate näidete esitamist, et põhjendada oma väiteid teaduslike faktide või kontseptsioonide kohta.

Küsimused, millega mõisteist arusaamist hinnatakse, hõlmavad seoste, võrrandite ja valemitte otsest rakendamist või demonstreerimist kontekstides, mis on teaduslike käsitluste õppest tõenäoliselt tuttavad. TIMSS-testi on hõlmatud nii kvantitatiivseid probleeme, mis nõuavad arvulist lahendust, kui ka kvalitatiivseid probleeme, mis eeldavad kirjalikku vastust. Selgitades peaksid õpilased suutma kasutada mudeleid, et illustreerida struktuure ja seoseid ning näidata oma teadmisi teaduslikest kontseptsioonidest. Probleemid on kavandatud selliselt, et kontseptsioone tuleb kasutada vahetumalt ning neid tuleb vähem analüüsida ja tõlgendada kui põhjendamise ja analüüsi valdkonnas.

Mõisteist arusaamine	
Näidetega illustreerimine	Toetab või selgitab väiteid või fakte/kontseptsioone sobivate näidetega; oskab tuua konkreetseid näiteid, et illustreerida oma teadmisi üldistest kontseptsioonidest.
Võrdlemine, vastandamine, klassifitseerimine	Leiab või kirjeldab organismide rühmade, ainete või protsesside sarnasusi ja erinevusi; eristab, liigitab või järjestab üksikobjekte, aineid, organisme ja protsesse nende iseärasuste ja omaduste põhjal.
Kujutamine, modelleerimine	Kasutab/joonistab diagramme ja/või mudeleid, et näidata arusaamist teaduslikest kontseptsioonidest, struktuuridest, seostest, protsessidest ning bioloogia/füüsika süsteemidest ja ringetest (nt toiduahelad, elektrivooluringid, veeringe, Päikesesüsteem, aatomi ehitus).
Seostamine	Seostab teadmisi bioloogilistest ja füüsikalistest kontseptsioonidest objektide, organismide ning ainete mõõdetud või tuletatud omadustega/käitumisega/kasutusega.
Teabe esitamine ja kohaldamine	Samastab/toob esile/kohaldab asjakohast teksti, tabeli või graafiku kujul esitatud teavet teaduslike kontseptsioone/põhimõtteid silmas pidades.
Lahenduste leidmine	Samastab/kasutab teaduslike seoseid, võrrandeid ja valemeid selleks, et leida kvalitatiivseid või kvantitatiivseid lahendusi, mis hõlmavad kontseptsioonide otsest kasutamist/ demonstreerimist.
Selgitamine	Oskab leida vaatlustulemustele või loodusnähtustele põhjusi/selgitusi, näidates sellega, et mõistab nende aluseks olevaid teaduslike kontseptsioone, printsiipe, seadusi või teooriaid.

Arutlemine/põhjendamine ja analüüs

Arutlemine ja analüüs on haaratud kõigisse keerukamatesse ülesannetes. Loodusainete õppe peamine ülesanne on valmistada õpilasi ette teaduslikult arutlema, ülesandeid lahendades esitama selgitusi, tegema järeldusi ja otsustusi ning rakendama teadmisi uutes olukordades. Lisaks teaduslike käsituste vahetule kasutamisele võivad mõningad ülesanded hõlmata mittetavapäraseid või keerulisemaid kontekste, mis nõuavad õpilastelt lahenduse leidmiseks teaduslike printsiipide kaalumist, nt peab õpilane probleemi mitmeks alakomponendiks jaotama, millest igüks eeldab mingi teadusliku käsituse või vastastikmõju rakendamist. Õpilased peavad probleemi analüüsides tegema kindlaks, millised baaskäsitlused seda läbivad; nad peavad tõlgendama/kasutama diagramme ja graafikuid; kavandama ülesannete lahendamiseks strateegiaid ja selgitama nende olemust; valima ja rakendama vajalikke võrrandeid, valemeid, suhteid ja analüütilisi tehnikaid ning hindama nende lahendusi. Õigeid lahendusi võivad aidata saavutada erinevad lähenemisviisid või strateegiad ning seepärast on üks loodusainete õppe olulisi eesmärke arendada alternatiivsete käsitluste valikute oskust.

Õpilastelt nõutakse näiteks otsustuste tegemist teaduslike andmete ja faktide põhjal, mis näitab, kuidas nad kasutavad nii induktiivset kui ka deduktiivset arutlemist ning kuidas nad mõistavad põhjus-tagajärg seost. Nad peavad kontseptuaalsete teadmistele tuginedes hindama ja tegema otsustusi (sh kaaluma alternatiivsete materjalide ja protsesside eelseid ning puudusi), kaaluma erinevate teaduslike taotluste mõju ning andma hinnangu probleemide lahendustele. Eelkõige 8. klassiks peavad nad olema omandanud esimesed teadmised sellest, kuidas kaaluda ja hinnata alternatiivseid selgitusi; nad peavad laiendama selgitusi uutele olukordadele ning põhjendama selgitusi tuginedes tõenditele ja teaduslikele arutlustele. Teaduslikku arutlemist nõuab märkimisväärselt ka hüpoteeside püstitamine ja teaduslike katsete kavandamine hüpoteeside kontrollimiseks. Esimesed sellealased oskused omandatakse juba põhikoolis ja neid arendatakse edasi gümnaasiumis.

Mõni selle kognitiivse valdkonna ülesanne võib keskenduda integreeritud käsitlustele ja tähtsamatele teemadele, nõudes õpilastelt erinevate teadmiste ja arusaamade kombineerimist ning rakendamist uutes olukordades. Sellisel kujul võivad need ülesanded hõlmata nii matemaatikat kui ka loodusaineid ja/või loodusainete valdkondi. 4. klassi õpilastelt nõutakse mõningast teadusliku arutlemise oskuse olemasolu, kuid madalamal tasemel kui 8. klassi õpilastelt. Ülesanded, mis neid oskusi 4. klassi puhul hindavad, on konkreetsema struktuuriga ja vähem avatud vastustega kui 8. klassis. 4. klassis pööratakse sellele kognitiivsele valdkonnale vähem tähelepanu, kuna see nõuab komplitseeritumaid kognitiivseid oskusi.

Arutlemine ja analüüs	
Probleemide analüüsimine, tõlgendamine, lahendamine	Analüüsib probleeme, et määrata kindlaks probleemi olemus, olulised seosed ja probleemi lahendamise etapid; arendab/põhjendab probleemi lahendamise tegevuskava; tõlgendab/kasutab diagramme ja graafikuid probleemide lahendamiseks ning visualiseerimiseks; kasutab ülesandeid lahendades deduktiivset ja induktiivset arutlust.
Lõimimine/integreerimine, sünteesimine	Lahendab probleeme, mis nõuavad erinevate faktorite või omavahel seotud käsituste arvestamist; leiab seoseid kontseptsioonide vahel ja erinevates teadusvaldkondades;

	mõistab teaduse valdkondi läbivaid üldisi kontseptsioone; integreerib loodusteaduslike ülesannete lahendustesse matemaatilisi käsitlusi/protseduure.
Ennustamine, hüpoteeside püstitamine	Kombineerib oma teadmisi teaduslikest kontseptsioonidest vaatluste põhjal saadud teabega selleks, et sõnastada küsimusi, millele on võimalik vastata uuringu põhjal; püstitab hüpoteese kontrollitavate järelduste abil, kasutades mõõtmistel saadud teadmisi ja/või analüüsides teadusandmeid ja teaduslikke käsitlusi; teeb tõendite ja teaduslike arutluste põhjal ennustusi bioloogiliste ja füüsikaliste nähtuste muutuste kohta.
Kavandamine, plaanimine	Kavandab/plaanib katseid/uurimusi, mis sobivad teaduslikele küsimustele vastamiseks või hüpoteeside kontrollimiseks; kirjeldab/tunneb mõõdetavate muutujate ning kontrollitud ja põhjuse-tagajärje suhete osas kavandatud uurimuste tunnuseid; teeb otsustusi katse/uurimuse korraldamisel kasutatavate mõõtmiste/protseduuride kohta.
Andmete kogumine, analüüsimine, tõlgendamine	Oskab teha ja dokumenteerida süstemaatilisi vaatlusi ning mõõtmisi; kasutab asjakohaseid aparate, varustust, vahendeid, protseduure ja mõõtevahendeid/skaalasisid; oskab teadusandmeid esitada tabelites, kaartidel, graafikutel ja diagrammidel, kasutades selleks sobivat formaati, märgistamist ja skaalasisid; valib/rakendab andmete kohta sobivaid matemaatilisi tehteid/tehnikaid, et saada järelduste tegemiseks vajalikke tuletatud väärtusi, leiab andmetes mudeleid; kirjeldab/üldistab andmetes peituvaid suundumusi; interpoleerib/ekstrapoleerib andmeid või esitatud teavet.
Järeldamine	Teeb tõendite ja/või teaduslike arutluste põhjal adekvaatseid järeldusi; teeb asjakohaseid järeldusi, mis on vastuseks püstitatud küsimustele/hüpoteesidele; näitab üles teadmisi põhjustest ja tagajärgedest.
Üldistamine	Teeb/hindab üldisi järeldusi, mis ületavad eksperimendi ulatuse või etteantud tingimusi, ning rakendab tehtud järeldusi uutes olukordades; määrab kindlaks seoseid väljendavad üldised valemid/sõnastused.
Hindamine	Kaalub plusse ja miinuseid selleks, et võtta vastu otsus alternatiivsete protsesside, materjalide ja allikate kohta; kaalub teaduslikke ja sotsiaalseid faktoreid, et hinnata teaduse ja tehnika mõju/tagajärge bioloogilistele ning füüsikalistele süsteemidele; hindab alternatiivseid selgitusi, probleemide lahendamise strateegiaid ning lahendusteid; hindab uurimuste tulemusi selles osas, kas andmete hulk on järelduste tegemiseks piisav.
Põhjendamine	Kasutab tõendeid ja teaduslikku arutlemist selleks, et põhjendada pakutud seletusi ja lahendusi; esitab väiteid kinnitamaks probleemidele pakutud lahenduste, uurimuse järelduste või teaduslike selgituste mõistlikkust.

Teaduslik uurimismeetod

Paljude riikide loodusainete ainekavades pannakse suurt rõhku õpilaste endi poolt läbi viidud katsetele/uuringutele, mille kaudu on võimalik saada teaduslikke selgitusi loodusnähtustele. 4. ja 8. klassi õpilased ei pea suutma formuleerida ega kontrollida fundamentaalseid teooriaid, kuid nad peavad oskama sõnastada väiksema mahuga teadusküsimusi või -hüpoteese, mida on võimalik katsete abil kontrollida. Teaduslik uurimismeetod hõlmab probleemi püstitamist, informatsiooni kogumist, hüpoteesi sõnastamist, katse või vaatlusega selle kontrollimist ning tulemuste analüüsi ning järelduste tegemist. Selliseid teadusuuringuks vajalikke arusaamu ja oskusi on läheb vaja ka edaspidi, et teha keerulisemaid uuringuid ning arendada teaduslikku mõtlemist, et valmistada ette tulevasi teadlasi. Teaduslik uurimismeetod on loodusainete õppimise ja teadustöö lahutamatu osa ja seepärast hinnatakse ka võrdlusuuringus TIMSS, kuidas õpilased valdavad eespool nimetatud oskusi.

Teadusuuringut käsitatakse kui TIMSS-testi kõikehaaravat testimisstrateegiat, mis hõlmab kõigi loodusainete valdkondade nii sisulisi kui ka oskustel põhinevaid komponente. Teadusliku uurimismeetodi rakendamise oskust hinnatakse küsimuste ja ülesannete abil, mis nõuavad õpilastelt katsetes vajalike vahendite, meetmete ja protseduuride tundmist, teadmiste kasutamist ja oskust mõelda, et pakkuda tõenditel põhinevaid seletusi. Katsete tegemine aitab teaduslikke kontseptsioone paremini mõista ja nende üle arutleda, samas arendab see probleemide lahendamise oskust.

Mõlema vanuserühma õpilased peavad mõistma, et teaduslikud teadmised muutuvad, et teaduslikke arusaamu saab kinnitada/kontrollida erinevate teaduskatsete abil, et on vaja tunda põhilisi teaduslikke uurimismeetodeid, osata tulemusi kajastada ja analüüsida. Nad peavad mõistma, et loodusained, matemaatika ja tehnoloogia on üksteisega tihedalt seotud. Lisaks nendele üldistele teadmistele peavad õpilased näitama järgmisi teadmisi ja oskusi:⁷

- küsimuste ja hüpoteeside sõnastamine
- katse kavandamine
- andmete kogumine ja esitamine
- andmete analüüsimine ja tõlgendamine
- järelduste tegemine ja selgituste pakkumine

Need etapid sobivad nii 4. kui ka 8. klassi õpilastele, kuid arusaamade ja oskuste tase areneb aastast aastasse, peegeldades õpilaste kognitiivset arengut. Loodusainete õppimine keskendub 4. klassis vaatlemisele ja kirjeldamisele ning õpilased peavad oskama sõnastada küsimusi, millele on võimalik vastata vaatlemise või üldise maailma kohta saadud info põhjal. Nendele küsimustele vastuse saamiseks peavad õpilased näitama, et nad teavad, milline on “korralik katse”, ning suutma kirjeldada ja teha uuringut, mis põhineb korrapärastel vaatlustel või mõõtmistel, kasutades selleks lihtsamaid vahendeid, seadmeid ja protseduure. Õpilastelt eeldatakse, et nad oskavad esitada katse tulemusi lihtsamate tabelite ja diagrammide abil, teha mõõdetud väärtustega tavalisemaid arvutusi ning kirjeldada lühidalt oma uurimuse tulemusi. 4. klass kirjutab katse tulemused konkreetse küsimuse vastusena.

⁷ Teaduskatse etapid on järjestatud nõnda seepärast, et peegeldada uurimuste tulemuste kajastamisel tavapäraselt kasutatavat loogilist järjestust. Kuigi teaduskatses ei pruugi kõiki etappe olla, on mõningad nende etappide aspektid kõigis teaduskatsetes.

8. klassiks peaksid õpilased olema omandanud kvantitatiivsema ja põhjalikuma lähenemise teaduslikule uurimismeetodile, mis hõlmab põhjalikumalt hinnangu andmist ja otsuse tegemist. Neilt oodatakse vaatluste või teadmiste põhjal hüpoteeside sõnastamist, mida on võimalik katse abil kontrollida. Nad peavad mõistma põhjus - tagajärg seost ning oskama määratleda muutujaid ja nende varieerimist hästi kavandatud katsetes. Nad peavad oskama teha otsustusi kasutatavate seadmete ja protseduuride kohta. Andmeid kogudes ja esitades peavad õpilased oskama kasutada sobivat terminoloogiat, ühikuid, täpsust, vormi ja skaalasid ning valida sobivat matemaatilist meetodit. Nad peavad oskama teha otsustusi kasutatavate seadmete ja protseduuride kohta. 8. klassi õpilastelt võib nõuda oma uuringute hindamist selle osas, kas andmeid kõnealuse küsimuse või hüpoteesi kinnitamiseks on piisavalt.

Nii 4. kui ka 8. klassi õpilaste puhul saab teadusuuringutel põhinevate selgituste andmise oskuse põhjal hinnata ka seda, kuidas nad teaduslikke käsitusi mõistavad ja rakendavad. 8. klassiks peavad õpilased suutma oma selgitusi sõnastada erinevate muutujate põhjuse ja tagajärje seosena ning teaduslikust mõtlemisest lähtuvalt. Nad võivad pakkuda alternatiivseid selgitusi ning laiendada järeldusi uutele olukordadele.

Õpilaste teadmisi ja oskusi, mis on seotud teadusliku uurimismeetodiga, hinnatakse eelkõige mitmeosaliste uurimisülesannete kaudu, milles õpilased peavad oma teadmisi ja oskusi rakendama praktilises töös. Ülesanded võivad sisaldada välitöö komponenti, mis hõlmab mõõtmist, vaatlemist ning materjalide käsitlemist ja/või andmete ning muude materjalide tõlgendamist ja analüüsimist.

Uuringute teaduslik sisu varieerub, kuid peamised käsitletavat valdkonnad on üsna sarnased. Kuigi on selge, et ei ole võimalik ega vajalikki luua kontekstivaba üldiste teaduskatsete tegemise oskust, määratakse katse praktiline kontekst selliselt, et mõningaid üldisi oskusi hinnatakse ülesannete põhjal, mis ei ole küll tõelised teadusuuringud, kuid mida kavandatakse nõnda, et nende lahendamiseks on vaja tunda teaduskatsete üldisi etappe ning kasutada vajalikke oskusi. Ülesannete põhjal hinnatakse, kas õpilastel on teadusuuringute tegemiseks vajalikud alusteadmised ja -oskused.

Kontekst

Ülevaade

Et paremini hinnata, mida TIMSS-testi tulemused tähendavad ning kuidas on neid võimalik kasutada, et parandada õpilaste teadmisi matemaatikas ja loodusainetes, on tähtis mõista keskkondi, milles õpilased õpivad. Lisaks õpilaste teadmiste-oskuste hindamisele saadakse TIMSS-testiga palju andmeid selle kohta, mis kontekstis neid aineid õpitakse. Kontekst hõlmab viit suuremat valdkonda:

- õppekava
- koolid
- õpetajad ja nende ettevalmistus
- õppetegevused
- õpilased

TIMSS-testis vaadeldakse eelkõige õppekava eesmärke haridussüsteemis ning seda, kuidas on süsteem nende eesmärkide saavutamiseks organiseeritud; millised on pakutavad haridusressursid ja vahendid; millised on õpetajad ning kuidas neid koolitatakse, varustatakse ja toetatakse; milline on kodu tugi ja kuidas on õppetöösse kaasatud vanemad; millised on teadmised, suhtumised ja hoiakud, mille õpilased ja õpetajad õppetegevusse kaasa toovad. Nagu matemaatika- ja loodusainete testis on kirjeldatud, mida nendes valdkondades hinnata tuleks, määratakse konteksti puhul kindlaks need haridus- ja sotsiaalsfääri aspektid, mida uuritakse, et parandada õpilaste õpivõimalusi.

Õppekava

Tuginedes IEA kogemustele, käsitleb TIMSS-uuringu kontekstiosa matemaatika ja loodusainete kavandatava õppekava viit aspekti, alates õppekava sõnastamisest ning lõpetades selle rakendamisega.

Õppekava arengus tuleb arvestada seda ühiskonda, mida haridussüsteem teenindab, õpilaste vajadusi ja püüdlusi, õppimise olemust ja funktsioone ning kokkulepitud seisukohti selle kohta, mis on õppimises oluline. Kirjapandud õppekava mõistmiseks on vaja teada, kes võtab vastu õppekavaga seotud otsused, milliseid otsuseid tehakse ja kuidas edastatakse need hariduskogukonnale.

Õppekava sõnastamine

Õppekava sõnastades arvestavad õppekava koostajad konkreetset olukorda, st riiklikke, regionaalseid ja kohalikke võimalusi. Silmas tuleb pidada ka seda, kuidas hindab ühiskond matemaatika- ja loodusteadustealase hariduse omandamist ning mil määral on haridussaavutused (laiemas või kitsamas tähenduses) seotud ühiskonna heaolu ja riigi majandusega.

Õppekava maht ja sisu

Õppekava dokumendid määravad ja annavad õpilastele teada, milliseid teadmisi, oskusi ja suhtumisi on võimalik omandada formaalhariduse kaudu. Koolis saavutatavate matemaatika- ja loodusainetealaste eesmärkide laad ning ulatus on olulised kõigi riikide hariduspoliitika kujundajatele ja õppekavaspetsialistidele. Tähtis on ka see, kuidas need eesmärgid teaduse ja tehnika edusammudega kaasas käivad ning kuidas muutuvad ühiskonna ja töökohtade nõudmised.

Õppekava peamine eesmärk on, et õpilased omandaksid õpitava aine. Samas erinevad riikide õppekavad selle poolest, kuidas seda eesmärki saavutada. Näiteks on baasoskuste omandamine, matemaatika rakendamine reaalse elu olukordades ning matemaatiline suhtlemine ja probleemide lahendamine uudsetes olukordades lähenemisviisid, mida on viimaseil aastail propageeritud, ent riigiti on tehtud seda erineval määral.¹⁴ Loodusainete puhul soovitatakse mõnes riigis rohkem kui teises pöörata tähelepanu sellistele õpistrateegiatele nagu baasoskuste omandamine, teaduslike kontseptsioonide mõistmine ja rakendamine, katsete kavandamine ja läbiviimine, teaduslike seletuste esitamine ning temaatiline lähenemine.¹⁵

Õppekava organiseerimine

Viis, kuidas riiklik, regionaalne ning kohalik haridussüsteem on organiseeritud, mõjutab õpilaste võimalusi matemaatikat ja loodusaineid õppida. Kooli tasandil mõjutab neid võimalusi see, kui tähtsaks matemaatikat ja loodusaineid eri klassides peetakse, mis mahus neid teiste ainetega võrreldes õpitakse ning kuidas on õpe korraldatud. Näiteks võib loodusainete eraldi õpe pakkuda õpilastele erinevaid kogemusi, võrreldes nendega, kes õpivad loodusaineid ühtse aina.

Rakendatud õppekava monitooring

Paljudes riikides on õppekava rakendamise järelevalveks ja õppekavale hinnangu andmiseks ning haridussüsteemi seisundi hindamiseks olemas vastavad süsteemid. Kõige tavalisemad meetodid on standardtestid, koolide inspekteerimine ja audit. Poliitikakujundajad võivad selleks kasutada kooliväliseid meetodeid, näiteks riiklikke või regionaalseid standardteste. Nad võivad teha ka kooliga (või eraldi õppeainetega) koostööd, et töötada välja, rakendada ja hinnata õppekavu.

¹⁴ I. V. S. Mullis *et al.* (2000), *TIMSS 1999 International Mathematics Report: Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eight Grade*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

¹⁵ M. O. Martin *et al.* (2000), *TIMSS 1999 International Science Report: Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eight Grade*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Õppekava toetus

Riigid võivad peale standardtestide, inspekteerimise ja auditi kasutada teisigi strateegiaid, et hõlbustada kirjapandud õppekava rakendamist. Sellised strateegiad võivad hõlmata õpetajate koolitamist õppekava täpsustatud sisu ja õpetamismeetodite osas. Selline koolitus võib olla lahutamatu osa õpetajakoolituse õppekavas või võib olla lisatud täiendusõppesse. Õppekava rakendamist on võimalik toetada ka õppevaraga, sh õpikute, juhendmaterjalide jm-ga, mis sobivad vastava õppekava jaoks.

Koolid

TIMSS-kontekstis on kool institutsioon, mille kaudu rakendatakse õppekava eesmäärke. Arvestades, et hea kool on hästi organiseeritud integreeritud süsteem, kus iga tegevus või vastu võetud otsus mõjutab otseselt kõiki teisi, keskendub TIMSS kooli kvaliteedi näitajate kogumile.

Koolitöö korraldus

Sõltumata sellest, kas kool on riikliku, regionaalse või kohaliku haridussüsteemi osa või tehakse otsused kooli tasandil, on loodusainete ja matemaatika õpetamisel teatavad korralduspiirangud. Õpilaste saavutusi võib mõjutada see, kui palju päevi aastas ning mitu minutit päevas on pühendatud matemaatika ja loodusainete õppele. Samuti on tähtis teada, mis tüüpi kool on ning milline on kooli õppesuund. Näiteks on riikides, kus on rakendatud õppesuundi, kooli ülesanne rõhutada kas akadeemilist või kutsealast õppekava.

Kooli eesmärgid

Edukate koolide uurimine on näidanud, et sellised koolid valivad ambitsioonikaid, kuid mõistlikke eesmärgi ning pingutavad nende täitmise nimel. Ühiselt väljendatud eesmärgid hõlmavad kirjaoskust, õpiedukust, individuaalset arengut, häid tööharjumusi ja enesedistsipliini.

Koolidirektori roll

Koolidirektor täidab tavapäraselt juhirolli. Ta peab tagama, et kool töötaks tulemuslikult ning selle ressursid oleksid kasutatud optimaalselt. Koolidirektor võib määrata kooli suuna, otsida tulevikuvõimalusi, luua õppekeskkonna ja seda hoida. Ta võib aidata kaasa kogu koolikollektiivi õppemudeli väljatöötamisele, rakendamisele, kontrollile ning hindamisele. Koolidirektor võib aktiivselt toetada, arendada ja säilitada positiivset koolikultuuri ning õpilaste õppimist ja õpetajate erialast arengut soodustavat sisekliimat..

Matemaatika ja loodusainete õpet toetavad vahendid

Õppekava rakendamist on võimalik lihtsustada konkreetsete õppe-eesmärkide saavutamiseks vajalike vahendite, materjalide ja varustuse eraldamise teel. TIMSS-uuringu tulemused on näidanud, et üldiselt saavutavad hästi varustatud koolide õpilased paremaid tulemusi kui need, kes õpivad koolides, kus puudulikud ressursid takistavad õppekava täitmist. Õppekava rakendamist mõjutavad kaht liiki ressursid: üldised ressursid hõlmavad õppevara, eelarvet vahendite jaoks, kooli hooneid ja varustust, kütet, valgustust ja klassiruumi pinda; ainespetsiifilised ressursid võivad hõlmata arvuteid, arvutitarkvara, taskuarvuteid, laboriseadmeid ja -materjale, raamatukogu ning audiovisuaalseid vahendeid.

Vanemate kaasahaaratus

Uuringud on näidanud, et edukate koolide puhul vanemate, õpilaste ja kooli ootused kattuvad. Vanemate kaasahaaratus kooli tegevusse võib aidata saavutada õpilase ja kooli eesmärgi ning kujundada õpilastes positiivset suhtumist. TIMSS-uuringu andmeil on õpitulemused tavaliselt paremad koolides, mille tegevusse on haaratud vanemad, kes kontrollivad kodutöid, osalevad vabatahtlikult kooliekskursioonidel, tegelevad vahendite kogumisega fondide loomiseks/täiendamiseks jne.

Distsiplineeritud koolikeskkond

Kuigi turvaline ja korras koolikeskkond ei taga iseenesest veel häid õpitulemusi, võib õpilastel siiski olla raskem õppida koolides, kus on distsipliiniprobleeme, kus õpilased sageli puuduvad või jäävad tundi hiljaks või kus nad kardavad viga saada või isiklikke asju kaotada.

Õpetajad ja nende ettevalmistus

Ükskõik, kui täpselt on kirja pandud õppekava või põhjalikud on õpikud, mõjutab õppimist ikkagi kõige rohkem õpetaja. Esmatähtis on, mida õpetajad teavad ja suudavad teha. Uurimused on näidanud, et heade tulemuste saamiseks peavad õpetajatel olema väga head akadeemilised oskused, nad peavad õpetama ainet, milles nad on koolitust saanud, neil peab olema vähemalt paariaastane kogemus ning nad peavad osalema kõrgetasemelistes kohanemise ja erialase täiendamise programmides.¹⁶

Akadeemiline ettevalmistus ja selle tunnistamine

Olles teadlikud õpetaja võtmerollist õppekava rakendamisel, on paljud riigid pööranud tähelepanu tulevaste õpetajate õpetamise kvaliteedi parendamisele, eelkõige teadmistele, mida on vaja matemaatika ja loodusainete tõhusaks õpetamiseks.

¹⁶ D. P. Mayer, J. E. Mullens, M. T. Moore (2000), *Monitoring School Quality: An Indicators Report*. NCEES 2001-030, Washington, DC: National Center for Education Statistics.

Õpetajate kutseks valmisolekut hinnatakse riigiti erinevalt. Seda võidakse teha spetsiaalsete kursuste ja stažeerimise läbimise või eksami sooritamise kaudu. Mõnes riigis võib kasutusel olla teisi meetodeid (eelkõige ainete puhul, kus õpetajaid on puudu).

Õpetajate koolitusprogrammides on rõhk sisulistel teadmistel, õpetamismeetoditel ning sellel, kuidas need programmid suudavad sammu pidada teaduse ja tehnoloogia kiire arenguga. Kasutatavad meetodid võimaldavad õpetajail omandada põhjaliku hariduse, olla arutlevad ja professionaalsed haridustöötajad, kes kogu elu suhtuvad õppimisse positiivselt. Ülikoolide ja koolide koostöö ning õpetajate pädevusnõuded aitavad saavutada head ettevalmistust. Õpetajakoolitusse on vaja lülitada uusi lähenemisviise, mida soodustavad Interneti pakutavad võimalused ning nüüdisinfotehnoloogia üldse.

Õpetajate töölevõtmine

Viimaseil aastail toimunud tehnoloogia areng on toonud kaasa olukorra, kus haridussüsteem peab konkureerima tööstusega, et värvata paremaid matemaatikuid ja loodusainete spetsialiste. Õpetajad peavad suutma matemaatika ja loodusainete kiire arenguga sammu pidada. Kooli tuleb meelitada häid kandidaate, kes suudavad oma teadmisi kohandada nüüdishariduse aina muutuvate nõuetega. Töölepingud, tasuta ülikooliharidus ning muud soodustused aitavad sobivaid kandidaate leida.

Õpetajate töölerakendamine

TIMSS-uuring on näidanud, et riigiti on suuri erinevusi, kas matemaatikat või loodusaineid õpetab õpetaja, kes on seda ainet ise ülikoolis peaaugina õppinud, või muud ainet õppinu. Kuigi viimane võib tuua kaasa nii probleeme kui ka eeliseid, on tähtis siiski see, et õpetajail oleksid efektiivseks õpetamiseks vajalikud aineteadmised.

Õpetajate kohanemine

Üleminek ülikoolist kooli võib olla raske. Seepärast lahkub paljudes riikides suur protsent õpetajaid koolist pärast esimest paari aastat.¹⁷ Tähtis on, kui aktiivselt koolid ise uue õpetaja kohanemisele kaasa aitavad. Algajale õpetajale võivad abiks olla heade õpetamistavade kujundamine kolleegide abil, erialaoskuste arendamine, kogunud õpetajate kavandatud kooliellu sisseelamise programmid ja juhendamine vm.

Õpetajate kogemused

Uuringud on osutanud, et õpilased õpivad kogunud õpetajatega rohkem kui nendega, kellel on vaid mõneaastased kogemused. Sellegipoolest võivad kogemuste ja õpitulemuste suhet mõjutada erinevad faktorid. Näiteks võib õpetajate tööjaotus koolis tuua kaasa selle, et suuremate oskustega õpetajad õpetavad mingeid konkreetseid klasse

¹⁷ J. Moskowitz, M. Stephens (eds.) (1997), *From Students of Teaching to Teachers of Students: Teacher Induction Around the Pacific Rim*. Washington, DC: U.S. Department of Education.

või et vanemad õpetajad õpetavad eriklasse. Staažikamate õpetajate efektiivsust mõjutab nende erialane täiendusõpe .

Õpetamisstiilid

Uurijad on kirjeldanud mitmeid õpetamisstiile.¹⁸ Sellest, kui palju aega pühendavad õpetajad loenguvormis õpetamisele, õpilase iseseisvale tööle, mida suunab õpetaja, kordamisele, sisu ja protseduuride selgitamisele, tööle väikeses rühmas ja õpilase iseseisvale tööle, saab kasulikku teavet, millised õpetamismeetodid on klassis valdavad. Õpetamise kohta saab infot ka õpilaste tagasisidest: kui palju aega kulub sellele, kui neile näidatakse, kuidas matemaatika- ja loodusainete ülesandeid teha, või kui palju aega võtab töö erinevate töölehtede, õpikute ja projektidega või kodutööde läbiarutamine.

TIMSS-uuringu rahvusvahelised aruanded on näidanud, et väga sageli esitatakse nii matemaatika- kui ka loodusainete tundides info tahvlil. Muid esitlusviise, sh valgustahvli ja arvuti rakendamist õpilastele ideede esitamiseks või õpilastepoolset tahvli ja grafoprojektori kasutamist, tuli ette harvem.

Erialane täiendus

Investeeringud tulevaste matemaatika- ja loodusainete õpetajate koolitusse on pikas perspektiivis küll kasulikud, kuid samas tuleb suurendada olemasolevate õpetajate enesetäiendamise võimalusi. Kui õpetajad ei osale pidevalt täiendusõppes, on oht, et neil ei ole täpset teavet selle kohta, mida on uut nii nende õpetatavas aines kui ka hariduses üldse. Kui neil pole juurdepääsu heale erialakoolitusele, pole infotehnoloogia edusammudest neile mingit kasu. Seepärast peaksid õpetajad õppima, kuidas rakendada klassitöö edendamiseks arvuteid ja Internetti.

Õpetajate erialane areng on keskse tähtsusega kõigis katsetes muuta või reformida haridussüsteemi. Õpetajate koolitus hõlmab järgmist: selgete ja oskuslike õpetamisstrateegiatega repertuaari täiendamine, teiste õpetajate tundides käimine või nende enda tundidesse kutsumine, õpetajate projektirühmade ja aineühenduste koostöö, et viia ellu spetsiaalseid algatusi jne.¹⁹ Enesetäiendusvõimaluste sagedus ja liik, intellektuaalse, sotsiaalse ja emotsionaalse hõlmatuse määr ning see, kuivõrd tugineb programm koolitavade avaramale kontekstile ja õpilaste haridusvajadustele, on samuti õpetajate täiendusõppeprogrammide edukuse näitajaid.²⁰

¹⁸ A. Grasha (1996), *Teaching with Style*. Pittsburgh, PA: Alliance Publishers.

¹⁹ I. V. S. Mullis *et al.* (2001), *Mathematics Benchmarking Report, TIMSS 1999 – Eight Grade: Achievement for U.S. States and Districts in an International Context* Chestnut Hill, MA: Boston College, pp. 237–244); M. O. Martin *et al.* (2001), *Science Benchmarking Report, TIMSS 1999 – Eight Grade: Achievement for U.S. States and Districts in an International Context*, Chestnut Hill, MA: Boston College, pp. 253–260.

²⁰ J. W. Little (1993), *Teachers' Professional Development in a Climate of Educational Reform. – Educational Evaluation and Policy Analysis, 15 (2)*. Washington, DC: American Educational Research Association., pp. 129–151.

Õppetegevused

Kuigi kool pakub õpilasele õppimise üldise konteksti, toimub õppetegevus põhiliselt siiski klassis õpetaja juhendamise kaudu. Õppetegevus hõlmab siinjuures klassis antud tööd, mida jätkatakse mujal (nt koduülesanded, töö raamatukogus või välitöö/-praktika). Õppekava aspektid on läbivõetavad õppekava teemad, kasutatavad õpetamismeetodid, olemasolevad materjalid ja seadmed, õppetingimused, sh klassi suurus, ning matemaatikale ja loodusainetele pühendatud aeg.

Õpetatavad teemad

Rakendatud õppekava puhul on kõige suurem rõhk sellel, mil määral TIMSS-testis olevaid matemaatika ja loodusainete valdkondi klassiruumis õpetatakse. Selleks küsitakse testitud õpilaste matemaatika- ja loodusainete õpetajailt, kas ja millal on testitud teemasid klassis käsitletud ning kui palju tunde on konkreetsele teemale kulutatud. TIMSS iseloomustab osalevate riikide matemaatika- ja loodusainete kursuste mahtu ning raskust, kirjeldades seda, millele on testitud klassides peamist tähelepanu pööratud.

Aeg

Õppekava rakendamise tähtis aspekt on matemaatika ja loodusainete õppele kulunud aeg ning selle efektiivne kasutamine tundides, arvestades ka väliste sekkumiste häirivat mõju.

Kodutööd

Kodutööde andmise põhjused ning nende hulk ja liigid on tähtsad pedagoogilised kaalutlused (nt klassis käsitletud teemade kinnistamine ja/või avardamine). Kodutööde eesmärk on suurendada õppeainele pühendatavat aega.

Hindamine

TIMSS-uuringu tulemused on näidanud, et õpetajail kulub märkimisväärselt palju aega õpilaste hindamisele, et kavandada edasist õpet või anda tagasisidet õpilastele, õpetajatele ja vanematele. Erinevate hindamisviiside kasutamise sagedus ja tähtsus on õpetamise ning koolipedagoogika olulisi näitajaid. Hindamisvõimalused on koolivälised standardtestid, õpetajate koostatud testid, mis nõuavad selgitusi, õpetajate koostatud objektiivsed testid, koduülesanded, projektid või praktilised ülesanded, õpilaste vastused tunnis ja õpilaste vaatlemine.

Töökeskkond klassis

Töökeskkonda klassis iseloomustavad klassis valitsev õhkkond, toon ja eetos e üldine kõlbeline iseloom.²¹ Õppimist ning selle tulemusi mõjutab õpilase ja õpetaja ettekujutus sellest, milline peaks olema töökeskkond klassis.²² Viimast iseloomustab see, kui aktiivselt ja tähelepanelikult õpilased klassitöös osalevad, kui positiivselt nad omavahel suhtlevad, milline on õpetaja ja õpilaste suhe ning kui selgelt on töö klassiruumis korraldatud.

Infotehnoloogia

Infotehnoloogia aitab aega kokku hoida ning, mis veelgi olulisem, võimaldab õpilastel avastada põhjalikumalt kontseptsioone, mida varem ei saanud uurida. Arvutid motiveerivad õpilasi õppima, lubades neil teha seda omas tempos ja tagades neile Interneti kaudu juurdepääsu mahukatele infoallikatele.

Paraku on koolide varud piiratud ning raha, aja ja ruumide eraldamine tehnoloogiale võib ära võtta ressursid teistelt valdkondadelt (nt õpetajate palkade tõstmine ja erialane täiendus, õppevahendite, sh laboriseadmete hankimine jne). Veelgi enam, arvutite olemasolu tähendab kooli arvutisüsteemi hooldamist, st tuleb palgata selle ala spetsialiste.

Arvutite tõhus kasutamine nõuab õpetajate, õpilaste ja koolipersonali koolitamist. Arvutite rakendamist piiravad sobiva tarkvara ja riistvara puudumine, tarkvara mittevastavus õppekavale, ebapiisav õpetajate koolitamine ja toetamine, arvutite parandamise ja hoolduse ebapiisav rahastamine.

Juurdepääs Interneti infoallikatele nii koolis kui kodus võiks matemaatika- ja loodusainete õpet enneolematult uuendada. Uurimused on tõestanud, et erinevad juurdepääsuvõimalused Internetile (nt koolis, raamatukogudes ja kodus) on olulised. Õpilastele tuleb õpetada, kuidas saadud infot kasutada ja hinnata, kas see on tõene ja väärtuslik.

Arvuteid saab rakendada paljusid õppe-eesmärke silmas pidades. Kui alguses oli arvutite abil võimalik teha põhiliselt drillimisharjutusi, kasutatakse neid nüüd väga erineval viisil (nt õpilaste juhendamine, mängud, matkimine ja muud rakendused). Uus tarkvara võimaldab õpilastel tõstatada oma probleeme ning uurida ja avastada matemaatika ning loodusainete iseärasusi omal käel. Arvutitarkvara modelleerimine ja ideede visualiseerimine võib avada õpilastele täiesti uue maailma ning aidata neil neid ideesid ühendada oma keele- ja sümbolisüsteemiga.

²¹ B. J. Fraser, H. J. Walberg (1991), *Educational Environments: Evaluation, Antecedents and Consequences*. New York, NY Pergamon Press.

²² A. W. Lorsch, J. L. Jinks (1999), *Self-Efficacy Theory and Learning Environment Research*. – *Learning Environments Research*, 2. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, pp. 157–167.

Taskuarvuti kasutamine

Taskuarvuteid kasutatakse väga erinevalt isegi riigisiselt, kuid üldiselt nende kasutus suureneb, kuna nende hind on järjest vähem takistuseks. Paljud riigid on võtnud vastu otsused, mis reguleerivad taskuarvutite kasutamist eelkõige nooremates klassides. Mida need otsused endast kujutavad ja kuidas see vanemates klassides muutub, võib õppekava mõistmise seisukohast olla tähtis.

Taskuarvutite abil saavad õpilased lahendada arvutusülesandeid kiiremini ja seetõttu on nad tihedamalt õppesse haaratud. Graafilised taskuarvutid võimaldavad minna võrranditelt üle graafikutele ja sealt edasi andmeanalüüsile ning see lubab ülesannetele läheneda kas visuaalselt või arvuliselt. See, kuidas taskuarvuteid kõige paremini rakendada ja milline peaks olema nende roll, on jätkuvalt tähtis küsimus matemaatika õppekavade spetsialistidele ja õpetajatele.

Rõhk on uurimustel

Riigiti on projektide ja uurimuslike tööde korraldamisele pandud erinevat rõhku. Ülesande sageduse ja olemuse uurimine võib tuua valgust õpitavasse teemasse. Loodusainete puhul on praktilised katsed õppe lahutamatu osa. Riigiti on erinevusi ka selles, mil määral õpetaja tegevuse ette näitab ja kuidas õpilased katseid teevad.

Klassi suurus

Klassi suurus on majanduslik näitaja, tähistades väiksemate klasside puhul suuremat jõukust. Sellegipoolest võivad väiksemad klassid osutada valitsuse poliitikale, mis klassi suurust piirab. Veelgi enam, klassi suurus võib peegeldada valikulist ressursside jaotamist (nt erivajadustega õpilaste klassid või oskusainete klassid). Mis põhjus klassi suurust ka ei tingi, pole kahtlust, et see mõjutab seda, kuidas õpetaja õppekava rakendab.

Õpilased

Kodu taust

Õpilased tulevad kooli erineva tausta ja kogemustega. On tõestatud, et õpitulemused on seotud sellega, kui palju on kodus raamatuid, kas õpilasel on õppimiseks laud ja arvutivõimalus, milline on vanemate haridustase – kõik need aspektid viitavad perekonna sotsiaal-majanduslikule seisundile. Tähtis on ka vanemate suhtumine ja haaratus lapse haridusse. Õppimist võib mõjutada seegi, mil määral on õpilane hõivatud töö, spordi, terviseharrastuste ja muude tegevusaladega.

Varasemad kogemused

Varem õpitu, positiivsed või negatiivsed kogemused varasemate õpetajatega ning see, kui kerge või raske oli ainet õppida, mõjutavad õpilaste valmisolekut õppida ka matemaatikat ja loodusaineid.

Suhtumine

Üks õppekava olulisi eesmärke on kujundada õpilastes positiivne suhtumine matemaatikasse ja loodusainetesse. Õpilaste motivatsiooni õppida mõjutab see, kas õppeaine on nende arvates nauditav, kas nad peavad ainet tähtsaks, kas see on oleviku ja tulevase karjääri seisukohast oluline. Lisaks võib õpilaste motivatsiooni mõjutada see, mil määral nad seostavad edu või ebaedu selles õppeaines õppeainesiseste või -väliste faktoritega.

Testi/hindamisuuringu korraldus

Hindamise ulatus

Et mõõta õpilaste õpitulemuslikkust matemaatikas ning loodusainetes 4. ja 8. klassis ning koguda teavet saavutuste konteksti kohta, hõlmab TIMSS 2003 matemaatika ja loodusainete kirjalikku testi ning küsimustikke, mis keskenduvad keskkondadele, kus õpilane õpitu omandab. Peatükk kirjeldab hindamisuuringu korraldust ja täpsustusi uuringu komponentide rakendamiseks. TIMSS-test hõlmab nii matemaatikat kui ka loodusaineid nõnda, et õpilane teeb testi mõlemas aines.

TIMSS raamistikul on ulatuslikud eesmärgid ning seetõttu leidsid eksperdid, et matemaatika ja loodusainete valiideks hindamiseks on vaja suurt arvu ülesandeid ning pikka testimisaega – vähemalt seitse tundi 8. klassi puhul (matemaatika ja loodusained koos) ning rohkem kui viis ja pool tundi 4. klassi puhul. Kuigi selle aja jooksul esitatav materjal peaks hõlmama matemaatikat ja loodusaineid ulatuses, millega lapsed oma igapäevaelus kokku puutuvad, ei ole mõeldav, et ühele lapsele antaks kõik ülesandevariandid.

Ülesandetüüpide jaotamine

Et kõigi erinevate ülesandetüüpide hindamiseks vajalik aeg ületab õpilaste testimiseks võimaliku aja, jaotatakse hindamismaterjal õpilaste vahel. TIMSS-uuringu lähenemisviis, mis põhineb maatriksvalimil, jaotab ülesandetüübid eraldi vihikuteks ning iga õpilane täidab ainult ühe vihiku. Ülesanded jaotatakse vihikutesse selliselt, et üksikute õpilaste vastused konkreetse vihiku ülesannetele annavad ülevaatliku pildi üldkogumi teadmistest.

Varasemate TIMSS-uuringute kogemuste põhjal otsustasid osalevate riikide riiklikud uurimustöö koordinaatorid, et ühele õpilasele kuluvat testimisaega ei tohiks suurendada. Seega (nagu varemgi) on 8. klassis vihiku täitmiseks ette nähtud 90 minutit ja 4. klassis umbes 65 minutit. Sellele lisandub mõlema vanuseastme puhul 15–30 minutit õpilastel küsimustike täitmiseks.

Vihikute koostamise hõlbustamiseks jaotatakse ülesanded algul ülesanderühmadeks või -plokkideks, mille põhjal pannakse omakorda kokku ülesandevihikud. TIMSS 2003 testi puhul jaotatakse mõlema vanuseastme ülesandetüüpide üldarv (seitse tundi testimisaega 8. klassi ning rohkem kui viis ja pool tundi 4. klassi puhul) 28 plokkiks, s.o 14 matemaatika- ja 14 loodusainete ülesannete plokki, nagu on näidatud järgmises tabelis. Iga plokk sisaldab ainult matemaatika- või loodusainete ülesandeid.

Ülesande allikas või tüüp	Matemaatikablokk	Loodusainete plokk
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M1	S1
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M2	S2
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M3	S3
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M4	S4
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M5	S5
Võrdlusülesanded (TIMSS 1995 või 1999)	M6	S6
Uued asendusülesanded	M7	S7

Uued asendusülesanded	M8	S8
Uued asendusülesanded	M9	S9
Uued asendusülesanded	M10	S10
Uued asendusülesanded	M11	S11
Uued asendusülesanded	M12	S12
Uued asendusülesanded	M13	S13
Uued asendusülesanded	M14	S14

8. klassi plokid on 15minutilised ja 4. klassi plokid 12minutilised; muus osas on plokkide kavandamine vanuseastmeti identne. Matemaatikaülesandeid sisaldavad plokid kannavad tähistust M1–M14 ja loodusainete plokid S1–S14. Matemaatika- ja loodusainete plokid 13 ja 14 esitatakse alati koos, nõnda moodustavad need ühe topeltipika plokki, mida on võimalik kasutada mõlemas aines ülesannete jaoks, mis on pikemad või uurimuslikku laadi.

Et TIMSS 2003 ning sellele järgnevate tsüklite eesmärk on hinnata õpilaste teadmisi matemaatikas ja loodusainetes ajakohastatud viisil, võrreldes samal ajal ka saavutusi 1995. ja 1999. aasta tulemustega,²³ sisaldab TIMSS 2003 ülesandeid varasematest testidest, uudsete ülesannete lahendamist ja ülesandeid, mis asendavad neid, mis on avaldatud. Mõlema aine 14 plokist kuus (plokid 1–6) sisaldavad ülesandeid varasematest TIMSS-uuringutest, et mõõta muutusi õpilaste teadmistes,²⁴ ning kaheksas plokis (plokid 7–14) on uued või asendusülesanded.

Plokkide vihikutesse jagamine

Plokkide vihikutesse jagamisel oli peamine eesmärk kogu aine maksimaalselt katta, tagades samal ajal, et iga õpilane vastaks piisavale arvule küsimustele, et teadmistes- oskustes toimunud muutuste mõõtmine oleks reliaabne. Lisaeesmärk oli tagada matemaatika ja loodusainete sisuliste valdkondade usaldatav mõõtmine. Et vihikuid oleks võimalik kombineerida, peavad vähemalt mõned plokid moodustama teistega paarid. Et vihikute arv võib kasvada väga suureks, kui iga plokk moodustaks paari kõigi teiste plokkidega, tuli teha kaalutletud valik, millised plokkide kombinatsioonid moodustada, et hoida vihikute arv nii väike kui võimalik.

Muudatused TIMSS-poliitikas, mis hõlmavad taskuarvuti kasutamist 8. klassis, mõjutasid samuti 2003. aasta testi korraldust. Et taskuarvuteid ei lubatud kasutada 1995. ega 1999. aastal, tuli ülesandeplokid jagada vihikutesse nii, et taskuarvutite abil oleks võimalik lahendada uusi ülesandeid, mitte võrdlusülesandeid. Seepärast paigutati võrdlusplokid iga vihiku algusse, mis täidetakse ilma taskuarvutiteta enne vaheaega.

²³ TIMSS-testiga mõõdetakse 8. klassi puhul muutusi 1995. ja 1999. aastaga võrreldes, kuid 4. klassi puhul 1995. aastaga võrreldes, sest 1999. aastal tehti test ainult 8. klassis.

²⁴ Kuigi testi kavandamisel nähti 2003. aastaks ja sellele järgnevatiks aastateks nii matemaatika kui ka loodusainete puhul ette 72 minutit võrdlusülesandeid, on 2003. aastal võimalik kasutada ainult poolt sellest mahust. Põhjus on selles, et 1999. aastal 4. klassi õpilasi ei hinnatud ja võrdlusülesandeid on selles vanuseastmes ainult 1995. aastast. Sellest tulenevalt sisaldavad 2003. aasta 4. klassi ülesandeplokid osaliselt 1995. aasta võrdlusülesandeid ja osaliselt uusi ülesandeid. 2003. aasta testis esimest korda esitatud ülesandeid on võimalik võrdlusülesannetena kasutada alatest 2007. aastast.

TIMSS-testis jagatakse 28 plokki 12 vihiku vahel (tabel 3). Nii 4. kui ka 8. klassi puhul kasutatakse sama süsteemi, olgugi et 8. klassi plokid on 15minutilised ja 4. klassi plokid 12minutilised. Igas vihikus on kuus ülesandeplokki: pooltes vihikutes on neli matemaatika- ja kaks loodusainete plokki ning pooltes neli loodusainete ja kaks matemaatikaplokki. Kõigis vihikuis on vähemalt kaks matemaatika- ja kaks loodusainete plokki, nii et õpilased lahendavad piisaval arvul ülesandeid, mis võimaldab mõlema aine puhul mõõta muutusi usaldusväärsetl. Lisaks sellele võimaldab nelja matemaatikaplokki (pool valimist) lahendavate õpilaste uurimine mõõta muutusi matemaatika sisulistes valdkondades ning nelja loodusainete plokki sisaldavaid vihikuid täitvate õpilaste uurimine muutusi loodusainete sisulistes valdkondades.

Nagu tabelist 2 näha, täidavad vihiku 1 saanud õpilased neli matemaatikaplokki (M1, M2, M7 ja M10) ning kaks loodusainete plokki (S1 ja S12). Plokkide M1, M2 ja S1 ülesanded on varasemate TIMSS-uuringute võrdlusülesanded ning M7, M10 ja S12 uued ülesanded. Vihikute 2, 3, 4, 5 või 6 saanud õpilased täidavad samuti neli matemaatika- ja kaks loodusainete plokki (tabel 3). Õpilased, kes saavad vihikud 7–12, vastavad nelja loodusainete ja kahe matemaatikaplokki küsimustele. Et vihikuid oleks võimalik kombineerida, on kõik plokid esitatud vähemalt kahes vihikus 12st ning võrdlusülesanded ja topeltpikkusega plokid vähemalt kolmes vihikus. TIMSS-testis osalevad riigid seavad eesmärgiks vähemalt 4500 õpilase suuruse valimi, et igale küsimusele oleks piisavalt vastajaid.

Tabel 3. TIMSS 2003 vihiku koostamine (4. ja 8. klass)

Õpilase vihik	Ülesandeplokid					
Vihik 1	M1	M2	S1	S12	M7	M10
Vihik 2	M2	M3	S2	S11	M13/14	
Vihik 3	M3	M4	S3	S10	M8	M11
Vihik 4	M4	M5	S4	S9	M13/14	
Vihik 5	M5	M6	S5	S8	M9	M12
Vihik 6	M6	M1	S6	S7	M13/14	
Vihik 7	S1	S2	M1	M12	S7	S10
Vihik 8	S2	S3	M2	M11	S13/14	
Vihik 9	S3	S4	M3	M10	S8	S11
Vihik 10	S4	S5	M4	M9	S13/14	
Vihik 11	S5	S6	M5	M8	S9	S12
Vihik 12	S6	S1	M6	M7	S13/14	

Iga õpilane täidab ainult ühe 12 vihikust (tabel 4) ning küsimustiku. Seega on iga õpilase testikoormus sarnane TIMSS 1995. ja 1999. aasta testiga, st 72 minutit testile ja 30 minutit küsimustikule 4. klassis ning 90 + 30 minutit 8. klassis.

Taskuarvutit ei või kasutada 8. klassi testi esimese osa ajal, kuid lubatud on see teises osas vastavalt iga riigi äranägemisele. Taskuarvuteid ei tohi aga kasutada 4. klassis.

12 vihikut jagatakse testitava klassi õpilaste vahel selliselt, et igale vihikule vastab umbes võrdne arv õpilasi.

Tabel 4. TIMSS 2003 järgi õpilaste testimiseks kuluv aeg

Tegevus	4. klass	8. klass
Õpilaste vihik 1. osa (Taskuarvutid ei ole lubatud)	36 minutit	45 minutit
Vaheaeg		
Õpilaste vihik 2. osa (Taskuarvutid on lubatud ainult 8. klassis)	36 minutit	45 minutit
Vaheaeg		
Õpilaste küsimustik	30 minutit	30 minutit

Küsimustüübid ja skoorimine

Õpilaste teadmisi ning arusaamist matemaatikast ja loodusainetest hinnatakse mõlemas aines erinevate küsimuste abil. TIMSS-testis on kaht liiki küsimusi: valikvastustega ja avatud vastustega/loovvastustega küsimused. Iga valikvastustega küsimuse eest on võimalik saada üks punkt; loovvastusega küsimuse eest võib saada üks, kaks või kolm punkti sõltuvalt sellest, milline on ülesande laad ning mis oskusi see nõuab. Pikemate ja uurimuslike ülesannete lahendamine nõuab õpilastelt aga abivahendite kasutamist ning ühe või mitme pikema vastuse esitamist. Selliste küsimuste eest on sõltuvalt ülesande laadist võimalik saada kuni viis punkti. Poole punktide üldarvust moodustavad valikvastustega küsimused. Ülesande liik sõltub sellest, mis matemaatika või loodusaine valdkonda testitakse ja kumb küsimuse liik võimaldab õpilastel kõige paremini oma oskusi näidata.

1) Valikvastustega küsimused

Valikvastustega küsimused annavad õpilastele neli või viis vastusevarianti, millest on õige ainult üks. Sääraste küsimustega saab hinnata ükskõik millist kognitiivse valdkonna käitumist. Et need küsimused ei võimalda õpilastel oma vastuseid selgitada ega põhjendada, ei sobi need selleks, et hinnata õpilaste võimet teha keerulisemaid järeldusi või anda komplekssemaid hinnanguid.

4. ja 8. klassi õpilasi hinnates on oluline, et küsimuste sõnastus vastaks vanuseastme arengutasemele. Seetõttu on nii küsimused kui ka vastusevariandid kirjutatud selgelt ja lühidalt, et vähendada küsimuse lugemiskoormust. Valed valikud on usutavad, kuid mitte petlikud. Õpilastele, kes ei ole valikvastustega küsimustega tuttavad, antakse testi alguses näide, mis kirjeldab, kuidas teha valik ja märkida oma vastus.

2) Loovvastusega küsimused

Õpilased peavad selle asemel, et valida erinevatest valikuvõimalustest sobiv, kirjutama kirjaliku vastuse. See küsimustüüp sobib eriti hästi õpilaste säärase teadmiste ja oskuste hindamiseks, mis nõuavad nähtuste selgitamist või andmete põhjendamist oma taustteadmiste või kogemuste põhjal. Nende küsimuste puhul on oluline anda piisavalt infot, et õpilased mõistaksid, millist vastust neilt oodatakse.

Loovvastustega küsimuste skoorimisjuhised kirjeldavad sobilike ja põhjalike vastuste puhul nõutavaid aspekte. Püütakse leida tõendeid just sellise arusaamise kohta, mida küsimusega hinnatakse. Juhistes kirjeldatakse, millist vastust võib pidada osaliselt õigeks ja millist täiesti õigeks. Lisaks sellele on vastuste hindajatele abiks õpilaste näidisvastused iga mõistmistasandi kohta. Loovvastustega küsimuste vastuseid hinnates keskendutaks ainult õpilase teadmiste- oskustele hinnatavas valdkonnas, mitte tema oskusele hästi kirjutada. Sellegipoolest peavad õpilased suutma oma teadmisi esitada viisil, mis oleks vastuste hindajatele arusaadav.

Skoorimisjuhised kodeeritakse, et iga ülesande puhul oleks võimalik identida sobivad, osaliselt sobivad ja mittesobivad lähenemisviisid, sest üks uurimuse eesmärke on analüüsida läbivaid õpiraskusi nii matemaatika- kui ka loodusainete testide vastuste vigade põhjal.

Et loovvastustega küsimused moodustavad hindamises suure osa ning nende põhjal mõõdetakse ka muutusi teadmistes- oskustes, on väga tähtis, et skoorimisel järgitaks juhiseid ühtselt ja järjepidevalt kõigis riikides ning igal andmekogumisaastal.²⁵ IEA on arhiivinud kõigi riikide õpilaste näidisvastuseid, mida kasutatakse hindajaid koolitades ja juhiste järjepidevat rakendamist kontrollides.

Skoorimine

Testi välja töötades on eesmärk luua plokid, millest igaüks annab keskmiselt 15 punkti 8. klassis ja 12 punkti 4. klassis. Näiteks võiksid 8. klassi plokid 1–12 koosneda kaheksast valikvastustega küsimusest (igaüks 1 punkt), kahest või kolmest lühikese loovvastusega küsimusest (igaüks 1 või 2 punkti) ning ühest pikema vastusega küsimusest (3 punkti). Täpne punktide arv ja küsimustüüpide jagunemine plokiti erineb mingil määral. Paarisplokid (13 ja 14) võivad sisaldada pikemaid või uurimuslikke ülesandeid, mis nõuavad pikemaid ja põhjalikumaid vastuseid ning annavad umbes 30 punkti (need paarisplokid on kaks korda mahukamad kui teised plokid). Mõned lühemad plokid võivad samuti sisaldada uurimuslike ülesannete lahendamist. Et 4. klassi ülesanded koostatakse nõnda, et punktisumma on pigem 12–24 kui 15–30, on plokkides vähem ülesandeid, kuid ülesandetüüpide proportsionaalne jagunemine on üldjoontes sama.

Hindamisskaalad

TIMSS-testiga kontrollitakse õpilaste teadmisi- oskusi nii matemaatika ja loodusainete üldistes valdkondades kui ka suuremates sisulistes valdkondades. Et iga õpilane vastab vaid osale kogu uuringu materjalist, tuleb need osad hõlmata iga riigi kohta koostatavaks üldhinnanguks. Kasutades nüüdisaegse testimisteooria – üksikvastuse- teooria (Item Response Theory, edaspidi *IRT*)²⁶ meetodeid kantakse üksikute õpilaste vastused ühtsele skaalale, mis on seotud TIMSS 1995. ja 1999. aasta testiga. 8. klassis

²⁵ 1995. aasta testi võrdlusülesannete hulgas ei ole loovvastusega küsimusi, seetõttu ei ole nende ülesannete puhul järjepidevus probleemiks.

²⁶ 1999. aasta testi suhtes kohaldatud TIMSS skaalade koostamise tehnikate kohta kirjelduse saamiseks vaata Yamamoto, K., and Kulick, E. (2000), "Scaling methods and Procedures for the TIMSS Mathematics and Science Scales" in M.O. Martin, K.D. Gregory and S.E. Stemler (toim.) TIMSS 1999 Technical Report, Chestnut Hill, MA: Boston College.

koostatakse üldine matemaatikaskaala, mis võimaldab TIMSS 1995. või 1999. aasta testis osalenud riikidel teada saada, milline on olnud edasiminekuks. Samalaadne skaala koostatakse ka loodusainete kohta. 4. klassi puhul on üldine matemaatika- ja loodusainete skaala seotud ainult 1995. aasta testiga, kuna TIMSS 1999. aasta test ei hõlmanud 4. klassi. Kõigi õpilaste kohta saadakse üldised matemaatika ja loodusainete punkt tulemused.

Kõigi õpilaste vastuseid arvestatakse matemaatika ja loodusainete sisulistes valdkondades saavutatud teadmisi-oskusi mõõtes. Lisaks võimaldab nende õpilaste uurimine, kes lahendavad neli matemaatikaplokki (pool valimist), mõõta muutusi matemaatika sisulistes valdkondades ning neli loodusainete plokki sisaldavaid vihkuid täitvate õpilaste uurimine muutusi loodusainete sisulistes valdkondades.

2003. aastal on 8. klassi matemaatikatestis viis sisulist valdkonda, mida testitakse:

- arv
- algebra
- mõõtmine
- geomeetria
- andmed

4. klassis on samuti viis sisulist valdkonda:

- arv
- seaduspärasused (mustrid), võrrandid ja seosed
- mõõtmine
- geomeetria
- andmed

8. klassi loodusainete testis on viis sisulist valdkonda:

- bioloogia
- keemia
- füüsika
- maateadus
- keskkonnaõpetus

4. klassis on ainult kolm sisulist valdkonda:

- bioloogia
- loodusõpetus
- maateadus

Iga sisulise valdkonna ja vanuseastme tulemuste kohta koostatakse eraldi kokkuvõtted.

Lisaks IRT-skaaladele, mida matemaatika ja loodusainete sisulistes valdkondades ning üldiselt saavutatud tulemuste kokkuvõtmisel kasutatakse, teeb TIMSS kokkuvõtte ka kognitiivsete valdkondade kohta, st kui suur protsent õpilasi vastas ülesannetele igas valdkonnas õigesti.

Tulemuste avaldamine

TIMSS 2003. aasta test on kolmas analoogsete testide reas. Andmeid on kogutud korrapäraselt iga nelja aasta järel, et saada teavet, kuidas on õpilaste teadmised-oskused

1995. ja 1999. aastaga võrreldes arenenud. Järgmised TIMSS-testid korraldatakse 2007. ja 2011. aastal jne ikka neljaaaastaste vahedega. Uuring on kavandatud nõnda, et paljud ülesanded avaldatakse rahvusvahelistes aruannetes, kuid samas tagatakse võrdlusülesannete kaitstus sellega, et suurem osa ülesandeist jäetakse avaldamata. Ülesannete avaldamise tõttu tuleb koostada uusi. See, kuidas TIMSS-plokkide avaldamine ette on nähtud, on esitatud tabelis 5.

Tabel 5. TIMSS-plokkide avaldamise kava

Testi aasta	Avaldatud plokid	Avaldamata plokid
2003	1, 2, 3, 5, 7, 10, 13, 14	4, 6, 8, 9, 11, 12
2007	1, 2, 4, 6, 8, 11, 13, 14	3, 5, 7, 9, 10, 12
2011	1, 2, 3, 5, 9, 12, 13, 14	4, 6, 7, 8, 10, 11

TIMSS raamistiku kohaselt avaldatakse mõlema aine 14 plokist kaheksa siis, kui 2003. aasta testi tulemused avalikustatakse; kuus jäetakse avaldamata, st need jäävad järgmiste testide jaoks. Avaldatud plokid asendatakse uute ülesannetega enne järgmist neljaaaastast tsüklit aastal 2007. Selle kava alusel avaldatakse rohkem kui pooled testiülesanded, samas kui ülejäänud jäetakse avaldamata, et saaks hinnata teadmistes- oskustes toimuvaid muutusi. 2007. aasta testi puhul asendatakse 2003. aastal avaldatud plokid 1, 2, 3 ja 5 2003. aasta testiplokkidega 4, 6, 8 ja 9 ning plokid 4 ja 6 asendatakse 2003. aasta testiplokkidega 11 ja 12. Uued ülesanded koostatakse nii nende asendusplokkide jaoks kui ka 2003. aastal avaldatud plokkide jaoks (st plokid 7, 10, 13 ja 14). Pärast 2007. aasta andmete kogumist avaldatakse uuesti kaheksa plokki ning asendatakse need jne. Kogu ülesannete andmebaas asendatakse uue materjaliga neljaaaastaste tsüklite jooksul.

Küsimustikud taustinfo saamiseks

Üks TIMSS-uuringu tähtsamaid eesmärke on uurida, milline on õppekontekst, kus õpilased matemaatikat ja loodusaineid õpivad. Selleks esitatakse TIMSS-uuringus küsimustikud õppekavaspetsialistidele, testis osalevatele õpilastele, nende matemaatika- ja loodusainete õpetajatele ning koolidirektoritele.

Küsimustik õppekava kohta

Küsimustikuga (eraldi matemaatika ja loodusainete kohta) kogutakse infot riikide matemaatika ja loodusainete õppekava ülesehituse kohta ning soovitakse teada, milline osa ainete mahust kavandatakse omandada 4. klassi lõpuks ning milline osa 4ndast kuni 8nda klassini. Küsimustiku täitmise eest vastutab iga riigi riiklik uurimustöö koordinaator, tuginedes vajaduse korral õppekavaspetsialistide ja praktikute teadmistele ja ekspertarvamusele.

Õpilaste küsimustik

Küsimustiku täidavad kõik õpilased, kes TIMSS-testi teevad. Küsimused hõlmavad õpilaste kodu- ja koolielu aspekte, sh tegevusi klassis; enesetunnetust ning suhtumist matemaatikasse ja loodusainetesse, koduülesandeid ja väljaspool kooli toimuvaid

tegevusi, arvutikasutust, kodust õppevara; küsitakse ka põhilisi demograafilisi näitajaid. Küsimustiku täitmiseks kulub 15–30 minutit.

Õpetajate küsimustik

Igast testis osalevast koolist võetakse valimisse üks klass. Nii selle klassi matemaatikaõpetajal kui ka loodusainete õpetajal palutakse täita küsimustik, mis hõlmab tema tausta, töökspidamisi, suhtumist, õpetajaks saamise ettevalmistust, koormust ning klassis rakendatud õpetamiseetodeid. Õpetajailt soovitakse veel järgmist teavet: testitava klassi iseärasused; õpetamise kestus; matemaatika ja loodusainete õpetamiseks kättesaadavad materjalid ning õpilastes huvi äratamiseks kasutatavad õppetegevused; arvuti ja Interneti kasutamine; hindamistavad; kooli ja kodu suhted. Õpetajatelt palutakse arvamust võimaluste kohta teha koostööd teiste õpetajatega ning erialase enesetäiendamise kohta; õpetaja märgib ka andmed enda, oma hariduse ja läbitud täiendusõppe kohta. Küsimustiku täitmiseks kulub umbes 30 minutit.

Kooli küsimustik

Küsimustikule palutakse vastata igal TIMSS-uuringus osaleva kooli direktoril. Küsimused hõlmavad kooli vastuvõtu tingimusi, kooli personali; matemaatika ja loodusainete õpetamist toetavate ressursside olemasolu (nt õppevahendid ja õpetajad); kooli arengueesmärgid ja direktori osa; õpikoormus; kodu ja kooli suhted; kooli mikrokliima. Küsimustiku täitmiseks kulub umbes 30 minutit.