

PISA 2006 LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE RAAMDOKUMENT



Project Consortium:

Australian Council For Educational Research
(ACER)

Netherlands National Institute for Educational
Measurement (CITO groep)

Educational Testing Service (ETS)

National Institute for Educational Policy
Research (NIER, Japan)

Westat

SISUKORD

SISUKORD	2
PISA 2006 LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE RAAMDOKUMENT	3
VALDKONNA DEFINITSIOON	4
VALDKONNA ORGANISATSIOON	8
HINDAMISKÜSIMUSTE SISU	10
LOODUSTEADUSLIKUD OSKUSED	11
LOODUSTEADUSLIKUD TEADMISED	14
HOIAKULISED VASTUSED	18
TESTI KIRJELDUS	21
HINDAMISE PÕHIMÕTTED.....	25
TULEMUSTE ESITAMISE SKAALAD	27
VIITED.....	30
LISA: NÄIDISÜLESANDED.....	32
NÄIDISÜLESANNETE LÜHITUTVUSTUS.....	32

PISA 2006 LOODUSTEADUSLIKU KIRJAOSKUSE RAAMDOKUMENT

1. Tänapäeva ühiskonnas mängib noore inimese eluks valmisolekul keskset rolli loodusteadustest ja tehnoloogiast arusaamine. See võimaldab üksikisikul täielikult osaleda ühiskonnas, milles loodusteadustel ja tehnoloogial on tähtis osa. Samas annab see mõistmine inimestele õiguse osaleda riikliku poliitika kujundamises, mille loodusteadusi ja tehnoloogiat käsitlevad küsimused mõjutavad nende elu otseselt. Arusaamine loodusteadustest ja tehnoloogiast aitab märkimisväärselt kaasa kõigi inimeste isiklikule, sotsiaalsele, professionaalsele ja kultuurilisele elule.
2. Suur osa situatsioonidest, probleemidest ja küsimustest, millega inividid oma igapäevaelus kokku puutuvad, vajavad enne, kui neid asuda võimalikult terviklikult hindama, mõistma või nendega tegelema, teatud loodusteaduslikke ja tehnoloogilisi eelteadmisi. Inimesed võivad vastanduda loodusteaduste ja tehnoloogia probleemidele isiklikul, ühiskonna, rahvuse ja isegi globaalsel tasandil ning seetõttu tuleks rahvuslikke liidreid julgustada küsima, mil määral on nende riikide kodanikud valmis niisuguste küsimustega tegelema. Võib-olla on isegi olulisem see, kuidas 15 aasta vanused õpilased sellistele küsimustele vastavad. Nimelt näitavad nende vastused juba varakult, kuidas nad võivad oma hilisemas elus mitmesugustele loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud elusituatsioonidele reageerida.
3. Seega näib 15aastaste õpilaste rahvusvahelise võrdlusuuringu seisukohalt olevat mõistlik küsida: *millised teadmised on inimestele tähtsad, mida peaks oskama hinnata ning kuidas käituda loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud situatsioonides?* See on keskne küsimus PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokumendis. Sellele küsimusele vastamine kehtestab aluse hindamiseks, mida 15aastased õpilased peaksid teadma ja hindama ning kuidas käituma loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud olukordades.
4. Küsimus selle kohta, kuidas kindlaks teha, mida inimesed peaksid teadma ja hindama ning mida olema võimelised tegema, näib lihtne ja selge. Selle küsimuse käsitlemine n-ö avab loodusteaduslike arusaamade valdkonnad, kuid osutab ka õpetuse saanule – inimesele. Milliseid teadmisi vajab ta kõige rohkem? Vastus sellele küsimusele sisaldab kindlasti loodusainete põhikontseptsioone, kuid neid teadmisi peab *kasutama* nendes kontekstides, millega inimesed oma elus kokku puutuvad. Lisaks satuvad nad olukordadesse, mis nõuavad mõningast arusaamist loodusteadusest kui distsipliinist, mis on oma olemuselt protsess, mis loob teadmisi ja annab selgitusi looduse kohta. Nad peaksid olema teadlikud ka loodusteaduste ja tehnoloogia üksteist vastastikku täiendavatest suhetest ning sellest, kuidas teadusel põhinevad tehnoloogiad tänapäeva elu olemust läbivad ja mõjutavad.

5. Mida peab inimene loodusteadustes ja tehnoloogias väärtustama? Võib-olla sisaldab vastus sellele küsimusele loodusteaduste ja tehnoloogia kui rakendusteaduste rolli ja panust ühiskonnas ning nende tähtsust paljudes isiklikes, sotsiaalsetes ja globaalsetes kontekstides. Niisiis tundub mõistlik eeldada, et inimesed on huvitatud loodusteadustest, toetavad loodusteaduslikku uurimist ning suhtuvad vastutustundega loodusressurssidesse ja keskkonnanasse.
6. Mida loodusteadustega seotut peaksid inimesed teha oskama? Nad peavad tihti neile kättesaadava tõendusmaterjali ja info põhjal oskama teha asjakohaseid järeldusi, hindama esitatud tõendusmaterjali põhjal teiste väiteid ning eristama isiklikku arvamust tõendusmaterjalidel põhinevatest väidetest. Loodusteadustel on siinkohal eriline roll, kuna nad korrastavad ideid ja teooriaid, kontrollides neid tõendusmaterjali põhjal. Loomulikult ei saa salata, et teadus sisaldab ka loomingulisust ja kujutlusvõimet, mis on alati mänginud kesket rolli inimeste maailmamõistmise arengus.
7. Kas inimesed suudavad eristada teaduslikke väiteid mitteteaduslikest? Tõtt-öelda ei ole tavakodanikke üldjuhul kutsutud üles otsustama loodusteaduste tähtsamate teooriate või potentsiaalsete edusammude väärtuse üle. Kuid nad teevad ju otsuseid, tuginedes reklaamile, faktidele, tõendusmaterjalidele juriidilistes küsimustes, infole oma tervise kohta ning kohaliku keskkonda ja loodusvarasid käsitlevatele küsimustele. Haritud inimene peaks olema võimeline eristama küsimusi, millele saavad vastuse anda teadlased, ning probleeme, mida saavad lahendada teaduspõhised tehnoloogiad, sellistest, millele ei ole võimalik nimetatud viisidel vastust leida.

1. VALDKONNA DEFINITSIOON

8. Tänapäevane arusaam loodusteadusliku hariduse soovitatavatest tulemustest pöörab põhitähelepanu loodusteaduslikele teadmistele (sealhulgas loodusteaduste metodoloogiale) ja loodusteaduste panuse hindamisele ühiskonnas. Need tulemused eeldavad üldist arusaamist loodusteaduste olulistest kontseptsioonidest ja seletustest ning loodusteaduste tugevusest ja piiratusest maailmas. Samal ajal tähendab see kriitilise seisukoha võtmist ja loodusteaduste reflektiivset käsitlust.
9. Niisugused eesmärgid annavad orientatsiooni ja rõhuasetuse kõigi inimeste teadusteaduslikule haridusele. PISA 2006 võrdlusuuringus hinnatavad teadmised ja oskused peaksid olema laiaulatuslikud ja hõlmama isikliku otstarbekuse, sotsiaalse vastutuse ning loodusteaduslike teadmiste sisemisi ja väliseid väärtusi.
10. Eelmainitud diskussioon sõnastab PISA 2006 loodusteadusliku võrdlusuuringu keskse olemuse: *uuring peab keskenduma sellele, mida 15aastane peaks teadma ja väärtustama ning olema võimeline tegema põhjendatud ja asjakohastes/otstarbekates isiklikes, sotsiaalsetes või globaalsetes olukordades.* See vaatekoht erineb sellest, millele kooli loodusteaduste ainekavad on

eranditult toetunud ja loodusained põhinenud; kuid samas hõlmab see haridus- ja erialakonteksti ning tunnustab teadmiste, meetodite, suhtumiste ja väärtuste olulisust loodusainete määratlemisel. Mõiste, mis kõige paremini PISA 2006 loodusteadusliku võrdlusuuringu eesmärke iseloomustab, on *loodusteaduslik kirjaoskus*.

11. PISA 2006 hindab õpilaste loodusteaduslikke teadmisi ning nende suutlikkust kasutada neid teadmisi efektiivselt; seda, kuidas nad sooritavad teatud kognitiivseid personaalse, sotsiaalse või globaalse tähtsusega loodusteadustele ja teadusuuringutele iseloomulikke toiminguid. Loodusteaduslikku kirjaoskust hinnates huvitatakse PISAs küsimustest, millele võivad loodusteaduslikud teadmised kaasa aidata ning mis kaasab õpilasi kas nüüd või tulevikus otsustuste tegemisse. Lähtudes loodusteadusliku kirjaoskuse seisukohast, vastavad õpilased niisugustele küsimustele oma arusaamise põhjal asjakohastest loodusteaduslikest teadmistest, oma oskustest infot hankida ja seda kriitiliselt hinnata, oskusest küsimust puudutavat tõendusmaterjali tõlgendada ning oma oskuse alusel ära tunda küsimuse loodusteaduslikke ja tehnoloogilisi külgi. Lisaks neile kognitiivsetele aspektidele vastavad õpilased ka emotsionaalselt – vastuse hoiakulised aspektid köidavad nende huvi, annavad kindlust nende toetusele ja motiveerivad neid tegutsema. Niisugune mõttekäik viib meid PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse defineerimisele.

Loodusteaduslikud teadmised: PISA 2006 terminoloogia

Mõistet „loodusteaduslikud teadmised“ kasutatakse selles raamdokumentis läbivalt nii loodusteadustealastele teadmistele kui ka teadmistele loodusteaduste kohta viidates. Mõiste „teadmised loodusteaduste kohta“ viitab teadmistele loodusteaduste vahenditest (teaduslik uurimine) ja eesmärkidest (teaduslikud seletused) ning loodusteaduste ja tehnoloogia olemusest ja nende üksteist täiendavatest rollidest ühiskonnas.

12. Mõiste „loodusteaduslik kirjaoskus“ on valitud seetõttu, et see esindab arvatavalt loodusteadusliku hariduse eesmärke, mis peaksid kehtima kõigi õpilaste kohta; see annab laiaulatuslikkuse ja rakendusliku olemuse loodusteadusliku hariduse eesmärkidele; see esindab loodusteaduslike teadmiste pidevust ja loodusteadusliku uurimusega seotud kognitiivseid oskusi; see hõlmab arvukaid dimensioone ning sisaldab loodusteaduste ja tehnoloogia vahelisi suhteid. Koos iseloomustavad need omadused loodusteadusliku kirjaoskuse põhialuseid ning PISA 2006 loodusteaduste võrdlushinnangu eesmärke – hinnata määra, milleni neid omadusi on arendatud.
13. PISA 2006 eesmärkide järgi tähendab loodusteaduslik kirjaoskus
- *loodusteaduslikke teadmisi ja nende teadmiste rakendamist küsimusi esitades, uute teadmiste saamiseks, loodusteaduslike nähtuste selgitamiseks ja loodusteadustega seotud küsimuste puhul tõendusmaterjali põhjal järelduste tegemiseks*
 - *arusaamist loodusteaduste kui inimteadmise ja uurimise vormi iseloomulikest tunnustest*

- *arusaamist sellest, kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurilist keskkonda*
- *valmisolekut tegelda loodusteaduslike küsimuste ja probleemidega kui kriitiliselt mõtlev inimene*

Allolevad märkused selgitavad seda definitsiooni veelgi.

Loodusteadusteaduslik kirjaoskus ...

14. Mõiste „loodusteaduslik kirjaoskus” eelistamine mõistele „loodusteadused” kriipsutab alla PISA 2006 loodusteadusliku võrdlusuuringus rõhutatud suhtumist, et koolis tuleb rohkem tähelepanu pöörata loodusteaduslike teadmiste rakendamisele elulistes kontekstides kui traditsioonilisele loodusteaduste õppimisele. Teadmiste funktsionaalne kasutamine eeldab loodusteadustele ja teaduslikule uurimisele (loodusteaduslikud oskused) iseloomulike protsesside rakendamist, mida mõjutavad indiviidi hinnang, huvi, väärtushinnangud ja aktiivne suhestumine loodusteaduslike küsimustega. Õpilase oskus rakendada loodusteaduslikke oskusi hõlmab nii loodusteadustealaseid teadmisi kui ka arusaamist loodusteadustest kui uute teadmiste saamise võimalustest (st teadmised loodusteaduste kohta). See definitsioon viitab ka sellele, et tahe niiviisi tegutseda sõltub indiviidi suhtumisest loodusteadustesse ning tema valmisolekust tegelda loodusteaduslike küsimustega.

... teadmised ja nende teadmiste rakendamine küsimusi esitades, uute teadmiste saamiseks, loodusteaduslike nähtuste selgitamiseks ja tõendusmaterjalil põhinevate järelduste tegemiseks ...

15. Selle loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooni kohaselt tähendavad teadmised märksa rohkem kui oskust tuletada meelde infot, fakte ja nimesid. See definitsioon sisaldab loodusteadustealaseid teadmisi (teadmised loodusest) ja teadmisi loodusteaduste kohta. Esimene neist sisaldab arusaamist põhilistest loodusteaduste kontseptsioonidest ja teooriatest; teine aga arusaamist loodusteaduse kui inimtegevuse olemusest ning loodusteadustealaste teadmiste jõust ja piiratusest. Lahendamiseks väljapakutud küsimused on sellised, mida saab lahendada loodusteadusliku uurimise käigus, mis jällegi eeldab nii teadmisi loodusteaduste kohta kui ka kaasnevate spetsiifiliste teemade loodusteadustealaseid teadmisi. Loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooni jaoks on tähtis tõsiasi, et üksikisikud peavad tihti omandama nende jaoks uusi teadmisi mitte nende endi teadusuuringute, vaid selliste allikate nagu raamatukogud ja Internet kaudu. Tõendusmaterjali põhjal järelduste tegemine tähendab info ja algandmete väljaselgitamist, selekteerimist ja hindamist, samal ajal ka mõistmist, et sageli on vajalikku infot lõplike järelduste tegemiseks ebapiisavalt, ning seetõttu tuleb kättesaadavale infole tuginedes oletusi teha ettevaatlikult ja teadlikult.

... loodusteaduste kui inimteadmiste ja uurimise vormi iseloomulikud tunnused ...

16. Selle dokumendi tõlgenduse kohaselt tähendab loodusteaduslik kirjaoskus, et õpilastel peaks olema teatud arusaam sellest, kuidas teadlased andmeid koguvad ja põhjendusi välja pakuvad; nad peavad ära tundma teaduslike uurimismeetodite tähtsaimaid tunnuseid ning mis tüüpi vastuseid võiks

loodusteadustelt oodata. Näiteks teevad teadlased vaatlusi ja katseid, et koguda infot objektide, organismide ja sündmuste kohta looduslikus ning ainelises maailmas. Saadud andmeid kasutatakse selleks, et anda selgitusi, mis muutuvad avalikeks teadmisteks ja mida võib rakendada inimtegevuse eri vormides. Loodusteaduste tähtsaimad tunnused on andmete kasutamine – andmete kogumine põhineb ideedel ja kontseptsioonidel (vahel nimetatud ka hüpoteesideks) ning hõlmab asjakohasuse, konteksti ja täpsuse/korrektuse küsimusi; teadmiste esituse ebakindel olemus; avatus kahtlevatele arvustusele; loogiliste põhjenduste kasutamine; kohustus luua seoseid nüüdisaegsete ja ajalooliste teadmistega ning oskus esitada tõendusmaterjali saamiseks kasutatud meetodeid ja protseduure.

... kuidas loodusteadused ja tehnoloogia kujundavad meie ainelist, vaimset ja kultuurilist keskkonda ...

17. Selle väite tähtsaimad punktid annavad edasi ideed, mille kohaselt loodusteadused on inimtüüdlus, mis mõjutab meie ühiskondi ja meid kui indiviide. Enamgi veel, ka tehnoloogiline areng on inimtüüdlus. Kuigi loodusteadused ja tehnoloogia on oma eesmärkides, protsessides ja tulemustes põhiolemuslikult erinevad, on nad samal ajal ka tihedalt seotud ning täiendavad üksteist paljudes aspektides. Selles mõttes hõlmab siin esitatud loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioon loodusteaduste ja tehnoloogia olemust ning nende üksteist täiendavaid seoseid. Üksikisikutena langetame otsuseid, tuginedes riiklikule poliitikale, mis mõjutab loodusteaduste ja tehnoloogia suundi ning sihte. Loodusteadustel ja tehnoloogial on ühiskonnas paradoksaalsed rollid, kuna nad annavad vastuseid küsimustele ja pakuvad lahendusi probleemidele, kuid võivad samas tekitada uusi küsimusi ja probleeme.

... valmisolek tegelda loodusteaduslike küsimuste ja probleemidega kui kriitiliselt mõtlev inimene.

18. Tähendus, mida annab edasi selle väite esimene osa, on avaram kui ainult meeldejätmise ja vajaduse korral vastav tegutsemise; see eeldab pideva huvi ja arvamuste olemasolu ning osalemist loodusteaduslike küsimuste lahendamises nii praegu kui ka tulevikus. Väite teine osa hõlmab suhtumise ja väärtushinnangute eri külgi, mis indiviididel loodusteaduste suhtes olla võivad. Fraas viitab inimesele, kellel on huvi loodusteaduslike teemade vastu, kes mõtleb loodusteaduslikele küsimustele, muretseb tehnoloogia, ressursside ja keskkonnaprobleemide pärast ning mõtiskleb loodusteaduste tähtsuse üle isiklikus ja sotsiaalses perspektiivis.
19. On möödapääsmatu, et loodusteaduslik kirjaoskus on seotud ka teiste kirjaoskustega. Näiteks on vaja funktsionaalset lugemisoskust siis, kui õpilane demonstreerib arusaamist loodusteaduste terminoloogiast. Samamoodi on vaja matemaatilist kirjaoskust andmeid interpreteerides. Mitmete teiste kirjaoskuste põimumist PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioonis ja hindamises vältida ei saa; siiski peab iga hindamisülesande põhiosa koosnema aspektidest, mis kuuluvad ühemõtteliselt loodusteadusliku kirjaoskuse alla.

20. Võrreldes PISA 2000 ja 2003 jaoks välja töötatud loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooniga on 2006. aastaks väljatöötatud definitsiooni parendatud. Kahe varasema võrdlusuuringu jaoks defineeriti loodusteaduslikku kirjaoskust, mida nendes uuringutes peeti teisese tähtsusega valdkonnaks, järgmiselt:

Loodusteaduslik kirjaoskus on oskus kasutada loodusteaduslikke teadmisi, et tunda ära küsimusi ja teha tõendusmaterjalide põhjal järeldusi selleks, et mõista ja teha otsustusi, mis käsitlevad loodust ja inimtegevusega kaasnevaid muutusi.

2000., 2003. ja 2006. aasta definitsiooni algsed rõhuasetused on oma põhiolemuselt ühesugused. Järelduste tegemisel keskenduvad nad indiviidide loodusteaduslike teadmiste kasutamisele. Kui aga 2000. ja 2003. aasta definitsioon integreeris arusaamad loodusteadustest loodusteadustealaste teadmiste sõnastusse, eristab ja täpsustab 2006. aasta definitsioon seda loodusteadusliku kirjaoskuse aspekti, lisades sõnastuse, mis rõhutab õpilaste teadmisi loodusteaduste iseloomulikest tunnusjoontest. Mõlema definitsiooni lõpuosa viitab loodusteaduslike teadmiste rakendamisele, et aru saada ning lõppkokkuvõtteks teha informeeritud otsuseid loodusliku ja ainelise maailma kohta. PISA 2006 raamdokumendis on seda osa definitsioonist laiendatud, lisades teadmised loodusteaduste ja tehnoloogia seostest ning loodusteadusliku kirjaoskuse aspekti, mida varasemas definitsioonis küll eeldati, kuid ei täpsustatud. Tänapäeva maailmas on loodusteadused ja tehnoloogia tihedalt seotud, olles tihti omavahel koostoimes.

21. Erinevalt varasemast definitsioonist on PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooni laiendatud, lisades loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase tähtsusega küsimustele õpilaste hoiakulisi aspekte käsitlevad vastused. Kokkuvõttes sarnaneb 2006. aasta loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioon 2000. ja 2003. aasta definitsiooniga, välja arvatud hoiakuliste vastuste lisandumine. Teised muudatused, nagu näiteks loodusteaduste ja tehnoloogia *kohta* käivate teadmiste hõlmamise selgitamine, näitavad suuremat rõhuasetust neile külgedele, mis varasemas definitsioonis olid integreeritud või vaikimisi eeldatud.

2. VALDKONNA ORGANISATSIOON

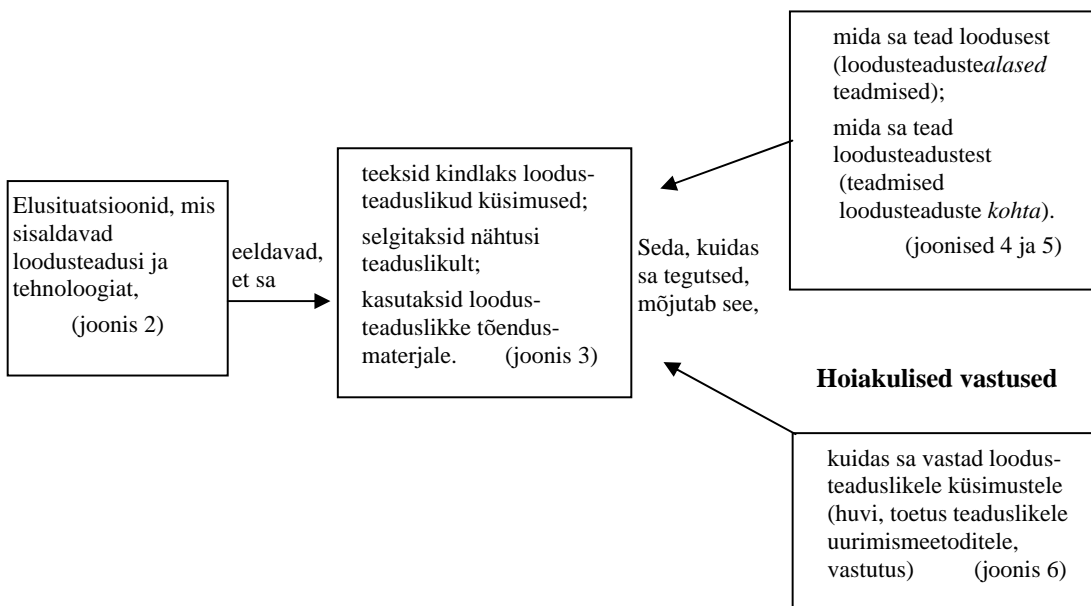
22. Selles dokumendis esitatud loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioon eeldab kirjaoskuse tasemete olemasolu. See tähendab, et inimesi peetakse loodusteaduste alal enamal või vähemal määral kirjaoskajateks, s.o neid ei peeta loodusteaduste alal kas kirjaoskajaiks või siis mittekirjaoskajaiks. Nii võib näiteks madalama loodusteadusliku kirjaoskuse tasemega õpilane suuta meelde tuletada lihtsamaid loodusteadustealaseid faktiteadmisi ja kasutada igapäevaseid loodusteadustealaseid teadmisi järelduste tegemiseks ning hinnanguite andmiseks. Arenenuma loodusteadusliku kirjaoskusega õpilane oskab luua või kasutada kontseptuaalseid mudeleid oletuste tegemiseks või selgituste andmiseks, ennustuste ja selgituste täpseks sõnastamiseks ning edastamiseks, analüüsida

teadusuuringuid, seostada andmeid tõendusmaterjalidega, anda hinnangut ühe ja sama nähtuse erinevatele selgitustele ja seda täpselt vahendada.

23. Hindamisest lähtudes võib PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooni iseloomustada kui sellist, mis koosneb neljast vastastikuselt seoses olevast aspektist (joonis 1):

- tunda ära loodusteadusi ja tehnoloogiat hõlmavaid elusituatsioone – see on hindamise *kontekst*
- aru saada looduslikust maailmast, sealhulgas tehnoloogiast, tuginedes loodusteaduslikele teadmistele, mis hõlmavad nii loodusliku maailma *alaseid* teadmisi kui ka teadmisi loodusteaduste *kohta* – see on hinnangu *teadmistealane komponent*
- näidata oskusi, mis hõlmavad loodusteaduslike küsimuste äratundmist, selgitada nähtusi teaduslikult ja teha tõendusmaterjalide põhjal järeldusi – see on *oskuste komponent*
- näidata vastates üles huvi loodusteaduste vastu, toetavat suhtumist teaduslikusse uurimismeetodisse, motivatsiooni tegutseda vastutustundega näiteks loodusressursse ja keskkonda kaitstes – see on hindamise *hoiakuline mõõde*

Kontekst Oskused Teadmised



Joonis 1. PISA 2006 loodusteaduste hindamise raamistik

24. Järgmised paragrahvid sõnastavad uuesti ja täpsustavad loodusteadusliku kirjaoskuse korraldamise aspekte. Neid aspekte tutvustades on PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokumendi eesmärk tagada, et võrdlusuuringu keskmes oleksid loodusteadusliku hariduse kui terviku tulemused. Raamdokumendi sellest paragrahvist tulenevad ka mitmed loodusteadusliku kirjaoskuse vaatenurgal põhinevad küsimused:

- millised TASEMED (punkt 22) oleksid 15aastaste hindamiseks kohased?

- milliseid OSKUSI oleks 15aastaste puhul sobiv eeldada?
- milliseid TEADMISI oleks meil mõistlik 15aastastelt oodata?
- milliseid HOIAKUID oleks meil mõistlik 15aastastelt oodata?

3. HINDAMISKÜSIMUSTE SISU

25. PISA 2006 hindab osalevate riikide loodusteaduste õppekavadest lähtuvaid olulisi loodusteadustealaseid teadmisi, piirdumata üksnes osalejate riiklike õppekavade ühiste aspektidega. Koondades põhitähelepanu loodusteaduslikule kirjaoskusele, nõutakse hindamisel loodusteaduslike teadmiste rakendamist, loodusteaduslike pädevuse kasutamist ja hoiakute hindamist reaalsel maailma peegeldavates olulistes situatsioonides.
26. Hindamisküsimused kajastavad üldiseid elusituatsioone, mitte ei jää üksnes koolielu raamesse. PISA 2006 loodusteadusliku võrdlusuuringu küsimused keskenduvad olukordadele, mis on seotud õpilase enda, perekonna ja võrdlusrühmade (isiklik), ühiskonna (sotsiaalne) ning eluga kogu maailmas (globaalne). Teatud teemadele vastav taustatekst on ajalooline, milles võib hinnata arusaamist loodusteaduslike teadmiste arengust.
27. Joonisel 2 on loetletud soovitatavaid loodusteadustealaste oskuste rakendusvaldkondi isiklikul, sotsiaalsel ja globaalsel taustal, et kasutada neid sisuna/taustana hindamisküsimustes. Siiski võib kasutada ka teisi taustu (nt ajaloolisi) ja rakendusvaldkondi. Soovitatavad rakendused tulenevad elusituatsioonide mitmekülgsusest ning üldjuhul ühtivad PISA 2000 ja 2003 raamdokumendis sisalduvate loodusteadusliku kirjaoskuse rakendusvaldkondadega. Need rakendusvaldkonnad on tervis, loodusressursid, keskkonna kvaliteet, loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud ohud/riskid ning uued teadmised, kus loodusteaduslikul kirjaoskusel on indiviidide ja ühiskonna jaoks eriline tähendus, et säilitada ja parandada elukvaliteeti ning kujundada riiklikku poliitikat.

Isiklik

- Tervis (nt tervise hoidmine, õnnetusjuhtumid, toitumine)
- Ressursid (nt isiklik materjalide ja energia tarbimine)
- Keskkond (nt keskkonnahoidlik käitumine, materjalide kasutamine ja käitlemine)
- Riskid/ohud (nt looduse ja inimtegevusega kaasnevad, majapidamist käsitlevad otsused)
- Uued teadmised (nt huvi loodusteaduste abil loodusnähtuste selgitamise, loodusteaduslike huvitegevuste, spordi ja vaba aja, muusika ning kodutehnika vastu)

Sotsiaalne
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tervis (nt haiguse kontroll, sotsiaalne suutlikkus, toitumisharjumused, kogukonna tervis) ➤ Ressursid (nt inimpopulatsiooni säilimine, elukvaliteet, turvalisus, toiduainete tootmine ja jaotamine, energiavarud) ➤ Keskkond (nt populatsioonide levik, jäätmekorraldus, keskkonnamõjud, kohalikud ilmastikuolud) ➤ Riskid/ohud (nt järsud muutused, nagu maavärinad, karmid ilmastikuolud; aeglased ja pidevad muutused, nagu rannikuerosioon, settimine; riskihindamine) ➤ Uued teadmised (nt uued materjalid, seadeldised ja protsessid, geneetiline modifikatsioon, sõjatehnoloogia, transport)
Globaalne
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tervis (nt epideemiad, nakkushaiguste levik) ➤ Ressursid (nt taastuvad ja taastumatud ressursid, looduslikud süsteemid, populatsiooni kasv, liikidesse jätkusuutlik suhtumine) ➤ Keskkond (nt bioloogiline mitmekesisus, ökoloogiline jätkusuutlikkus, reostuse/saaste kontroll, mullastiku tootmine ja kadu) ➤ Riskid/ohud (nt kliimamuutus, nüüdisaegse sõjapidamise mõjud) ➤ Uued teadmised (nt liikide hävimine, kosmoseuuringud, universumi teke ja struktuur)

Joonis 2. Soovitavad sisulised valdkonnad loodusteaduste hindamisel PISA 2006 raames

28. PISA loodusteaduslik võrdlusuuring ei ole sisu hindamine. Hinnatakse teadmisi, pädevust (sealhulgas kriitilise mõtlemise oskusi) ja hoiakuid nii, nagu neid esitatakse või nagu need suhestuvad kontekstiga. Konteksti valides on tähtis meeles pidada, et võrdlusuuringu eesmärk on hinnata loodusteadustealaseid arusaamu, oskusi ja hoiakuid, mis õpilased on omandanud kohustuslike õpiaastate jooksul, ning et valitud sisud võivad mõjutada võrdlusuuringu õigsust.
29. Rahvusvahelises uuringus peaks hindamisküsimuste sisu valides arvestama nende vastavust õpilaste huvidele ja tegelikkusele. Tundlikkus küsimuse koostamisel ja valikul keele- ja kultuurierinevuste järgimises ei ole prioriteet mitte ainult võrdlusuuringu usaldusväärse huvides, vaid ka osalevate riikide erinevuste austamisel. Siiski ei ole rahvusvahelises testis võimalik esitada osalevate riikide teatud rühmade loodusnähtustealaste traditsiooniliste ja kohalike teadmiste erinevusi. Sellega ei taheta aga eitada niisuguste teadmiste tähendust ja seda, mida nad on vastavatele kultuuridele andnud.

4. LOODUSTEADUSLIKUD OSKUSED

30. PISA 2006 loodusteadusliku võrdlusuuring peab esmatähtsaks joonisel 3 märgitud oskusi: A) oskust tunda ära loodusteaduslikke küsimusi; B) kirjeldada, selgitada või prognoosida nähtusi, tuginedes loodusteaduslikele teadmistele; C) tõlgendada tõendusmaterjali ja järeldusi ning kasutada tõendusmaterjali järelduste tegemiseks ning edastamiseks. Need oskused hõlmavad

loodusteaduslikke teadmisi – nii loodusteaduste*alaseid* teadmisi kui ka teadmisi loodusteaduste *kohta*.

Loodusteaduslikud oskused – loodusteaduslike teadmiste roll

Loodusteaduslike teadmiste – nii loodusteaduste*alaste* teadmiste kui ka loodusteaduste *kohta* käivate teadmiste – kasutamine on **kõigi** kolme loodusteadusliku oskuse, mitte ainult „nähtuste teadusliku selgitamise” põhiline tunnusjoon. Kui ülesande rõhk on teadusliku uurimismeetodi mõistmisel või peatükis antud tõendusmaterjali tõlgendamisel, **ei saa** vastavat oskust klassifitseerida kui „nähtuste teaduslikku selgitamist”. „Nähtuste teaduslik selgitamine” sobib juhul, kui ülesande põhirõhk ja tunnetuslik eeldus on rakendada loodusteaduslikke teadmisi kirjeldamiseks, seletamiseks või prognoosimiseks.

A) Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

- Oskus ära tunda küsimusi, mida on võimalik teaduslikult uurida
- Oskus ära tunda võtmesõnad loodusteadusliku info otsimiseks
- Oskus ära tunda loodusteadusliku uurimise / loodusteaduslike uurimismeetodite tähtsaimad tunnusjooned

B) Nähtuste loodusteaduslik selgitamine

- Oskus rakendada mingis situatsioonis loodusteaduste*alaseid* teadmisi või teadmisi loodusteaduste *kohta*
- Oskus kirjeldada või tõlgendada nähtusi teaduslikult ning prognoosida muutusi
- Oskus ära tunda asjakohaseid kirjeldusi, selgitusi ja prognoose

C) Loodusteadusliku tõendusmaterjali kasutamine

- Oskus tõlgendada teaduslikku tõendusmaterjali ja teha järeldusi
- Oskus esitada põhjendusi järelduste poolt või vastu ja ära tunda järeldustele jõudmiseks tehtavad oletused
- Välja pakkuda järeldused ja neid toetavad tõendusmaterjalid ning põhjendatud selgitus

Joonis 3. PISA 2006 loodusteaduslikud oskused

31. Mõnel kognitiivsel protsessil on loodusteadusliku kirjaoskuse jaoks eriline tähendus ja tähtsus. Loodusteaduslike oskuste kirjelduses viidatud kognitiivsete protsesside hulka kuuluvad induktiivne ja deduktiivne järeldamine, kriitiline ja integreeriv mõtlemine, esitluste/kujutuste teisendamine (nt andmete kandmine graafikutesse ja tabelitesse), andmetel põhinevate selgituste konstrueerimine, mudelite kaudu lähenemine ja matemaatika rakendamine.
32. Joonisel 3 kirjeldatud loodusteaduslike oskuste rõhutamine on tingitud nende oskuste olulisusest uurimuslikus lähenemises. Need võimed põhinevad loogikal, selgitustel ja kriitilisel analüüsil. Allpool täpsustatakse PISA 2006 loodusteaduslikke oskusi.

4.1. Loodusteaduslike küsimuste äratundmine

33. Oluline on eristada loodusteaduslikke küsimusi teistest küsimustest. Loodusteaduslikud küsimused peavad leidma teaduslikel tõendusmaterjalidel põhinevaid vastuseid. See hõlmab niisuguste küsimuste äratundmist, mida oleks võimalik konkreetses olukorras teaduslikult uurida, ning konkreetsel teemal loodusteadusliku info otsimiseks vajalike võtmesõnade kindlakstegemist. See hõlmab ka teaduslike uurimismeetodite peamiste tunnuste äratundmist, nt mida tuleks omavahel võrrelda, milliseid suursi tuleks muuta või kontrollida, millist lisainfot oleks veel vaja või milliseid tegevusi tuleks algatada, et koguda asjakohaseid andmeid.

Loodusteaduslike küsimuste äratundmise näidisülesanne¹

Küsimus 5: MÖRVARI TABAMINE

Millisele järgmistest küsimustest **ei saa** vastata, tuginedes teaduslikule tõendusmaterjalile?

- A. Mis oli ohvri surma meditsiiniline või psühholoogiline põhjus?
- B. Miks pussitati ohvrit mitu korda?
- C. Kas põse limaskestalt võetud proov on usaldusväärne viis DNA proovide kogumiseks?
- D. Kas kõigil identsetel kaksikutel on täpselt ühesugune DNA järjestuse muster?

4.2. Nähtuste loodusteaduslik selgitamine

34. Õpilased demonstreerivad loodusteaduslike küsimuste äratundmise oskust loodusteadustealaste teadmiste ja/või loodusteaduste *kohta* käivate teadmiste rakendamisega mingis olukorras. See oskus hõlmab nähtuste kirjeldamist või tõlgendamist ja muutuste prognoosimist ning võib hõlmata ka asjakohaste kirjelduste, selgituste ja prognoosimiste äratundmist ning kindlakstegemist.

Nähtuste loodusteadusliku selgitamise näidisülesanne

Küsimus 4: PÄIKESETORN

Miks soovitatakse hoida vett pigem kottides kui avaveekogus?

4.3. Loodusteadusliku tõendusmaterjali kasutamine

35. See oskus eeldab õpilastelt arusaamist teaduslikest avastustest kui tõendusmaterjalist väidete või järelduste tegemiseks ning hõlmab nii loodusteadustealaseid teadmisi kui ka teadmisi loodusteaduste *kohta*. See võib sisaldada ka loodusteadusliku info hindamist ja teaduslikul tõendusmaterjalil põhinevate järelduste tegemist; tõendusmaterjali alusel erinevate järelduste seast valikute tegemist; järeldusele pool- ja vastuargumentide esitamist lähtuvalt protsessist, mille käigus olemasoleva tõendusmaterjali alusel sellele järeldusele jõuti; järeldusele jõudmisel tehtud oletuste kindlaksmääramist; oskust peegeldada teaduslike järelduste tähendust ühiskonna jaoks.

¹ Kõik näidisülesanded on võetud lisa olevatest näidispeatükkidest.

36. See oskus eeldab õpilastelt ka eneseväljendamisoskust, st tõendusmaterjali ja otsuste, enda koostatud diagrammide või muu asjakohase esitusmaterjali oma sõnadega vahendamist täpselt määratletud kuulajaskonnale. Niisiis peaksid õpilased oskama esitada tõendusmaterjali ja järelduste või otsuste vahel selgeid ja loogilisi seoseid.

Loodusteadusliku tõendusmaterjali kasutamise näidisülesanne

Küsimus 2: KÄRBSETÕRJEVAHEND

Juunikuu alguses pihustati kärbe hävitamiseks ühest ja samast tootepartiist pärit putukatõrjevahendit teise talu sealauta, mis asus esimesest talust 100 kilomeetri kaugusel. See pihustamine surmas 98% kärbestest teises talus.

Kas see tõendusmaterjal toetab järgmisi järeldusi? Tõmmake ring ümber sõnale „Jah” või „Ei” iga lause järel.

Kas tõendusmaterjal toetab sellist järeldust?	Jah või Ei
Putukatõrjevahend on ajaga kasutamiskõlbmatuks muutunud	Jah / Ei
Putukatõrjevahend ei ole ajaga kasutamiskõlbmatuks muutunud	Jah / Ei
Esimese talu kärbe populatsioon on saavutanud immuunsuse	Jah / Ei
Kaks kärbe populatsiooni kuuluvad eri liikidesse	Jah / Ei

5. LOODUSTEADUSLIKUD TEADMISED

37. Eeldades, et PISA 2006 loodusteaduslik võrdlusuuring suudab hinnata üksnes valimisse kuuluvate õpilaste loodusteadustealaseid teadmisi, on tähtis, et hinnatavaid teadmisi valides kasutataks selgeid kriteeriume. Enamgi veel, PISA eesmärk on kirjeldada, mil määral oskavad õpilased *rakendada* oma teadmisi nende eluga seotud olulistest situatsioonides. Niisiis valitakse hinnatavad teadmised välja füüsika, keemia ja bioloogia ning maateaduse ja kosmoseuuringute tähtsaimate valdkondade seast järgmiste kriteeriumide põhjal.

- Esimene kriteerium keskendub vastavusele reaalse elu situatsioonidega; loodusteaduslikud teadmised erinevad kasulikkuse määra poolest erinevate indiviidide elus
- Teine kriteerium on, et valitud teadmised esindaksid peamisi loodusteaduste kontseptsioone ja leiaksid seega pidevat rakendust
- Kolmas kriteerium on, et valitud teadmised oleksid asjakohased 15aastaste arengu seisukohast

38. Joonisel 4 on näidatud tulemused, mis johtuvad nende kriteeriumide rakendamisest loodusteaduste tähtsaimate valdkondade sisu suhtes. Neid teadmisi vajatakse looduse mõistmiseks ning isiklikul, sotsiaalsel ja globaalsel tasandil omandatavatest kogemustest arusaamiseks. Sel põhjusel kasutab raamdokument tähtsaimaid valdkondi kirjeldades mõiste „loodusteadused” asemel mõistet „süsteemid”. Eesmärk on anda edasi ideed, et inimesed peavad mõistma füüsikaliste ja elusteaduste, Maa teaduse ja tehnoloogia kontseptsioone, lähtudes arusaamast, et kõik komponendid mõjutavad vähemal või suuremal määral vastastikku üksteist. See tähendab, et

süsteemse käsitluse jaoks peavad nad rakendama loodusteaduslikke teadmisi ja määratlema loodusteaduslikud oskused. Joonisel 4 toodud näited annavad edasi valdkondade tähendusi. Siin ei tehta katset loetleda kõiki teadmisi, mida võiks iga loodusteadustealaste teadmiste valdkonnaga seostada.

Füüsikalised süsteemid
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aine struktuur ja omadused (nt soojus- ja elektrijuhtivus) ➤ Aine füüsikalised muutused (nt aine olekud, koostisosad, osakestevahelised seosed) ➤ Aine keemilised muutused (nt reaktsioonid, energia ülekanne, happed/alused) ➤ Liikumised ja jõud (nt kiirus, hõõrdumine) ➤ Energia ja selle muundumine (nt jäävus, hajumine, keemilised reaktsioonid) ➤ Energia ja aine vastastikmõjud (nt valguse- ja raadiolained, heli- ja seismilised lained)
Elussüsteemid
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rakud (nt struktuur ja funktsioon, DNA, taim ja loom) ➤ Inimesed (nt tervis, toitumine, allsüsteemid, <i>sh seedimine, hingamine, vereringe, eritamine</i>, ja nendevahelised seosed; haigus, paljunemine) ➤ Populatsioonid (nt liigid, evolutsioon, bioloogiline mitmekesisus, geneetiline varieerumine) ➤ Ökosüsteemid (nt toiduahelad, aine- ja energiaringe) ➤ Biosfäär (nt tasakaal ökosüsteemis, jätkusuutlikkus)
Maa ja universumi süsteemid
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maa süsteemide ehitus (nt litosfäär, atmosfäär, hüdrofäär) ➤ Energia Maa süsteemides (nt allikad, globaalne kliima) ➤ Muutused Maa süsteemides (nt laamtektoonika, geokeemilised tsüklid, kujundavad ja kulutavad jõud) ➤ Maa ajalugu (nt fossiilid, teke ja evolutsioon) ➤ Maa kui osa universumist (nt gravitatsioon, päikesesüsteemid)

Joonis 4. PISA 2006 loodusteadustealaste teadmiste valdkonnad

Elussüsteemide näidisülesanne
<p>Küsimus 1: MÕRVARI TABAMINE</p> <p>See ajaleheartikkel viitab DNA-le. Mis on DNA?</p> <p>A. Raku membraanides sisalduv aine, mis takistab rakuainete väljumist</p> <p>B. Molekul, mis sisaldab juhiseid meie keha ülesehituseks</p> <p>C. Verest leitud valk, mis aitab transportida hapnikku kõigisse kudedesse</p> <p>D. Hormoon veres, mis aitab reguleerida glükoosi taset keha rakkudes</p>

39. Nagu eespool märgitud, hõlmab PISA 2006 lisaks õpilaste loodusteadustealaste teadmiste hindamisele õpilaste teadmisi loodusteaduste kohta ka vastavatest mõistetest arusaamise ning

loodusteaduste ja tehnoloogia ning aineliste, vaimsete ja kultuuriliste nähtuste koostoimimise mõistmise hindamist.

40. Joonisel 5 on näha loodusteaduste *kohta* käivate teadmiste sisu valdkonnad ja näited. Esimene valdkond „loodusteaduslik uuring” keskendub uurimisele kui loodusteaduste keskele protsessile ja selle protsessi eri osadele. Valdkond „loodusteaduslikud selgitused” on uurimisega tihedalt seotud. Loodusteaduslikud selgitused on teadusuuringute tulemused. Uuringut ja selgitusi võib pidada kas teaduse vahenditeks (kuidas teadlased andmeid *koguvad*) või teaduse eesmärkideks (kuidas teadlased andmeid *kasutavad*). Kolmas valdkond „loodusteadused ja tehnoloogia ühiskonnas” eeldab loodusteaduste ja tehnoloogia kui erinevate, kuid ometi teineteist vastastikku täiendavate distsipliinide mõistmist ning eristamist. Esile tuuakse ka lisapunkt, mis käsitleb arusaamist loodusteaduste ja tehnoloogia mõjust, piiridest ning väljakutsetest ühiskonnas. Joonisel 5 loetletud näited annavad edasi valdkondade üldtähendusi; siin ei tehta katset loetleda kõiki teadmisi, mida võiks iga üksiku valdkonnaga seostada.

Loodusteaduslike selgituste näidisülesanne

Küsimus 4: KÄRBSETÕRJEVAHEND

Kuidas võiks talunik kasutada kärpse elutsükli mudelit kärpse arvukuse piiramiseks laudas ilma putukatõrjevahendit kasutamata?

Loodusteaduslik uurimine

- Lähtekoht (loodusteaduslikud küsimused)
- Eesmärk (nt esitada tõendusmaterjali, mis aitab vastata loodusteaduslikele küsimustele; nüüdisaegsed ideed/mudelid/teooriad suunavad uurimist)
- Vaatlused ja katsed (nt erinevad küsimused eeldavad erinevaid teaduslikke uurimisi, nüüdisaegseid loodusteaduslikke teadmisi)
- Andmed (nt kvantitatiivsed (mõõtmised), kvalitatiivsed (vaatlused))
- Mõõtmine (nt objektiivsed vead, kopeeritavus, variatsioon, hoolikus/täpsus vahendites ja protseduuris)
- Tulemuste iseloom (nt empiiriline, katseline, mõõdetav, võltsitav)

Loodusteaduslikud selgitused

- Tüübid (nt hüpotees, teooria, mudel, seadus)
- Kujunemine (nt olemasolevad teadmised ja uus tõendusmaterjal, loomingulisus ja kujutlusvõime, loogika)
- Reeglid (nt loogiliselt kooskõlas, tõendusmaterjalil või ajaloolistel ja nüüdisaegsetel teadmistel põhinevad)
- Tulemused (nt uued teadmised, meetodid, tehnoloogiad, uurimised)

Loodusteadused ja tehnoloogia ühiskonnas

- Loodusteaduste roll (nt mõistab looduslikku maailma, vastab küsimustele) ja loodusteadustel põhineva tehnoloogia roll (nt püüab lahendada inimeste probleeme, luua tehistooteid, kavandada protsesse; inimeste kohanemine (mitte bioloogiline))
- Loodusteaduste ja tehnoloogia seosed (nt loodusteadused arenevad tihti tänu uutele tehnoloogiatele, edusammud loodusteaduslikes teadmistes võivad edendada tehnoloogiat)
- Riskid (nt võivad tekkida uued probleemid, teadmised ei ole tihti avalikud, kasu *versus* kulud, ettekavatsemata tagajärjed)
- Mõju (nt loodusteadused ja tehnoloogia mõjutavad ühiskonda teadmiste, protseduuride, toodete/tulemuste ja maailmavaadete kaudu)
- Väljakutsed (nt ühiskonna küsimused ja püüdlused tekitavad tihti küsimusi loodusteaduslikeks uurimistöodeks ning väljakutseid tehnoloogilisteks uuendusteks)
- Piirid (nt loodusteadused ei oska kõigile küsimustele vastata, tehnoloogia ei oska kõiki ühiskonna probleeme lahendada või kõiki inimeste püüdlusi rahuldada)

Joonis 5. PISA 2006 loodusteaduste kohta käivate teadmiste valdkonnad

41. PISA 2006 loodusteaduslik võrdlusuuring hõlmab väikest hulka peatükke, mis käsitlevad väärarusaamu õpilaste loodusteadustealastest teadmistest või teadmistest loodusteaduste kohta. Neid peatükke koostatakse õpilaste arvamusi käsitleva uurimuse põhjal ja selleks, et avalikustada teadmisi põhilistest aluskontseptsioonide kohta käibivatest väärarusaamadest. Üks peatükk koosneb ülesannetest, mis paigutatakse konteksti sarnaselt teiste peatükkidega, ja moodustab rühma, mis võimaldab selle üheaegse analüüsimise korral avaldada üldistusi õpilaste arusaamadest ja väärarusaamadest selles kontekstis. Näidispeatükk „Lumeleopardid” on näide ühe sellise peatüki kohta.

Näidispeatükk „Lumeleopardid”

„Lumeleopardid” keskendub õpilaste seas levinud väärarusaamadele pärilikkusest ja (viimases küsimuses) kohanemisest. Täielik loogiline printsiip on toodud dokumendis „PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse näidispeatükid” (*Scientific Literacy Sample Units*).

Küsimus 1: LUMELEOPARDID

Detsembris 2003 sündis Austraalias Mogo loomaaias kaks lumeleopardikutsikat: üks isane ja teine emane. Kas kutsikad pärisid oma välimuse emalt (Lena) või isalt (Mangar)?

Tõmmake ring ümber sõna(de)le „Nõustun” või „Ei nõustu” iga võimaluse järel.

Iseloomustavate tunnuste pärimine	Nõustun või Ei nõustu
Lena andis kõik oma tunnused edasi nii isasele kui ka emasele kutsikale; Mangar ei andnud oma tunnuseid edasi	Nõustun / Ei nõustu
Lena andis oma tunnused edasi ainult emasele kutsikale ja Mangar andis oma tunnused edasi ainult isasele kutsikale	Nõustun / Ei nõustu
Mangar andis kõik oma tunnused edasi nii isasele kui ka emasele kutsikale; Lena ei andnud oma tunnuseid edasi	Nõustun / Ei nõustu
Mangar andis kõik oma tunnused edasi nii isasele kui ka emasele kutsikale, sest isased isendid domineerivad emaste üle	Nõustun / Ei nõustu
Lena ja Mangar mõlemad andsid mõned oma tunnustest mõlemale kutsikale	Nõustun / Ei nõustu

LUMELEOPARDID: PUNKTIARVESTUS 1

Arvestatud

Kood 2: Kõik viis vastust on õiged sellises järjestuses: Ei nõustu, Ei nõustu, Ei nõustu, Ei nõustu, Nõustun

Osaliselt arvestatud

Kood 1: Neli vastust viiest on õiged

Arvestamata

Kood 0: Teised vastused

Kood 9: Vastus puudub

Märkused

Nagu punktide kogusumma registreeritakse ka igale väitele antud vastus. Iga vale väide vastab teatud väärarvamusele järgmiselt:

- A Nõustun (väärarvamus: näitab puudulikku arusaamist vanemate geneetilise panuse võrdsusest tunnuste pärandumises; emad annavad edasi kõik oma tunnused)
- B Nõustun (väärarvamus: näitab puudulikku arusaamist vanemate geneetilise panuse võrdsusest tunnuste pärandumises; emad annavad oma tunnused edasi tütardele ja isad annavad oma tunnused edasi poegadele)
- C Nõustun (väärarvamus: näitab puudulikku arusaamist vanemliku geneetilise panuse võrdsusest; isad annavad edasi kõik oma tunnused)
- D Nõustun (väärarvamus: näitab puudulikku arusaamist mõistest „domineeriv“)

6. HOIAKULISED VASTUSED

42. Inimeste hoiakud mängivad olulist osa selles, milline on nende loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane huvi, tähelepanu ja reaktsioon üldisemalt ning küsimuste puhul, mis neid konkreetsemalt mõjutavad. Üks loodusteadusliku hariduse eesmärke on arendada õpilastes loodusteaduslike küsimustega tegelemist toetavaid hoiakuid, et omandada ja rakendada loodusteaduslikke ja tehnoloogiaalaseid teadmisi isiklikuks, sotsiaalseks ning globaalseks hüvanguks.
43. Hoiakuliste vastuste hindamise alus on loodusteadusliku kirjaoskuse mitmemõõtmeline tõlgendus. See tähendab, et inimese loodusteaduslik kirjaoskus koosneb teatud hoiakutest, uskumustest,

motivatsioonilistest orientatsioonidest, usust oma võimetusse, väärtushinnangutest ja põhilistest tegevusvaldkondadest. Paljudes PISA 2006 peatükkides palutakse õpilastel lahendada konteksti paigutatud ja integreeritud ülesandeid, mis on kujundatud selliselt, et oleks võimalik hinnata õpilaste hoiakuid loodusteaduste suhtes erinevates kontekstides. Need küsimused on süstemaatiliselt seotud teemadega nii, et oleks võimalik esile tuua seoseid arusaamiste ja hoiakute tasemete (huvi, toetus, vastutus) vahel.

44. PISA 2006 loodusteaduslik võrdlusuuring hindab õpilaste hoiakuid kolmes valdkonnas: huvi loodusteaduste vastu, loodusteadusliku uurimismeetodi toetamine ning vastutus säästva arengu eest (joonis 6). Need valdkonnad valiti seetõttu, et need annavad rahvusvahelise ülevaate õpilaste üldisest suhtumisest loodusteadustesse, nende spetsiifilistest loodusteaduslikest hoiakutest ja väärtushinnangutest ning vastutusest teatud loodusteadusega seotud probleemide eest, mille mõjud ulatuvad nii riiklikule kui ka rahvusvahelisele tasandile. Siinkohal tuleb tähele panna, et õpilaste hoiakuid ei hinnata kooli loodusteaduste õppekavade ega õpetajate suhtes. Tulemused pakuvad infot sellise tõstatunud probleemi kohta nagu noorte märgatav huvi langus loodusteaduste õppimise vastu. Info õpilaste hoiakute kohta loodusteaduste suhtes on oluline paljude OECD riikide jaoks. Hoiakuliste vastuste ja PISA 2006 jaoks valitud valdkondade hõlmamist toetavad paljud uurimused ning see põhineb loodusteadusliku hariduse tundmusliku valdkonna struktuuril (Klopfer 1976) ja teadustöö retsensioonidel (nt Gardner 1975; Gould & Hukins 1980; Blosser 1984; Laforgia 1988).
45. *Huvi loodusteaduste vastu* valiti seetõttu, et see valdkond on otseselt seotud saavutuse, õppeaine valiku, karjäärivaliku ja elukestva õppimisega. Indiviidi huvi loodusteaduste vastu ja saavutuse vahelist seost on uuritud juba üle neljakümne aasta, kuid vaidlus põhjusliku seose üle käib siiamaani (vt nt Baumert & Köller 1998; Osborne, Simon & Collins 2001). PISA 2006 loodusteaduslik võrdlusuuring käsitleb õpilaste huvi loodusteaduste vastu teadmiste kaudu, kuidas nad väärtustavad loodusteaduste ja tehnoloogia panust, suhestuvad loodusteadustega seotud sotsiaalsete küsimustega ning suhtuvad loodusteadustega seotud karjäärisse.

Huvi loodusteaduste vastu
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Näitab huvi loodusteaduste ja loodusteadustega seotud küsimuste ning püüdluste vastu ➤ On valmis omandama loodusteaduslike lisateadmisi ja -oskusi, kasutades erinevaid vahendeid ning meetodeid ➤ On valmis otsima infot ja tunneb püsivat huvi loodusteaduste vastu, sealhulgas kaalub loodusteadustega seotud karjäärivõimalusi
Loodusteadusliku uurimise toetamine
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Toetab erinevate loodusteaduslike vaatekohtade ja argumentide arvestamise olulisust ➤ Toetab faktiinfo ja ratsionaalsete seletuste kasutamist ➤ Toetab järeldustele jõudmiseks loogiliselt ja hoolikalt korraldatud protsesside vajadust

Vastutus säästva arengu eest

- Näitab üles isiklikku vastutust elujõulise populatsiooni ja turvalise keskkonna saavutamise eest
- On teadlik üksikisikute ettevõtmiste keskkonnavalastest tagajärgedest
- On valmis tegutsema loodusressursside säilitamise heaks

Joonis 6. PISA 2006 hoiakuliste vastuste hindamise valdkonnad

46. *Loodusteadusliku uurimismeetodi toetamist* peetakse üheks loodusteadusliku hariduse põhieesmärgiks, mis sellisena annab ka hindamisaluse. See tõlgendus sarnaneb Klopferi (1971) määratlusega „loodusteaduslike hoiakute omandamine”. Loodusteadusliku uurimismeetodi mõistmine ja selle toetamine viitab sellele, et õpilased peavad oluliseks loodusteadustega seotud elusituatsioonidesse sattudes koguda tõendusmaterjali teaduslikul viisil, loomingulist mõtlemist, ratsionaalset arutelu, kriitilist reageerimist ja järelduste edastamist. Selle valdkonna aspektid, mida võib PISA 2006 raamdokumenti lülitada, hõlmavad näiteks tõendusmaterjalide (teadmiste) kasutamist otsuste tegemisel, loogika väärtustamist ja ratsionaalsust järelduste sõnastamisel.
47. *Vastutustundeline suhtumine säästvasse arengusse* on nii rahvusvahelise kui ka majandusliku tähtsusega probleem. Hoiakuid selle valdkonna suhtes on põhjalikult uuritud alates 1970. aastaist (vt nt Bogner & Wiseman 1999; Eagles & Demare 1999; Weaver 2002; Rickinson 2001). 2002. aasta detsembris kiitis Ühinenud Rahvaste Organisatsioon heaks resolutsiooni 57/254, mis kuulutas välja 1. jaanuarist 2005 algava „Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni säästvat arengut toetava hariduse dekaadi”. Raamdokumendi projekti teemad „Tervise edendamine”, „Keskkonna säilitamine ja kaitse” ning „Säästev tootmine ja tarbimine” (UNESCO, July 2003) on kolm põhiteemat säästvat arengut toetavas hariduses. „Vastutus säästva arengu eest” annab ülevaate õpilaste hoiakutest spetsiifiliste, määratletud loodusteaduslike teemade ning nendega suhestuvate tähendusriikaste kontekstide vastu. See uuring erineb enamikust uurimustest, mis käsitlevad õpilaste hoiakuid loodusteaduste suhtes, nagu väidavad Zacharia ja Calabrese Barton (2004), sest uuring on kasutatud nn üldistatud teaduse fooni.
48. PISA 2006 kasutab nii konteksti paigutatud testiküsimusi kui ka küsimustikku, mille koostamise eesmärk on koguda infot selle kohta, millised on õpilaste hoiakud nende valdkondade suhtes. Õpilaste hoiakulisi vastuseid hinnatakse testis integreeritud küsimuste põhjal, mis käsitlevad isiklikke, sotsiaalseid ja globaalseid probleeme. Konteksti paigutatud küsimused lisavad uuringule väärtust, sest need aitavad saada infot nii iga hoiaku kui ka selle kohta, mil määral õpilaste vastused erinevad, kui neid hinnata nii kontekstiväliselt kui ka seotult, kui palju need erinevad eri kontekstide kaupa ning kuidas see mõjutab saavutust. Hidi ja Berndorff (1998) väidavad, et näiteks *situatsioonilisel* huvil võib olla tugev mõju nii tunnetuslikele kui ka motivatsioonilistele tegevustele, kuid selle osa uurimine on olnud „juhuslik ja hajutatud”.

Õpilaste küsimustiku skaalad

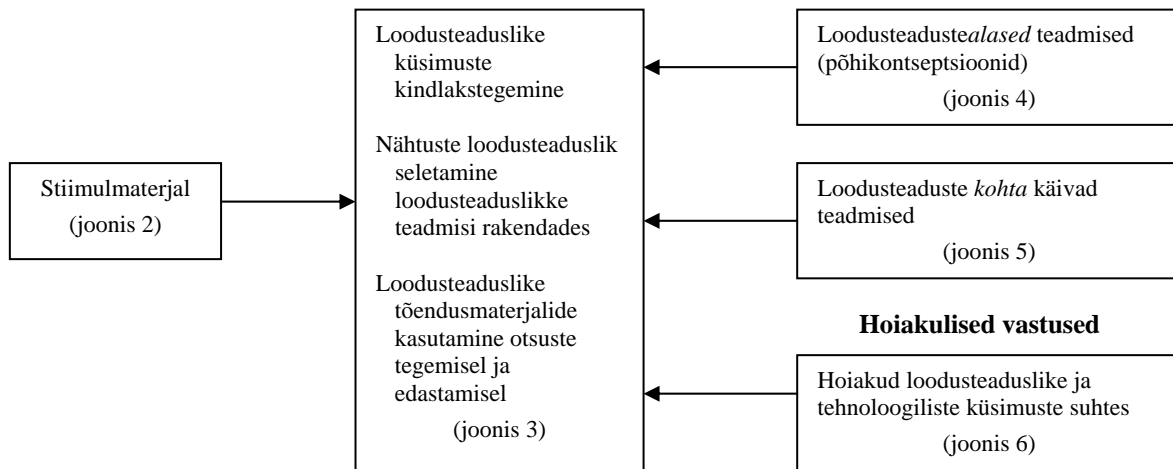
Õpilaste küsimustikku kasutatakse selleks, et koguda n-ö varjatud andmeid õpilaste huvi, loodusteadusliku uurimismeetodi toetamise ja säästva arengu alase vastutuse kohta vähem kontekstiga seotud viisil. Küsimustikuga kogutakse andmeid ka õpilaste loodusteadustega tegelemise kohta (nt usk oma võimetusse, ärevus/mure ja rõõm/igavus) ning õpilaste seisukohti loodusteaduste tähenduse kohta nende elus (nt edasine haridus, karjäärivalikud).

49. PISA 2006 tulemused peavad olema õiged, informatiivsed ja täpsed, et informeerida osalevate riikide hariduspoliitikuid. Nii õpilaste küsimustiku kui ka integreeritud küsimuste kaudu saadud andmete nn kombineeritud rikkalikkus peaks andma uusi teadmisi õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse eelsoodumustest. Eelmistes peatükkides kirjeldatud hoiakute hindamise mudelit kasutades on võimalik ühendada õpilaste hoiakuid käsitlevad andmed sooritusi käsitlevate andmetega. Kuigi kirjanduses leidub vastandlikke avaldusi hoiakute ja soorituste vahelise korrelatsiooni kohta, näeme edaspidi, kuidas testi kaudu kogutud andmed õpilaste hoiakute kohta (huvi loodusteaduste vastu, loodusteadusliku uurimismeetodi toetamine ja vastutustundeline suhtumine säästvasse arengusse) on korrelatsioonis õpilaste sooritusega joonisel 4 kirjeldatud kolmes loodusteaduslike teadmiste valdkonnas. Küsimustikust kogutavad muud andmed, nagu näiteks õpilaste tegelemine loodusteadustega ja loodusteadustega seotud käitumine, avaldatakse samuti ning seotakse õpilase sooritustasemega.

7. TESTI KIRJELDUS

50. PISA loodusteadusliku kirjaoskuse definitsiooni põhjal eeldavad hindamisülesanded loodusteaduslike teadmiste rakendamist (joonised 4 ja 5) ning loodusteaduslike oskuste kasutamist (joonis 3) lähtuvalt kontekstist (joonis 2). Hindamisülesande moodustavad mitu stiimulmaterjaliga/taustinfoiga seotud küsimust. Neli näidisülesannet on kaasdokumendis „PISAQ 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse näidisülesanded” (*PISAQ 2006 Scientific Literacy Sample Units*).
51. Joonis 7 on joonise 1 mõningane teisendus. See esitab PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse võrdlusuuringu raamdokumendi põhikomponendid kujul, mida saab kasutada raamdokumendi sidumisel hindamisülesannete struktuuri ja sisuga. Seda võib rakendada nii sünteetiliselt abivahendina hindamisküsimusi koostades kui ka analüütiliselt abivahendina standardsete hindamisküsimuste tulemusi uurides. Hindamisülesannete koostamise lähtepunktideks peame stiimulmaterjalina kasutatavaid situatsioone, oskusi, mida on vaja küsimustele või probleemidele vastates, või teadmisi ja hoiakuid, millele ülesanne keskendub.

Kontekst Oskused Teadmised



Joonis 7. Hindamisülesannete ja -küsimuste koostamise ning analüüsimise abivahend

52. Ülesande juhatab sisse stiimulmaterjal, mis võib olla lühike kirjutatud lõik või kirjutis koos tabeli, graafiku või diagrammiga. Ülesanded koosnevad eraldi hinnatavatest küsimustest, mis eeldavad vastuse valimist valikvastuse seast, lühikest või pikemat omavastust. Nad võivad eeldada joonistustele, skeemidele või graafikutele hinnangu andmist või nende analüüsimist.
53. Sellisel PISA testi ülesehitusel on mitu põhjust. Üks neist on teha ülesanded nii elulähedaseks kui võimalik ning kajastada neis elusituatsioonide kompleksust. Teine põhjus on seotud testimisaja efektiivsema kasutamisega. Et vähendada aega, mida õpilane vajab ühe ülesande teemasse süvenemiseks, on esitatud pigem vähem situatsioone, mille kohta võib esitada rohkem küsimusi kui näiteks eraldi küsimusi suurema arvu erinevate situatsioonide kohta. Siiski tuleb võtta arvesse vajadust vaadelda iga arvestatud punkti ülesandes teistest sõltumatult. Kui säärane käsitlusviis vähendab erinevate hindamiskontekstide arvu, on oluline tagada materjalide küllaldane valik, mis muudaks minimaalseks ülesannete sisuvalikust põhjustatud kõrvalekalde.

Ülesannete retsenseerimise juhend

Kõik ülesanded saadetakse enne uuringusse lülitamist riiklikele projektijuhtidele ja loodusteaduste ekspertrühmadele tagasiside saamiseks. Vastajail palutakse anda hinnang 1st (madal) 5ni (kõrge) järgmiste kriteeriumide põhjal:

- kui suurel määral vastab ülesande sisu materjalile, mida teie riigi tüüpilises kooliõppekavas käsitletakse kuni tasemeni, milleni 15aastased peaksid olema jõudnud?
- kui asjakohane on ülesanne õpilaste eluks valmisoleku vaatevinklist?
- kui huvitav (motivatsiooni mõistes) on ülesanne õpilastele?
- kas õpilased käsitlevad ülesannet loodusteaduste ja tehnoloogia tõepärase rakendamisenähtena?

Vastajail palutakse määrata kindlaks ka kultuuriprobleemid, ennetatavad tõlkeraskused või ilmsed loodusteaduslikud vead.

54. PISA 2006 uuringu ülesanded sisaldavad kuni viis tunnetuslikku küsimust. Iga küsimus nõuab ühe loodusteadusliku oskuse rakendamist ning eeldab kas loodusteadustealaseid teadmisi või teadmisi loodusteaduste kohta. Enamikul juhtudel hinnatakse ühes ülesandes rohkem kui üht oskust ja teadmiste valdkonda.
55. Enamik uuringusse võetud uusi küsimusi sisaldab õpilaste hoiakute hindamist. Katsetatakse kaht tüüpi ülesandeid: „sobiva arvamuse leidmine” ja „Likerti skaala” küsimused. Küsimus 7 ülesandes „Päikesetorn” on näide esimese küsimusetüübi kohta. Küsimuse kohta esitatakse neli järjestatud arvamust, mis esindavad erinevaid säästva arengu alaste hoiakute tasemeid, millest õpilased peavad valima ühe, mis sobib kõige paremini nende arvamusega. Sellel küsimusel on samasugune n-õ vorm ja tunnetatavus nagu teistel sama ülesande küsimustel.
56. Küsimus 6 näidispeatükis „Mõrvari tabamine” on näide teise küsimusetüübi kohta. Selles küsimuses palutakse õpilastel näidata oma nõusolekut kolme väitega, et hinnata nende huvi kõnealuse loodusteaduste rakendusvaldkonna vastu. Väited käivitavad niisuguses loodusteaduslikus situatsioonis otsustamisprotsessid, mida defineeritakse kui huvi loodusteaduse vastu (joonis 6). Et vähendada sotsiaalsete aspektide mõju vastustele, kasutatakse pigem ühepoolset vastuse vormingut (*suur huvi, mõõdukas huvi, vähene huvi, ei ole huvi*) kui tavapäraselt kahepoolset vormistust (*nõustun täielikult, nõustun, ei nõustu, ei nõustu üldse*). Sellel küsimusel on teistest samas ülesandes olevatest küsimustest erinev n-õ vorm ja tunnetatavus, kuid see on eelis, kui valdavalt kognitiivne test sisaldab ka tundmuslikke küsimusi.

„Sobiva arvamuse leidmise” näidisküsimus

Siin on kirjas nelja inimese vastused küsimusele „Kas te toetate päikesetornide ehitamist?”. Tehke ring ümber tähele selle vastuse kõrval, mis kõige enam ühtib teie arvamusega. Siin ei ole nn õiget vastust.

A. Ei. Me vajame elektrienergiat madalaima võimaliku hinna eest. Kasvuhooneefekt on liiga kaugel tulevikus, et sellepärast praegu muretseda.

Võti: Näidatakse vähe toetust säästvale arengule, mida eriti rõhutab ressursside kasutamine säästlikkuse ja looduskeskkonna arvelt. Indiviid näeb maailma pigem vastavalt oma positsioonile teiste suhtes kui oma kohale hapras looduskeskkonnas.

B. Ei. Kasvuhoonegaase tuleks vähendada, kuid ma eelistaksin oodata, kuni teadlased leiavad mõned teised, odavamad viisid taastuva energia tootmiseks.

Võti: Kui indiviid seisaks silmitsi erinevate tegutsemisvõimalustega, mis aitaksid edendada ressursside säilitamist, või tegutsemisvõimalustega, mis ei viiks sellisele edendamisele, ilmutab ta mõningaid jätkusuutlike tulemusteni viivaid käitumisviise, kuid eelistab lühikese või keskmise ajakuluga tulemusi pikemaajalise säästlikkuse arvelt. Väljendatud maailmavaade on suhteliselt lühiajaline.

C. Jah. Kuigi elekter hakkaks maksma rohkem, oleks ma meeleldi nõus tasuma suuremat hinda eeldusel, et kõik jagaksid kasvuhoonegaaside vähendamise kulusid.

Võti: Indiviid näitab teatud teadmisi käitumisest, mis tõenäoliselt soodustab ressursside säilitamist järgmistele põlvkondadele, kuid tema toetus (investeering) sellisele tegutsemisele on piiratud – nt käitumisele aidatakse meelsasti või kergesti kaasa isiklikul tasandil, kuid see on tingitud vastutuse jagamisest teistega.

D. Jah. Ma maksaksin elektri eest rohkem, isegi kui teised seda ei teeks. Tegelikult julgustaksin ma aktiivselt teisi midagi kasvuhoonegaaside vähendamise heaks tegema.

Võti: Indiviid tunneb isiklikku vastutust säästva arengu eest, nagu tõendab väidetud kavatsus osaleda käitumises, mis tõenäoliselt suurendab ressursside säilimise võimalust kaugemas tulevikus (sh toetab säästva arengu missiooniga rühmi). Kavatsus sellisel viisil käituda on tavaliselt sõltumatu teiste käitumisest, st see ei ole tingitud teiste käitumisest ega vaadetest.

„Likerti skaala” näidisküsimus

Kui huvitatud olete järgmistest ülesannetest?

Tehke linnuke ühte kasti igas reas.

	Suur huvi	Mõõdukas huvi	Väike huvi	Ei ole huvi
a) Teada rohkem DNA kasutamisest kuritegude avastamisel	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Saada rohkem teadmisi DNA ehituse põhimõttest	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saada paremini aru sellest, kuidas loodusteaduste abil saab avastada kuritegusid	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

57. Küsimuse vastuse vormingute ning pikkuste vaheldumist vajatakse selles raamistikus kognitiivsete oskuste ja loodusteaduslike teadmiste kindlaksmääramisel. Võib koostada valikvastustega küsimusi, mis hindavad õigesti esimest oskust (st küsimuste kindlakstegemist ja sõnastamist), kuid selleks, et hinnata suhtlusoskust, näivad omavastused võimaldavat suuremat usaldatavust. Siiski sõltub paljudel juhtudel kõige sobivam vorming küsimuse sisust. Näiteks võib olla vaja valmistada ette vorminguid ja vastusevalikuid, mis eeldavad andmetel põhinevaid järeldusi või piltidel, joonistustel, tabelitel, kaartidel, graafikutel või sümbolitel põhinevaid lühiselgitusi.

„Likerti skaala” versus „sobiva arvamuse leidmise” küsimused

„Likerti skaala” küsimused on kognitiivsetest küsimustest kergesti eristatavad ning väga efektiivsed, viies õpilase vastamisaja miinimumini. Nende võimalikuks puuduseks on erinev kultuuriline lähenemine vastuste valikutes kasutatud omadussõnade järkudele. „Sobiva arvamuse leidmise” küsimustel ei pruugi niisuguseid puudusi olla, kuna arvamused neis on sellised, mis vastavad punktidele kasutataval skaalal. See omadus on iseenesest niisugust tüüpi ülesannete tugevuseks ja kompenseerib vähemalt osaliselt väiksema arvu õpilaste vastuseid, mida võib saada sama aja jooksul võrreldes „Likerti skaala” küsimustega. Tõsiasi, et „sobiva arvamuse leidmise” küsimustel oleks teiste PISA küsimustega sarnane n-õ vorm ja tunnetatavus, lahendatakse erisuguse vormingu kasutamise ja asjakohaste juhenditega.

58. Kui enamikku küsimusi hinnatakse kas õigeks või valeks, võib mõningaid omavastustega küsimusi hinnata osaliselt õigeks. Igal osaliselt õigeks hinnataval küsimusel on detailne punktiarvestus, mille järgi hinnatakse küsimust kui „õige”, „osaliselt õige” või „vale”. Kategooriad „õige”, „osaliselt õige” ja „vale” jagavad õpilaste vastused kolme rühma selle järgi, mil määral õpilased näitavad oma oskusi küsimusele vastata. „Õige” vastus, mis ei pruugi tingimata olla „loodusteaduslikult täiesti korrektne”, näitab teemast arusaamise taset, mis on kohane loodusteaduste valdkonnas 15aastasele kirjaoskajale õpilasele. Vähem teadlikke või vähem õigeid vastuseid võib hinnata kui „osaliselt arvestatud” ning täiesti valesid, asjakohatuid või puuduvaid vastuseid „mittearvestatuks”.
59. Õpilaste teatud funktsionaalne lugemisoskus on vajalik selleks, et mõista ja vastata loodusteaduslikku kirjaoskust eeldatavatele küsimustele, ning seetõttu tõstatub lugemisoskuse taseme probleem. Stiimulmaterjali ja küsimuste keelekasutus on selge, lihtne ja kokkuvõtlik ning annab samal ajal edasi vastava tähenduse. Esitatavate loodusteaduslike kontseptsioonide arv igas ülesandes on piiratud ning üldjuhul hoolitsetakse selle eest, et lugemiseks kuluv aeg ei oleks pikem kui keskmistel 15aastastel õpilastel. Küsimusi, mis ülekaalukalt hindavad lugemis- või matemaatikaalast kirjaoskust, välditakse.
60. Riigid võivad soovi korral osaleda mittekohustuslikus arvutipõhises loodusteadusliku kirjaoskuse hindamises, mis on PISA 2006 võrdlusuuringu üks osa. Arvutipõhise loodusteadusliku kirjaoskuse hindamise lisamine suurendab hindamisülesannete üldist mitmekesisust ja arendab loodusteadusliku kirjaoskuse valdkonna tegevusala. On oluline, et see vähendab lugemisoskuse mõju loodusteaduste hindamise tulemustele.

8. HINDAMISE PÕHIMÕTTED

61. Soovitav tasakaal kahe teadmiste komponendi – loodusteadustealaste teadmiste ja loodusteaduste kohta käivate teadmiste – vahel on näidatud joonisel 8 protsentidena arvestatud punktidest. Joonis 8 näitab ka soovivat punktide jaotust erinevate loodusteadustealaste teadmiste ja loodusteaduste kohta käivate teadmiste valdkondade vahel.

Loodusteadustealased teadmised	Protsent arvestatud punktidest
Füüsikalised süsteemid	20–25
Elussüsteemid	25–30
Maa ja universumi süsteemid	15–20
<i>Vahesumma</i>	<i>60–65</i>
Loodusteaduste kohta käivad teadmised	
Loodusteaduslik uurimine	10–15
Loodusteaduslikud selgitused	10–15
Loodusteadused ja tehnoloogia ühiskonnas	10–15
<i>Vahesumma</i>	<i>35–40</i>
Kokku	100

Joonis 8. Soovitav teadmiste eest arvestatud punktide jaotumine

Loodusteaduslike teadmiste otstarbekas osakaal raamdokumentis

- Loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioon paneb peaaegu niisama palju rõhku teadmistele loodusteaduste *kohta* kui loodusteadustealastele teadmistele ning see kajastub ka nende osakaaludes. Ligikaudu 40% eeltesti arvatud uutest ülesannetest hindab teadmisi loodusteaduste *kohta*, kuid olemasolevate nn ankurülesannete iseloomu arvestades väheneb see suhe põhitestis 35%ni.
- Arvestuspunktide soovitud jaotus loodusteadustealaste teadmiste kategooriate vahel, mida väljendatakse protsentidena loodusteadustealaste teadmiste vahesummast, on umbes 35% füüsikaliste süsteemidele, 40% elussüsteemidele ning 25% Maa ja universumi süsteemidele. Vastavad TIMSSi võrdlusuuringu (8. klass) protsendid on 40, 30 ja 15; järele jääb 15% keskkonnateadusele. PISA teravdatud tähelepanu elussüsteemidele kajastab tõsiasja, et suur osa 15aastaste jaoks tähtsatest ja huvitavatest teemadest, millega nad oma hilisemas elus kokku puutuvad, on seotud loodusteadustega.
- Arvestuspunktide jaotus loodusteaduste *kohta* käivate teadmiste valdkondade vahel peegeldab tõsiasja, et neid peetakse võrdselt oluliseks ning tagatakse iga valdkonna piisav käsitus, võimaldades samal ajal ka teatud paindlikkust.

62. Soovitav loodusteaduslike oskuste vaheline tasakaal on näha joonisel 9.

Loodusteaduslikud oskused	Protsent arvestatud punktidest
Loodusteaduslike küsimuste äratundmine	25–30
Nähtuste teaduslik seletamine	35–40
Teadusliku tõendusmaterjali kasutamine	35–40
Kokku	100

Joonis 9. Soovitav loodusteaduslike oskuste punktide jaotus

Loodusteaduslike oskuste otstarbekas osakaal raamdokumentis

Kolme oskuse osakaalu määrasid järgmised faktorid:

- vajadus koostada teatud hulk iga oskust hindavaid ülesandeid, mis oleks piisav, et tagada võimalus koostada usaldusväärne skaala **iga** oskuse jaoks
- nende suhteline olulisus 15aastase loodusteadusliku kirjaoskusega õpilase vaadete süsteemis
- PISA 2000 ja 2003 loodusteadusliku võrdlusuuringu küsimuste koostamise kogemused

Esimesele oskusele antud väiksem osakaal on kooskõlas selle kitsama definitsiooni ja vähendatud tähtsusega, kuid on piisav usaldusväärse skaala koostamiseks.

63. Küsimuste sisud jagunevad suhteliselt võrdselt isiklike, sotsiaalsete ja globaalsete teemade vahel. Ülesannete puhul kasutatakse suurt valikut rakendusi, mis peavad niipalju kui võimalik arvestama kogu raamdokumendi kohta kehtestatud erinevaid piiranguid.

Küsimuste jagunemine sisude kaupa

Rohkem ettekirjutusi küsimuste jagunemise kohta sisude kaupa võimalik teha ei ole. Lisaks vastavusele joonistel 8 ja 9 märgitud teadmiste ja oskuste osakaaludele tuleb võtta arvesse ka küsimuse vormingut (vähemalt pooli küsimusi peab olema võimalik hinnata automaatselt), küsimustel peavad olema head psühhomeetrilised omadused ning nad peavad olema jaotatud keerukusastmete järgi. Kogemused on näidanud, et lõppkokkuvõttes on võimatu kõigile neile tingimustele korraga vastata, rääkimata veel mingi tingimuse lisamisest.

64. Vähemalt pooled kognitiivse testi küsimused on sellist tüüpi, mida saab hinnata ka ilma selleks koolitatud hindajateta, st valikvastustega, komplekssete valikvastustega (nt „Mõrvari tabamine”, küsimus 4) või omavastustega küsimused.
65. Umbes 80 protsenti eeltesti ülesannetest sisaldab kas üht „sobiva arvamuse leidmise” hoiakuid hindavat küsimust või kaht „Likerti skaala” küsimust (millest igauks võib anda kolm arvestuspunkti). On kindlaks tehtud, et igale sellisele küsimusele vastamine võtab umbes 10–20 protsenti testi koguaegast. Hoiakuid hindavaid küsimusi sisaldavate ülesannete osakaal põhitestis otsustatakse pärast eeltesti tulemuste analüüsimist. Et tagada soorituse võrreldavus aja jooksul, ei sisalda põhitestis kasutatavad eelmiste PISA loodusteaduslike võrdlusuuringute nn ankurülesanded hoiakuid hindavaid küsimusi.

9. TULEMUSTE ESITAMISE SKAALAD

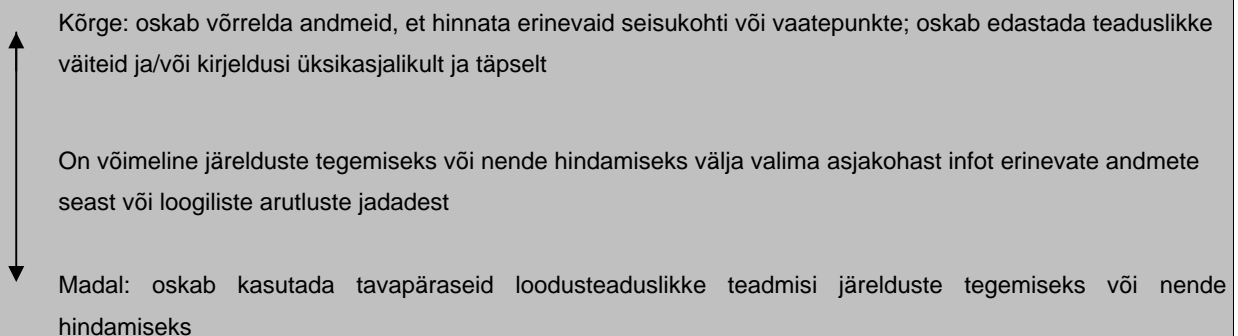
66. PISA eesmärkide täitmiseks on õpilaste saavutuste hindamise skaala arendamine väga tähtis. Skaalale jõudmise protsess peab olema iteratiivne, s.o järkjärguline. Algseid kirjeldusi, mis tuginevad eeltestimiste tulemustele ning PISA 2000 ja 2003 uuringule ning mis annavad infot loodusteaduslike saavutuste varasemate hindamiste kogemuste ja loodusteaduste õppimise ning kognitiivse arengu uurimise tulemuste kohta, ilmselt kohandatakse, kui edaspidised testimised ja uuringud vajalikku asjakohast andmete hulka suurendavad.
67. PISA 2000 uuringus, kui loodusteadused olid vähem tähtis valdkond, mis seetõttu pakkus ka vähem infot, väljendati loodusteaduslikku kirjaoskust oskuste skaalal, mille keskmine näitaja oli 500 ja standardhälve 100. Kuigi oskustasemeid ei eristatud, oli võimalik kirjeldada, milliseid protsesse (st loodusteaduslikku oskust) suutsid õpilased sooritada vastavalt selle skaala kolmele punktile:
- Selle loodusteadusliku kirjaoskuse skaala ülaosas (punktisumma jääb 690 punkti ümber) oskavad õpilased üldjuhul luua ja kasutada mõistelisi mudeleid prognooside tegemiseks või selgituste andmiseks; analüüsida teaduslikke uurimusi, et mõista näiteks eksperimendi käiku või välja pakkuda ideid, mida tuleks katsetada; võrrelda andmeid, et hinnata erinevaid seisukohti; edastada loodusteaduslikke väiteid ja/või kirjeldusi detailselt ning täpselt.

- Punktisumma, mis jääb 550 punkti ümber, näitab, et õpilased oskavad tavaliselt kasutada loodusteaduslikke teadmisi ennustuste tegemiseks ja selgituste andmiseks; tunda ära küsimused, millele saab vastuse leida loodusteadusliku uurimise käigus, ja/või teha kindlaks teaduslikult uuritavad üksikasjad; valida konkureerivatest andmetest või loogiliste arutluste jadadest välja asjakohane info järelduste tegemiseks või nende hindamiseks.
- Skaala madalamas osas (punktisumma jääb 400 punkti ümber) oskavad õpilased meelde tuletada lihtsamaid loodusteaduslikke faktiteadmisi (nt nimed, faktid, terminoloogia, lihtsad seadused) ning kasutada tavapäraseid loodusteaduslikke teadmisi järelduste tegemiseks või nende hindamiseks.

68. PISA 2003 põhimõtete kohaselt järgiti loodusteadusliku kirjaoskuse tulemuste esitamisel vormingut, mis sarnanes 2000. aastal kasutatuga. Ent PISA 2006 puhul, mil olemasolev testimisaeg võimaldab hõlmata suuremat hulka oskusi, osutab PISA 2000 ja 2003 skaalade väljatöötamisel saadud kogemus sellele, et **on** võimalik koostada *erinevaid* skaalasisid ja kirjeldatud oskustasemeid joonisel 3 nimetatud kolme loodusteadusliku oskuse kohta.

Oskustepõhine näitlik tulemuste esitamise skaala

PISA 2000 loodusteadusliku kirjaoskuse skaalal kirjeldatakse oskuste tasemeid loodusteaduslike protsesside kaudu (st PISA 2006 loodusteaduslikud oskused). Kirjeldusi lähemalt uurides võib tuletada kondikava iga PISA 2006 oskusskaala jaoks. Näiteks võime oskuse „teadusliku tõendusmaterjali kasutamine” skaala jaoks saada sellise tulemuse:



69. Alternatiivselt peaks olema võimalik esitada erinevad skaalad kahe teadmiste komponendi, s.o loodusteaduste *alaste* teadmiste ja loodusteaduste *kohta* käivate teadmiste jaoks. Teadmiste taseme kirjeldamine nendel kahel teadmiste skaalal põhineks sel juhul oskustel (nagu soovitatakse PISA 2003 matemaatika võrdlusuuringu puhul).

Oskustepõhised versus teadmispõhised tulemuste esitamise skaalad

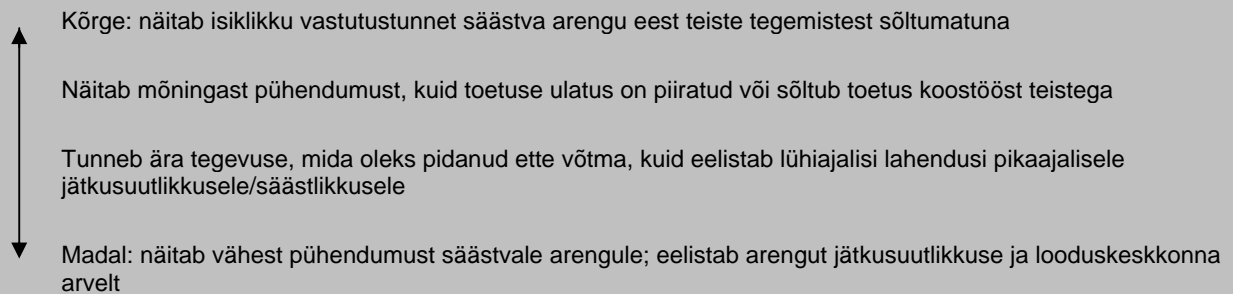
Oskustepõhiste skaalade kasutamine PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse taseme hindamisel tuleneb otseselt loodusteaduslike oskuste olulisusest PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse definitsioonis. Andmete avaldamine teadmispõhise skaala abil ei oleks piisavalt asjakohane, kuna uurimuse eesmärk ei ole hinnata õpilaste teadmiste hulka, vaid seda, kas õpilased oskavad oma teadmisi *rakendada*.

Sellest hoolimata on eeltestimiseks välja töötatud piisavalt küsimusi, et võimaldada kasutada mõlemat skaalat. Lõplik otsus raportskaalade kohta tehakse pärast eeltestimise tulemuste analüüsi selleks, et mõjutada põhitesti hõlmataivate küsimuste valikut.

70. Uuringus kasutatakse piisavalt hoiakute hindamise küsimusi, et moodustada asjakohaseid skaalasisid joonisel 6 kirjeldatud kolme hoiaku kohta (huvi loodusteaduste vastu, toetus loodusteaduslikule uurimisele ja vastutus säästva arengu eest). Sõltuvalt vaadeldud seostest kombineeritakse õpilaste küsimustikust saadud n-õ varjatud andmeid testi tulemustega või kasutatakse neid kolme vastavuses oleva skaala koostamiseks.
71. Nii palju kui võimalik seotakse hoiakulised vastused õpilase sooritusega. Siiski ei kanta hoiakuliste küsimuste eest saadud punkte loodusteadusliku kirjaoskuse näitarvu hulka (või lõpp-punktisummasse); pigem moodustavad kolm hoiakute punktisummat õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse profiili ühe komponendi.

Hoiakuliste vastuste analüüsimise näitskala

All olev säästva arengu eest tuntava vastutuse skaala toetub Bognerile ja Wisemanile (1999).



VIITED

- Blosser, P. (1984). *Attitude Research in Science Education*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth NH: Heinemann.
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Eds), *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel, Germany: IPN.
- De Vos, W. & Reiding, J. (1999). Public understanding of science as a separate subject in secondary schools in The Netherlands. *International Journal of Science Education* 21(7), 711–719.
- Dimopoulous, K. & Koulaidis, V. (2003). Science and technology education for citizenship: The potential role of the press. *Science Education* 87 (2), 241–256.
- Eijkelfhof, H. & Kapteijn, M (2000). Algemene Natuurwetenschappen (ANW): A new course on public understanding of science for senior general secondary education in The Netherlands. In: T.E. Cross & P.J. Fensham (Eds), *Science and The Citizen. For Educators and the Public* (pp. 189–199), Melbourne: Arena Publications (Special issue of Melbourne Studies in Education).
- Eijkelfhof, H.M.C. (1999). Science for public understanding. A new obligatory course for senior secondary schools in The Netherlands. Paper presented at the European Physical Society seminar Securing the Future of Physics, Malvern. http://www.malcol.org/eps_seminar/Papers/a03.html.
- Fensham, P.J. (2000). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* 2, 9-24.
- Fensham, P.J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies* 17 (4), 415–435.
- Fleming, R. (1989). Literacy for a technological age. *Science Education* 73 (4), 391–404.
- Gräber, W, & Bolte, C (Eds) (1997). *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel, Germany: IPN.
- Hurd, P. de. (1975). Science, technology, and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *Bulletin of Science, Technology, and Society* 7, 9–13.
- Koballa, T., Kemp, A. & Evans, R. (1997). The spectrum of scientific literacy. *The Science Teacher* 64 (7), 27–31.
- Kondo, A. (1972). Science literacy: A view from a development country. *NASSP Bulletin* 56 (360), 28–37.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review* 62 (2), 155–178.
- Layton, D. (1973). The secondary school curriculum and science education. *Physics Education* 8 (3), 19–23.
- Law, N. (2002). Scientific literacy: Charting the terrains of a multifaceted enterprise. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* 2, 151–176.
- Mayer, V.J. (Ed.) (2002). *Global Science Literacy*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mayer, V.J., & Kumano, Y. (2002). The philosophy of science and global science literacy. In V.J. Mayer (Ed.), *Global Science Literacy*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London, United Kingdom: King's College London, School of Education.
- Mullis, I. et al (2001). *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003*. Boston: The International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- National Science Foundation (2002). *Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding.*, ch. 7 (Science and Engineering Indicators – 2002). Arlington, VA: National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics.
- Neathery, M.F. (1997). *Elementary and secondary students' perceptions toward science: Correlations with gender, ethnicity, ability, grade and science achievement*. *Electronic Journal of Science Education* 3 (1).
- Norris, S. & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education* 87 (2), 224–240.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical, and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris: OECD.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What ideas about science should be taught in school science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching* 40 (4), 692–720.
- Osborne, J, Simon, S., & Erduran, S. (2002). *Enhancing the Quality of Argumentation in School Science*. Project Report!Kings College, London, UK.
- Osborne, J., Erdurn, S., Simon, S., & Mark, M. (2001). Enhancing the quality of argumentation in school science. *School Science Review* 82 (301), 63–70.
- Peterson, R.W., & Carlson, G.R. (1979). *A Summary of Research in Science Education-1077*. *Science Education* 63, 429–550.
- Roberts, D. (1983). *Scientific Literacy: Towards Balance in Setting Goals for School Science Programs*. Ottawa, Canada: Science Council of Canada.
- Roberts, D. (1982). Developing the concept of curriculum emphasis in science education. *Science Education* 66 (2), 243–260.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report*. Washington D.C.: American Association for the Advancement of Science.
- Shibeci, R.A. (1984). *Attitudes to science: An update*. *Studies in Science Education* 11, 26–59.
- Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse. En Kritiskfagdidaktikk*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Undervisningsministeriet. (2000). *Fysik ogaimendanneise (vol 17)*. Købennavn. Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet. Proceedings from a conference arranged by the Ministry of Education. [The theme for the volume was “Physics and Literacy”. Contributors included Svein Sjøberg, Jens Dolin and others.]
- UNESCO (2003). UNESCO and the international decade of education for sustainable development (2005–2015). *UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter*. Vol. XXVIII, no. 1–2.
- UNESCO (1993). *International Forum on Scientific and Technological Literacy for All*. Final Report. Paris: UNESCO.

LISA: NÄIDISÜLESANDED

1. ÜLESANNETE LÜHITUTVUSTUS

1. Käesolev dokument sisaldab nelja näidisülesannet, mis illustreerivad PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse võrdlusuuringu jaoks koostatavate küsimuste valikut. Seda dokumenti tuleks käsitleda koos *PISA 2006 loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokumendiga*.

1.1. Päikesetorn (S401)

2. „Päikesetorn” hindab loodusteadustealaseid teadmisi („Maa ja universum süsteemid”, „Füüsikalised süsteemid”) ning teist ja kolmandat loodusteaduslikku oskust (vt raamdokumenti). Kehtiv rakendusvaldkond on „Loodusressursid” (kattub nii valdkonnaga „Keskkond” kui ka „Uued teadmised”); ülesandel on globaalne taust ning selle raskusastet klassifitseeritakse kõrgemaks. Küsimus 7 on näide „sobiva arvamuse leidmise” hoiakute hindamise ülesande kohta – hinnatakse õpilaste pühendumust jätkusuutlikule keskkonnale.

1.2. Mõrvari tabamine (S402)

3. „Mõrvari tabamine” hindab loodusteadustealaseid teadmisi („Elussüsteemid”) ning esimest ja teist loodusteaduslikku oskust. Kehtiv rakendusvaldkond on „Uued teadmised loodusteadustes ja tehnoloogias”; peatükil on sotsiaalne taust ning selle raskusastet peetakse keskmiseks. Küsimused 6 ja 7 on näited „Likerti skaala” ülesannete kohta, mis on koostatud selleks, et hinnata vastavalt õpilaste huvi loodusteaduste vastu ja toetust teaduslikele uurimismeetoditele.

1.3. Kärbsetõrjevahend (S422)

4. „Kärbsetõrjevahendiga” hinnatakse õpilaste teadmisi loodusteaduste kohta (kõigis kategooriates) ja kolme loodusteaduslikku oskust. Ülesanne nõuab ka teadmisi „Elussüsteemidest”. Kehtiv rakendusvaldkond on „Tervis”; ülesandel on sotsiaalne taust ja selle raskusaste on keskmine.

1.4. Lumeleopardid (S431)

5. „Lumeleopardid” on ülesanne, mis kontrollib õpilaste väärarvamusi pärilikkusest ja kohanisest (vt järgnevat). Selle ülesehitus sarnaneb teiste PISA loodusteaduslikku kirjaoskust käsitlevate ülesannetega. Ülesanne hindab loodusteadustealaseid teadmisi („Elussüsteemid”) ja teist loodusteaduslikku oskust. Rakendusvaldkond on „Keskkond”; ülesandel on sotsiaalne taust ja selle raskusaste on keskmine kuni kõrge.

1.4.1. Ülesande „Lumeleopardid” loogiline printsiip

6. See ülesanne keskendub õpilaste tavapärasele väärarvamustele mõningatest geneetika aspektidest. Põhitähelepanu pööratakse pärandumismehhanismidele koos kohanisest alateema käsitlusega.
7. Väärarvamused on pärit peamiselt Edith Cowani Ülikooli loodusteaduste ja tehnoloogia professori Mark Hacklingi juhendamisel tehtud kirjanduse analüüsist, mis on osa loodusteadusliku hariduse võrdlusuuringu projektist (*the Science Education Assessment Project, SEAR*), mille on teinud ACER Austraalia Ühenduse Haridusministeeriumi tellimusel. Enne dokumendi PISA konsortsiumi meeskondadele üleandmist tuleb saada asjakohased load ja tunnustused.

8. Küsimuse spetsiifiline käsitus keskendub järgmisele.

Q1 On teada, et selleaialised õpilased tunnistavad, et ühe liigi indiviide iseloomustab märkimisväärne erinevus; samas on nad ebakindlad oma teadmistes pärandumise mehhanismist. Paljudel õpilastel on puudulik arusaam vanemate geneetilise panuse võrdsusest tunnuste pärandumises.

Q2 See ülesanne on tahtlikult n-õ väga avatud. Asjaomasest kirjandusest nähtub, et õpilased ei pea tingimata mõista, et viljastamisel toimub geenide rekombinatsioon, kuigi nad võivad teada, et geneetiline materjal (geenid, kromosoomid, DNA) rekombinatsioonis osaleb.

Q3 Enamik selleaialisi õpilasi teab, et saadud tunnused ei ole päritavad. Siiski usub mõni, et sellised tunnused võivad olla päritavad üle mõne põlvkonna.

Q4 Vähestel selleaialistel õpilastel on teaduslik arusaam mõistest „mutatsioon”. Paljud teavad selle tavapärasest tähendusest, rakendatuna harilikult ulmefilmide stsenaariumides, kus olendid muteeruvad oma eluea jooksul. Mõned õpilased annavad iseärasuse muutuda arengu vältel ka embrüotele, samal ajal kui teised usuvad, et elusolendid muutuvad, et rahuldada oma otseseid vajadusi (viimane on seotud väära arusaamisega kohanemisest).

2. ÜLESANNETE KLASSIFIKATSIOON

9. Vaadake järgmiselt leheküljelt näidisülesannete klassifikatsiooni, mis on koostatud loodusteadusliku kirjaoskuse raamdokumendi põhjal.

3. NÄIDISÜLESANDED

10. Käesolevale dokumendile on lisatud eespool kirjeldatud neli ülesannet.