

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Õpetajahariduse õppekava

Reeta Parts
LOODUSPÄDEVUSE HINDAMINE II KOOLIASTMES: UUE KÜSIMUSTEPANGA
KOOSTAMINE
Magistritöö

Juhendaja: professor Margus Pedaste

Tartu 2024

Kokkuvõte

II kooliastme looduspädevuse hindamine: uue küsimustepanga koostamine

Looduspädevus ehk loodusteaduslik kirjaoskus on vajalik oskus kiiresti muutuvast ühiskonnas igapäevaelus hakkamasaamisel. Selle oskuse õppimisel mängib olulist rolli uurimuslik õpe, mis aitab kaasa aktiivsele ja süvitsi minevale õppeprotsessile, kuna toetub õpilaste sisemisele motivatsioonile. Kui õppeprotsess on õpilastele põnev ning pakub avastamisrõõmu ja uurimiskogemust, siis on õpilaste soov õppida suurem. Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua II kooliastme looduspädevuse hindamiseks küsimustepank, mis tugineb uurimusliku õppe mudelil ning aitab hinnata eelkõige uurimuslikke teadmisi, kuid lisaks ka ainealaseid teadmisi, analüüsi-, tõlgendamise- ja kavandamisoskuseid. Seejärel hinnata loodud küsimuste kvaliteeti üksikvastuste teooria (IRT) analüüsiga ning kontrollida küsimuste ja teoreetilise mudeli vastavust kinnitava faktoranalüüsi abil. Uuringus kasutati andmete kogumisel ning analüüsimisel kvantitatiivseid uurimismeetodeid. Uuringust selgus, et loodud II kooliastme looduspädevuse testi küsimuste üldine kvaliteet oli enamasti hea. Kinnitava faktoranalüüsi tulemustest nähtus, et testi küsimused ei vastanud teoreetilisele mudelile ehk ei olnud võimalik eristada viit dimensiooni (faktorit). Ainelaste ja uurimuslike teadmisi hindavate ühefaktorilised faktoranalüüsid kinnitasid, et väikeste erisustega on võimalik neid küsimusi pärast korduvfaktoranalüüsi kasutada looduspädevuse hindamiseks.

Võtmesõnad: looduspädevuse/loodusteaduslik kirjaoskus, uurimuslik õpe, uurimusliku õppe mudel, looduspädevuse hindamine

Abstract

Assessment of science literacy in the II school level

Environmental competence, or scientific literacy, is a necessary skill for coping with everyday life in a rapidly changing society. Inquiry-based learning plays a significant role in developing this skill, as it promotes an active and in-depth learning process by relying on students' intrinsic motivation. When the learning process is engaging for students and offers the joy of discovery and investigative experience, their desire to learn is greater.

The aim of this master's thesis was to create a question bank for assessing scientific literacy in the II school level, which is based on the inquiry-based learning model. This question bank helps evaluate primarily inquiry knowledge (inquiry skills), but also science knowledge, as well as analytical skills, planning skills, interpretation skills. Subsequently, the quality of the created questions was assessed using Item Response Theory (IRT) analysis, and the

conformity of the questions to the theoretical model was checked through confirmatory factor analysis. Quantitative research methods were used in data collection and analysis in the research. The research revealed that the overall quality of the test questions for assessing scientific literacy for the second school level was mostly good. The results of the confirmatory factor analysis showed that the test questions did not correspond to the theoretical model, it was not possible to distinguish five dimensions (factors). One-factor factor analyses assessing the knowledge of science and inquiry confirmed that, with small differences, it is possible to use these questions after repeated factor analysis to assess scientific literacy.

Key words: scientific literacy, inquiry-based learning, inquiry-based learning framework, assessment of scientific literacy

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Teoreetiline ülevaade	5
<i>1.1 Loodusteaduslik kirjaoskus/pädevus</i>	5
<i>1.2 Uurimuslik õpe ja uurimusliku õppe mudel</i>	8
<i>1.3 uurimusliku õppe alusel koostatud testid</i>	11
2. Metoodika	13
<i>2.1 Valim</i>	13
<i>2.2 Andmekogumine</i>	14
<i>2.3 Andmeanalüüs ja uuringu instrument</i>	14
3. Tulemused	16
4. Arutelu	28
Tänuõnad	32
Autorsuse kinnitus	32
Kasutatud kirjandus	33
Lisad	37
<i>Lisa 1. Uurimusliku õppe mudel</i>	
<i>Lisa 2. Loodusvaldkonna tasemetööde küsimuste koostamisel kasutatavad loodusteaduste õpitulemusi iseloomustavad tunnused ja nende tasemete kirjeldused</i>	
<i>Lisa 3. Looduspädevuse test</i>	

Sissejuhatus

Tänapäevases infoühiskonnas on informatsiooni hulk ja selle kättesaadavus hüppeliselt kasvanud ja üha keerulisem on õpilastel selles infoküllastuses luua tervikpilti ehk teadmisi omavahel seostada (Pärtel, 2010). Komplekssete probleemide lahendamise oskus on üheks olulisemaks tulevikuoskuseks, mille hindamisele aga kahjuks Eestis korraldatavad riiklikud tasemetööd ja eksamid veel liialt ei keskendu (Pedaste *et al.*, 2021). Ühiskonda on vaja suurepärase loodusteadusliku kirjaoskusega inimesi, kes suudavad reageerida kiiretele ja olulistele muutustele, millel on samaaegselt nii loodus- kui ka sotsiaalteaduslik alus (Soobard *et al.*, 2021). Väga oluline on omada loodusteaduslikku pädevust, mis hõlmab endas loodusteaduslike teadmisi, uurimis- ja probleemilahendusoskusi ning suhtumist jätkusuutlikku arengusse (Põhikooli riiklik õppekava..., 2011). See võimaldab märgata igapäevaelu väljakutseid ning teha kaalutletud ja põhjendatud otsuseid, tuginedes loodusteaduslikele teadmistele ja oskustele.

Peamised teadmised ning oskused looduse ja loodusteaduste valdkonnas saavad lapsed koolist. Juba I kooliastmes hakatakse looma seoseid loodusteaduste ja igapäevaelu vahel. Kooli loodushariduse õpetamise eesmärgiks on õpetada loodusteaduslikku kirjaoskust ja vastutustunnet ning suurendada arusaamist, kuidas igapäevaelus asjad toimivad (Timonen, 2020). Praegu Eestis kehtivates õppekavades on loodusainete õpetamisel oluline õpilaskesksus. Loodusainete õpetamisel on sellest tulenevalt kesksel kohal uurimuslik õpe. Seda teostatakse õppeainete üleste praktiliste tööde ja igapäevaeluliste probleemide lahendamise läbi. Kui teadmised on omandatud kontekstis (igapäevaeluline kontekst), mis aitab luua lihtsamini seoseid, siis need teadmised omandatakse kiiremini ning püsivad kauem meeles (Rannikmäe *et al.*, 2014b). Uurimusliku õppe abil omandavad õpilased uurimuslikud oskused, mis aitavad neil edasises elus toime tulla (Gümnaasiumi riiklik õppekava..., 2011; Põhikooli riiklik õppekava..., 2011). Nüüdisaegne õpikäsitus hõlmab endas õppijakeskset lähenemist õpetamisel, õpilaste suuremat rolli enda õppeprotsessi juhtimisel (enesejuhtimist) ning koostöist lähenemist. Uurimuslik õpe ja probleemipõhine lähenemine on suurepärased meetodid, kus õppijal on oluline roll teadmiste ja oskuste omandamisel, sest selle käigus kujundatakse arusaamine loodusprotsesside ja maailmas toimuvate protsesside kohta, avastatakse seaduspärasusi (Pedaste & Mäeots, 2010).

Nüüdisaegne õpikäsitus eeldab, et keskendutakse pigem kõrgema taseme õpitulemustele, mitte pelgalt pähe õpitud valemitele ja definitsioonidele (Pedaste, 2019). Kui hinnatakse ainult ainealaseid teadmisi, siis saadakse tulemused, mis tegelikkuses ei anna

heaks looduspädevuse saavutamiseks oskusi. Need kõrged hinded, mis saadakse ainealaste teadmiste hindamisel võivad võrdsustada väga erineva taustaga lapsi. See oleks sama kui võtta kolm väga erineva ala sportlast, näiteks Michael Jordan, Tiger Woods ja Pete Sampras ning esitada neile seejärel faktiküsimusi spordi kohta, et mõõta nende sportlikku võimekust. Suure tõenäosusega saavad nad kõik silmapaistvad tulemused selles, sama ei näita need kõrged hinded tegelikult kui põhimõtteliselt erinevad nad üksteisest on. Igasugust hindamist tuleks läbi viia mitmemõõtmelisena (Falmagne *et al.*, 2003), hinnates teadmisi ja oskusi üheaegselt.

Käesoleva töö koostamisel on lähtunud Pedaste jt (2015) välja toodud uurimusliku õppe mudelist, millest lähtuvad ka seni koostatud I ja II kooliastme loodusõpetuse tasemetööd. Hetkel kasutuses olevad I ja II kooliastme loodusteaduslikke pädevusi hindavad tasemetööd tuginevad uurimusliku õppe ja otsusetegemise teoreetilistel mudelitel. Nendes hinnatakse teadmisi, analüüsi-, tõlgendamise- ja kavandamisoskuseid. Uurimuslike ülesannete lahendamisel ei aita kui küsitakse taime nime või mingeid teadmisi ilma kohta. Selleks on vaja hoopis teistlaadi teadmist nagu näiteks, mis on uurimisküsimus, kuidas püstitada hüpoteesi, kuidas tulemusi analüüsida ja tõlgendada (Pedaste & Mäeots, 2010). 2022. aastal Eestis läbi viidud II kooliastme (7. klassi) loodusõpetuse tasemetöö tulemuste analüüsist selgus, et õpilaste jaoks on kõige keerulisemad ülesanded, mis hindavad nende uurimuslikke- ja ainealaseid teadmisi (Pedaste *et al.*, 2022a). Uurimuslike teadmiste osas ei suutnud 20% õpilastest saavutada nimetatud tasemetöös madalaimat hinnatavat taset.

1 Teoreetiline ülevaade

1.1 Loodusteaduslik kirjaoskus/pädevus

Koolis õpetatava loodusteadusliku hariduse eesmärgiks on õpetada ja kujundada õpilastes loodusteaduslikku kirjaoskust ning seeläbi suurendada nende teadmisi igapäevaelus toimuva kohta (Holbrook & Rannikmäe, 2009; Timonen, 2020). Seega on loodusteadusliku hariduse üheks eesmärgiks kujundada õpilastes loodusteaduslikku kirjaoskust. Loodusteaduslikul kirjaoskusel on mitmeid definitsioone ning see koosneb mitmest erinevast komponendist. Holbrook ja Rannikmäe (2009) on öelnud, et loodusteaduslik kirjaoskus on oskus võtta vastu põhjendatud otsuseid parandamaks oma elukvaliteeti läbi selle, kui kasutatakse oma loodusteaduslikke teadmisi igapäevaelus ja tööalaselt selleks, et lahendada erinevaid probleeme. Loodusteaduslik kirjaoskus hõlmab erinevaid aspekte ning ühes määratluses väljendub see võimes loovalt rakendada loodusteaduslikke teadmisi igapäevaelus või töökeskkonnas, võimaldades lahendada mitmekesiseid olulisi probleeme ja teha põhjendatud

otsuseid, eesmärgiga parandada elukvaliteeti (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) kirjeldatakse loodusteaduslikku kirjaoskust kui võimet vaadelda, mõista ning selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalkeskkonnas esinevaid objekte, nähtusi ja protsesse. Samuti rõhutatakse oskust märgata ning määratleda elukeskkonnas tekkinud probleeme ning neid loominguiliselt lahendada kasutades selle juures loodusteaduslikku meetodit. Lisaks sellele hõlmab loodusteaduslik kirjaoskus võimet hinnata looduslikku mitmekesisust, omada vastutustundlikku ja säästvat eluviisi ning mõista looduses viibimise olulisust (Põhikooli riiklik õppekava..., 2011). Choi jt (2011) on öelnud, et loodusteaduslikku kirjaoskust saab määratleda kui oskust rakendada teaduslikke teadmisi, ära tunda teaduslikke küsimusi ja põhinedes esitatud tõenditele teha looduse ja inimtegevusega seotud otsuseid. Kokkuvõtvalt tähendab loodusteaduslik kirjaoskus oskust igapäevaelus vastutustundlikult ja teadlikult tegutseda ja käituda ning võimekust lahendada ettetulevaid probleeme ja võtta vastu põhjendatud otsuseid (Rannikmäe & Soobard, 2014). Seda püüavadki õpetajad õpilaste õpetamisel saavutada, et nad saaksid suurepäraselt igapäevaelus ettetulevate teemadega hakkama ja oskaksid kriitiliselt mõelda. Samas on uuringud näidanud, et loodusteaduslikus hariduses on märkimisväärseks probleemiks õpilaste negatiivne suhtumine ja huvi puudumine loodusteaduste suhtes (Holbrook & Rannikmäe, 2009).

Kõigile õpilastele on oluline omandada loodusteaduslik kirjaoskus, sõltumata nende tulevastest karjäärivalikutest (Choi *et al.*, 2011). See on vajalik, kuna kõik inimesed peaksid suutma rakendada loodusteaduslikke teadmisi igapäevaelus. Kahjuks on aga uuringud näidanud, et õpilaste huvi loodusteadustesse on negatiivne, vähene või lausa puudulik (Bennett *et al.*, 2006). See kõik võib mõjutada õpilaste saavutusi loodusainetes ja sealhulgas ka loodusteaduslikku kirjaoskust. Lisaks on probleemseks ka asjaolu, et õpilaste oskus kasutada oma teadmisi, mis on saadud ainetundides, on igapäevaelus vähene. Seda võiks aidata lahendada, kui kasutada õppetöös igapäevaelu taustal põhinevaid ülesandeid (Bennett *et al.*, 2006). See loob õpilastes seoseid nende enda elu ja teadmiste vahel. Loodusteadusliku kirjaoskusega inimene peab suutma rakendada tõendatud teaduslikku informatsiooni ja kasutada erinevaid oskusi, eriti oma igapäevaelus (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Samas ei pea loodusteaduslikult kirjaoskaja inimene olema loodusteadlane või isegi loodusteadusega otseselt seotud olema (Bennett *et al.*, 2006; Choi *et al.*, 2011; Holbrook & Rannikmäe, 2009).

I ja II kooliastme loodusõpetuse eesmärgiks on kujundada baasteadmised ja -oskused loodusteaduslike ainete õppimiseks ning laduda vundament loodusteadusliku mõtteviisi ning loodusteadusliku kirjaoskuse kujunemisele (Olbrei *et al.*, 2010). Esimeses ja teises

kooliastmes keskendutakse loodusteadusliku kirjaoskuse hindamisel järgmistele dimensioonidele (Pedaste *et al.*, 2019; Rannikmäe *et al.*, 2021):

- 1) Loodusteaduslikud teadmised ja oskused ning nendega seonduvad otsuste tegemise ja probleemide lahendamise oskused;
- 2) Uurimuslikud oskused, mis on aineteülesed ning sõltumatud konkreetsetest loodusteaduslikest teadmistest.

Kokkuvõttes hinnatakse õpitulemuste viit dimensiooni: ainealased teadmised, uurimuslikud teadmised, analüüsimine, kavandamine ja tõlgendamine (Pedaste *et al.*, 2019). Loodusainete tasemetöodes hinnatakse, kui võrd oskavad õpilased probleemikirjelduste põhjal sõnastada uurimisküsimusi, leida esitatud taustmaterjalidest probleemi lahendamiseks vajalikku informatsiooni ning pakkuda välja lahendusvariante (Pedaste *et al.*, 2019). Eraldi oskusena vaadeldakse, kuidas õpilane oskab oma otsust põhjendada (Pedaste *et al.*, 2019). Need dimensioonid olid aluseks ka selle töö raames koostatud testi küsimuste loomisel.

Traditsiooniline õpikäsitus on eelkõige sisule orienteeritud ja õpetajakeskne. Õppeprotsess on sellises keskkonnas loengupõhine ning õpiülesanded teoreetilised ja mitte kontekstipõhised (Õpikäsitus: teooriad..., 2017). Praktikad ei peeta selles õpikäsituses õppimise osaks. Seevastu kaasaegse õppimisteooria kohaselt keskendutakse õpetamises tähenduse ja mõistmise õpetamisele. Igapäevane õppimine toimub probleemilahendamise käigus läbi õpilaste teadmiste loomise ja oskuste arendamise (de Kock *et al.*, 2004). Samal ajal püütakse vähendada faktide, põhimõtete ning sõnavaraliste definitsioonide meeldejätmise rõhutamist, kuid mitte lõplikult neid kõrvale jättes (Bybee, 2006). Selleks, et tõeliselt loodusteadustest aru saada, peavad õpilased oma teadmisi kasutama järelduste tegemiseks ja seostama neid ümbritseva maailmaga. Riiklikest õppekavadest tulenevalt on õpetamise ja ka õppimise eesmärgiks õpilaste kriitilise mõtlemise oskuse arendamine (Vaino & Holbrook, 2014), mis on samuti kaasaegse õppimisteooria üheks aluseks. Kriitilise mõtlemise arendamine on tänapäeva ühiskonnas hädavajalik suund. Kriitiline mõtlemine hõlmab enda alla eelkõige järgmiseid kognitiivsete oskuste tasemeid: analüüs, süntees ja hindamine (Krull, 2018). Seetõttu võiksid olla tundides kasutusel väitlused, arutelud, essee kirjutamine, mõistekaardi koostamine ja mitmesugused erinevad uurimusliku õppe elemendid (sh info otsimine ning selle kriitiline hindamine) (Vaino & Holbrook, 2014). Analüüsimise, kavandamise ja tõlgendamisoskused on väärtuslikud üldised oskused, mis on vajalikud ükskõik milliste komplekssete probleemide lahendamiseks (Pedaste, 2021). Kriitilise mõtlemise ja arutlusoskuse kujundamise üheks olulisemaks võtteks on argumenteerimine (Pedaste *et al.*, 2019). Läbi argumenteerimise ja erinevate vaatenurkade esitamise õpib laps

arutlema ja põhjendama, mis toetab kriitilise mõtlemise arengut. Õpetades ei tohiks õpetajad leppida õpilaste mälu põhiste vastustega, vaid õpetada erinevaid teadmisi omavahel siduma (Erg & Kontor, 2013).

1.2 Uurimuslik õpe ja uurimusliku õppe mudel

Uurimusliku õppe idee pärineb 1960. aastatest, mil Bruner tuli raamatutes “*The Process of Education*” ja “*The Act of Discovery*” välja seisukohaga, et õpilase sisemine motivatsioon on see, mis tagab õppimise tulemuslikkuse (Bruner, 1960; Bruner, 1961, viidatud Pedaste & Mäeots, 2010 j). See viis omakorda selleni, et õpilastes tuli tekitada soov midagi avastada. Uurimusliku õppe ideestik on pärit eelmise sajandi keskpaigast ning kasvas see välja avastusõppest (Pedaste & Mäeots, 2010). Kui avastusõppe eesmärgiks on uute seaduspärasuste avastamine, siis uurimuslikus õppes on tähtis avastusprotsess (Liiber, 2010). Praegusel ajal mõistetakse uurimuslikku õpet kui ühte õppemeetodit, mis hõlmab endas uute teadmiste otsingute teekonnal ümbritseva uurimist ning juhib küsima, avastusi tegema ja neid kontrollima (Pedaste & Mäeots, 2010). Pedaste jt (2021) sõnastasid uurimusliku õppe kui protsessi, mis koosneb erinevatest etappidest ning mida on võimalik rakendada probleemide lahendamiseks erinevates ainevaldkondades. Tänapäeva hariduses on uurimuslik õpe väga tähtsal kohal (Mäeots, 2014). Loodusteaduslike oskuste ja teadmiste arendamisel on see väga oluliseks tööriistaks, mis aitab kaasa õpilaste aktiivsemale ja sügavamale õppeprotsessile, kuna toetub õpilaste loomulikule soovile õppida. Õpilased on rohkem motiveeritud ülesandeid lahendama, kui need on nende jaoks huvitavad ja olulised (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Kuna hinded ei motiveeri õpilasi sisemiselt, siis on vaja kuidagi teisiti õpilastes sisemist motivatsiooni ja huvi tekitada ning selleks ongi uuringute järgi sobilikuks meetodiks uurimuslik õpe (Mäeots, 2014). Uurimuslik õpe toetab õpilasi teekonnal saada ennastjuhtivateks õppijateks ning annab õpilastele konteksti kõigele, mida nad koolis õpivad. See on õppeprotsess, kus õpilased õpivad probleeme nägema, uurimisküsimusi ja hüpoteese sõnastama ning jõuavad planeeritud vaatluste, andmete kogumise, nende töötlemise ning järelduste tegemise kaudu ise uute teadmiseni (Liiber, 2010). Teisisõnu, uurimuslik õpe on pedagoogiline lähenemisviis, kus õpilased osalevad aktiivselt protsessides, mis imiteerivad päriselu olukordi ja võimaldavad neil avastada, uurida ja mõista teaduslikke kontseptsioone. See kõik julgustab õpilasi enda teadmisi looma ja probleeme lahendama läbi praktiliste kogemuste. Uurimuslikul õppel on väga mitmeid definitsioone. Neid üldistades saab välja tuua uurimusliku õppe neli peamist tunnust – konstruktivistlik, õppjakeskne, avastusõppele

ning teadusele põhinev meetod (Mäeots, 2014). Uurimusliku õppe eesmärk hariduses on luua püsivaid uurimuslike teadmised ja oskuseid tulevikuks ning läbi selle on õpilasel võimalik olla teadlase rollis (Mäeots, 2014). Pedaste jt (2015) on uurimusliku õppe kohta öelnud, et see on meetod, kus õpilane saab enda eelnevatele kogemustele ja teadmistele toetudes viia läbi katseid ning vaatlusi ja nende käigus avastab enda jaoks uusi seaduspärasusi.

Uurimusliku õppe käigus saavad õpilased esitada küsimusi, formuleerida hüpoteese, koguda andmeid, analüüsida tulemusi ning jõuda iseseisvalt järeldusteni. See mitte ainult ei arenda nende teadmisi teaduslikest teemadest, vaid edendab ka kriitilist mõtlemist, probleemilahendamisoskust ja koostöövõimet (Mäeots, 2014). Uurimusliku õppe eesmärgiks on näidata õpilastele, kuidas olla uudishimulik, kuidas probleeme määratleda ja kuidas neid lahendada. Uurimispõhine õpe seab prioriteediks probleemid, mis nõuavad kriitilist ja loovat mõtlemist, et õpilased saaksid arendada oma võimet esitada küsimusi, kavandada uurimist, tõlgendada tõendeid, kujundada selgitusi ja argumente ning formuleerida ja teistele esitada järeldusi (Pedaste & Mäeots, 2010). Oluline on siinkohal, et uurimuslik õpe julgustaks õpilasi mõtlema teaduslikele küsimustele loominguiliselt ning aitaks neil mõista teadusliku meetodi olulisust teadmiste omandamisel, mitte ei suunaks õpilasi ainult uurima ja seoseid loomata.

Mitmed uuringud (Mäeots, 2014; Pedaste & Mäeots, 2010; Pedaste *et al.*, 2015) on näidanud, et uurimusliku õppe kasutamine tõstab õppeedukust. Lisaks peetakse loodusteaduste puhul uurimuslikku õpet kõige sobivamaks õppemeetodiks, sest selle läbi saavad õpilased tunnis teadmisi ja oskusi, kuidas lahendada igapäevaelust tulenevaid loodusteadusliku sisuga probleeme ning võtta vastu põhjendatud otsuseid. Uurimuslik õpe aitab viia õpilasi kaugemale lihtsalt teadmiste meeldejätmisest ning viib lähemale teadmiste rakendamiseni uutes olukordades, seoste loomiseni, teadmiste hindamise ning uute teadmiste loomiseni. See toetab igati järjest laiemalt omaks võetavat konstruktivistlikku õppimisteooriat, mille keskne idee on, et tulemuslik õppimine toimub siis, kui õpitu enda jaoks mõtestatakse ja olemasolevate teadmistega seostatakse (Krull, 2018; Liiber, 2010). Uurimuslikud oskused on olulisel kohal loodusõpetuse ainekavas ja neid on nimetatud ka keemia, füüsika, geograafia ja bioloogia ainekavades. Siinkohal on aga oluline, et erinevate loodusainete õpetajad teeksid omavahel koostööd, et uurimisoskused oleksid ülekantavad erinevatesse loodusainetesse ja ka teistesse eluvaldkondadesse (Pedaste & Mäeots, 2010).

Tegevused loodusteaduslikes ainetes peaksid hõlmama vaatlusi, küsimuste küsimist, raamatute ja muude teabeallikate lugemist, uurimist, kogumist, analüüsimist, ennustamist, selgitamist ja tulemuste esitamist (Maxwell *et al.*, 2015). Faktide päheõppimine ei suurenda loodusteaduslikes ainetes õpilaste oskusi, küll aga suurendab oskusi uurimine ja arutlemine

(Maxwell *et al.*, 2015). Uurimuslik õpe aitab arendada õpilaste arusaamist ümbritsevast maailmast läbi õpilaste iseseisva teadmiste kogumise ning probleemide lahendamise. Uurimusliku õppe kaudu ei õpi õpilased mitte ainult küsimusi esitama ja vastuseid leidma, vaid õpivad ka, milliseid küsimusi on oluline küsida ning seeläbi toetab uurimuslik õpe kriitilise mõtlemise oskust, mis on igapäevategevustes vajalik oskus (Maxwell *et al.*, 2015). Uurimuslik õpe on aga aeganõudev ning eeldab õpetaja poolt suurt ettevalmistust ning põhjalikku arusaamist uurimusliku õppe olemusest ning muutuseid nende senistes mõtteviisides ning õpetamismeetodites (Silm *et al.*, 2017). Praegu kasutusel olevad I ja II kooliastme loodusõpetuse tasemetööd on ülesse ehitatud uurimusliku õppe mudeli kohaselt, kus on sees ülesanded, mis aitavad hinnata lisaks teadmistele ka mõtlemisoskusi (Pedaste *et al.*, 2019).

Pedaste jt (2015) uurisid 32-te artiklit ja koostasid nende põhjal ühtse etappide tsükli – uurimusliku õppe mudeli, mis on mudelina välja toodud lisas 1. Erinevates allikates esinenud etapid jaotati järgnevate uurimusliku õppe etappide alla: suunaseadmine, probleemi avamine/hüpoteeside sõnastamine, uurimine, järeldamine, arutelu. Suunaseadmisega tekitatakse õpilastes huvi teema vastu ja leitakse ning defineeritakse probleem. Probleemi avamise käigus sõnastavad õpilased uuritavad küsimused (uurimisküsimused) või teooriale tuginevad hüpoteesid. Uurimise etapi käigus planeerivad õpilased andmekogumise, kogutakse vajalikud andmed ning analüüsitakse ja tõlgendatakse kogutud andmeid. Andmekogumise etapis koguvad õpilased taustinfot lähtuvalt uurimisküsimusest. Katsetamise käigus õpilased planeerivad ja viivad läbi katse, analüüsitakse andmeid ning leitakse kogutud andmetele tähendus ja toimub ka uute teadmiste süntees. Uurimise etapi lõpptulemuseks on andmete tõlgendamine, mis võimaldab naasta algse uurimisküsimuse või hüpoteesi juurde ja teha järeldusi küsitud või oletatud kohta. Järeldamise etapis esitatakse uuringu põhijäreldused. Õppijad käsitlevad oma esialgseid uurimisküsimusi või hüpoteese ning jõuavad järeldusteni, kas nad said vastused nendele. Selle etapi tulemuseks on lõplik järeldus uurimispõhise õppe tulemuste kohta, vastates uurimisküsimustele või hüpoteesidele. Arutelu etapis õpilased esitlevad oma avastusi ja järeldusi teistele ning saavad teistelt tagasisidet. Arutelu sisaldab suhtlemise ja refleksiooni alamfaase. Refleksiooni osas hinnatakse oma tehtud tööd ja enda panust töösse. Lisaks traditsioonilisele arutelu etapile toimub arutelu kõikide teiste etappidega paralleelselt, ehk kogu uurimuslikku õppe vältel. (Pedaste *et al.*, 2015) Uurimusliku õppe mudeli juures on oluline, et küsimused viivad läbi uurimise ja avastamise vastusteni, mis võivad omakorda viia uute küsimusteni. Pedaste jt (2015) väljatöötatud

uurimusliku õppe mudel on olnud aluseks ka käesoleva magistritöö raames koostatud II kooliastme looduspädevuse testi küsimuste väljatöötamisel ja ülesehitamisel.

1.3 Uurimusliku õppe alusel koostatud testid

Praegune ühiskond vajab iseseisvalt mõtlemaid ja algatusvõimelisi inimesi, millest tulenevalt muutub järjest olulisemaks probleemide nägemine ja nendele lahenduste pakkumine (Liiber, 2010). Põhiteadmiste õpetamise kontekstis peavad õpilased õppima ka tänapäeva maailmas edu saavutamiseks vajalikke olulisi oskusi, nagu kriitiline mõtlemine, probleemide lahendamine, suhtlemine ja koostöö (Partnership for..., 2009). Lisaks põhiteadmiste õpetamisele on oluline edendada ka akadeemilise sisu mõistmist palju kõrgemal tasemel, milleks on vajalik põimida põhiainetesse 21. sajandi interdistsiplinaarseid teemasid nagu näiteks globaalne teadlikkus, finants-, majandus-, äri- ja ettevõtlusalane kirjaoskus, kodanikukirjaoskus, tervisealane kirjasoskus ja keskkonnaalane kirjaoskus (Partnership for..., 2009). Loodusõpetuses pannakse õpilaste interdistsiplinaarsele mõtlemisele alus, kuna keskendutakse loodusteaduslike teadmiste omandamisele, uurimuslike oskuste ja loodusteadusliku meetodi rakendamisele ning loodusteaduslike küsimustega tegelemist toetavate hoiakute ja väärtushinnangute kujundamisele (Olbrei *et al.*, 2010). Keskendumine loovusele, kriitilisele mõtlemisele, suhtlemisele ja koostööle on õpilaste tulevikuks ettevalmistamisel hädavajalik (Partnership for..., 2009).

Iga õpilase teadmisi kontrolliva testi puhul on oluline, et see oleks kvaliteetne, õpetaks õpilasele oma teadmiste rakendamist ja võimaldaks õpetajal anda tagasi- või edasisidet ning annaks õpetajale endale edasi- või tagasisidet (Krull, 2018). Teste, mis kontrollivad teadmisi, on erinevaid: lünktekstid, vabavastustega testid, valikvastustega testid, vastavustestid jne. Üha rohkem muudetakse teadmiste kontrollimist arvutipõhiseks (Rats, 2023). Tagasi- või edasiside kogumise eesmärgist sõltuvalt sobivad selleks erinevad meetodid. Kui eesmärgiks on teada saada õpilaste arvamust, mida muuta või mis meeldis, siis seda võimaldavad tagasiside küsimustikud ja intervjuud (Krull, 2018). Juhul kui on soov teadmiste hindamist tagasiside saamiseks kasutada, siis on kõige mõistlikum meetod selleks test. Testidest saab tagasisidet nii õpetamise efektiivsuse kui ka õpilaste teadmiste kohta (Krull, 2018). Sellest tulenevalt saab edasisidet õpetajale anda.

PISA uuringud on näidanud, et Eesti õpilased lahendavad paremini töövihiku ülesannetele sarnanevaid probleemi lahendamise ülesandeid, milles on toodud kogu ülesande lahendamiseks vajalik teave (Rannikmäe & Soobard, 2014a). Õpilasi õpetatakse lahendama

tüüpülesandeid ja kui esinevad teistsuguse ülesehitusega ülesanded, siis ei pruugita uute ülesannetega hakkama saada, kuigi teadmised selleks on olemas. Erinevate testide puhul tuleks õpilastele pakkuda ülesannete kaudu võimalust ennast ületada, lahendades näiteks igapäevaelust võetud loodusteadusliku sisuga probleeme või võttes vastu põhjendatud otsuseid õpitust erinevas kontekstis (Holbrook & Rannikmäe, 2009). Loodusteaduste õppimisel on oluline tagada õpilaste jõudmine kõrgematele loodusteadusliku kirjaoskuse tasemetele (Rannikmäe & Soobard, 2014a). Seda saab teha, pakkudes lisaks ainealaste teadmiste testimisele ka võimalust lahendada erinevaid igapäevaelust tulenevaid loodusteadusliku sisuga probleeme ning võtta vastu põhjendatud otsuseid (Rannikmäe & Soobard, 2014a). Kõike seda aitab saavutada ning toetab uurimusliku õppe kasutamine loodusainete tundides.

Nagu juba eelnevalt mainitud, siis II kooliastmes hinnatakse tasemetööga õpitulemuste viit komponenti: ainealane ja uurimuslik teadmine, analüüsimine, kavandamine ning tõlgendamine (Pedaste *et al.*, 2019). Analüüs, süntees ja hinnangu andmine nõuavad kõrgemaid kognitiivseid võimeid, samas kui teadmisküsimused nõuavad vaid madalamaid kognitiivseid võimeid (Erg & Kontor, 2013). Küsimuste raskusaste määratakse selle järgi, milliseid oskusi need nõuavad. Lisas 2 on kirjeldatud looduspädevuse testidega hinnatavad tunnused ja nende tasemete kirjeldused. Loodusainete tasemetöös hinnatakse, kui võrd oskavad õpilased probleemikirjelduste põhjal sõnastada uurimisküsimusi, leida esitatud taustamaterjalidest probleemi lahendamiseks vajalikku informatsiooni ning pakkuda välja lahendusvariante (Pedaste *et al.*, 2019). Eraldi oskusena vaadeldakse, kuidas õpilane oskab oma otsust põhjendada (Pedaste *et al.*, 2019). Et samas vanuses õpilaste oskusi hinnata, tuleb eri aastatel kasutada teste, mis mõõdavad samu pädevusi ja on sarnase raskusastmega (Pedaste *et al.*, 2019; Loodusteaduslik kompetentsus, *s.a.*). Juhindudes eelnevast koostas töö autor II kooliastme looduspädevuse hindamiseks mõeldud testile kontekstipõhiseid igapäevaelulisi stsenaariume ja küsimusi, mis hoiaksid õpilaste motivatsiooni testi täitmisel kõrgena. Olemasolevas II kooliastme loodusõpetuse tasemetöö küsimustepangas ei ole veel piisavalt uurimuslikke teadmisi hindavaid küsimusi. Nendest kahest põhjusest ajendatult on minu magistr töö eesmärkideks:

- Koostada II kooliastme looduspädevuse hindamiseks küsimustepank, mis tugineb uurimusliku õppe mudelil ning aitab hinnata eelkõige uurimuslikke teadmisi, kuid lisaks ka ainealaseid teadmisi, analüüsi-, tõlgendamise- ja kavandamisoskuseid.
- Koostatud küsimuste kvaliteedi hindamine tuginedes IRT analüüsile.

- Koostatud küsimuste ja teoreetilise mudeli vastavuse kontrollimine kinnitava faktoranalüüsi abil.

Eesmärkidest lähtuvalt on püstitatud järgmised uurimisküsimused:

- Milline on loodud II kooliastme looduspädevuse testi ülesannete kvaliteet ning sobivus looduspädevuse tulemuslikkuse hindamiseks?
- Kuidas sobituvad loodud testi ülesanded looduspädevuse testi teoreetilise struktuuriga?

2 Metoodika

Magistritöö uurimisprobleemist ja eesmärkidest lähtuvalt moodustati mugavusvalim ja koostati uuringuinstrument. Töö andmete kogumisel ning analüüsimisel toetuti kvantitatiivsele uurimismeetodile. Töös püstitatud uurimisküsimustele vastamiseks koostati neli erineva temavaldkonna küsimuste plokki/stsenaariumi, mis põhinesid II kooliastme loodusõpetuse materjalidel. Testi tulemusi analüüsiti kolmel erineval moel: kirjeldav ülevaade (kirjeldav statistika ja korrelatsioonanalüüs), üksikvastuste teooria analüüs (IRT) ja faktoranalüüs. Metoodika peatükis antakse täpsem ülevaade valimist, andmekogumisest ja andmeanalüüsist.

2.1 Valim

Uuringus kasutati mugavusvalimit (Cohen *et al.*, 2007), kus valiti välja töö autorile tuttavad loodusainete õpetajad, kes olid nõus enda klassidega tunnis testi lahendama. Magistritöö valimi moodustasid 189 Tartu põhikoolide 6. klassi õpilast. II kooliastme looduspädevuse tasemetöö valimiks on tavaliselt 7. klassi õpilased, kes on äsja lõpetanud II kooliastme. Tasemetöö toimub õppeaasta alguses, sügisel. Antud töö valimiks said 6. klassi õpilased, kuna testi katsetamise hetkel, aprillis, on nemad oma teadmiste poolest sobivamad kui 7. klassi õpilased.

Valimi moodustamisel, hilisemal andmete analüüsil ja nende esitamisel toetuti eetikareeglitele (Tartu Ülikooli eetikaveeb, 2023). See tähendab, et olulisel kohal oli uuritavate vaba tahe osaleda testi täitmisel, mille juures tagati ka uuritavate konfidentsiaalsus. Kuna õpilasi testi täitmisel ei identifitseeritud ning andmeid seetõttu ei kasutatud isikustatult, siis eraldi kirjalikku nõusolekut ei kogutud.

2.2 *Andmekogumine*

Antud magistritöö eesmärgiks oli koostada loodusteadusliku kirjaoskuse hindamiseks uusi uurimusliku õppe mudelil põhinevaid küsimusi. Uurimistöö läbiviimiseks koostati II kooliastme loodusõpetuse õppekavale vastav, igapäevaelulisel kontekstil põhinevate ülesannetega test. Sellega hinnati loodusteaduste õpitulemusi viie kirjeldatava tunnuse lõikes neljal erineval tasemel. Need tunnused on ainealased ja uurimuslikud teadmised, tõlgendamisoskused, kavandamisoskused ja analüüsisoskused.

Andmete kogumise vahendiks on veebikeskkonna test UT LimeSurvey keskkonnas. Antud vahendi kasuks otsustati, kuna antud keskkonnas on testi koostamiseks väga mitmekesised võimalused, see on vabalt kasutatav, vastuste eksport toimub väga mugavalt ning pärast andmete mõningast korrastamist on testi vastuseid võimalik analüüsida IRT analüüsi ja faktoranalüüsi abil ning teostada kirjeldav ülevaade.

Välja valitud õpetajatele saadeti testi link ning nemad said omale sobival ajal selle 6. klassi õpilastega läbi viia. Testi täitmine toimus arvutis. Ajaliselt kestis test 45 minutit ehk üks loodusõpetuse tund.

2.3 *Andmeanalüüs ja uuringu instrument*

Uurimistöö läbiviimiseks koostati II kooliastme loodusõpetuse õppekavale vastav, igapäevaelulisel kontekstil põhinevate ülesannetega test (lisa 3). Ülesannete valikul arvestati teaduskirjanduses välja toodud loodusteadusliku kirjaoskuse komponentidega, mida on võimalik mõõta kirjaliku testiga. Test koosnes neljast erinevast stsenaariumist (ülesandest), milles igaühes oli 5–9 küsimust. Kokku oli testis 26 küsimust. Küsimuste kodeeringus on esimene täht küsimusteploki teema tunnustäht (p = pargi saladused, v = mängime veega, j = jäätmed, s = suusatamine) ning number küsimuse järjekorranumber küsimusteplokis. Järgmised kaks või kolm tähte tähistavad hinnatud looduspädevuse komponenti: ATe – ainealased teadmised, UTe – uurimuslikud teadmised, An – analüüsisoskused, Ka – kavandamisoskused, To – tõlgendamisoskused). Sellele järgnev number tähistab küsimuse taset (1 = algtase, 2 = kesktase, 3 = kõrgtase, 4 = tipptase).

Kogutud andmetega teostati kolm analüüsi: kirjeldav ülevaade (kirjeldav statistika, korrelatsioonanalüüs), üksikvastuste teooria analüüs (IRT) ja faktoranalüüs. UT LimeSurvey keskkonnast eksporditi kõik vastused Microsoft Excel faili ning korrastati vastuste tabel. Nimetatud programmis on koostatud esimene analüüs – kirjeldav ülevaade (kirjeldav statistika ning korrelatsioonanalüüs).

Testi ülesannete kvaliteedi analüüsimiseks kasutati lisaks kirjeldavale statistikale üksikvastuste teooria analüüsi (IRT) üheparameetrilist mudelit. Andmeanalüüsiks kasutati WINSTEPS programmi versiooni 5.3.2.0 Rasch mudeli meetodil (Linacre, 2020). IRT kasuks otsustati seetõttu, et see mudel kirjeldab tõenäosuslikult suhte tugevust individuaalse vastuse ja testi küsimuste vahel. Ehk üheparameetiline mudel paigutab vastaja võime ja küsimuste raskusastme samale skaalale. IRT analüüsi ülesannete ja õpilaste reliaablus võimaldavad hinnata ülesannete keerukuse mõõtmise korratavust ja õpilaste oskuste mõõtmistulemuste korratavust (Kuum, 2020). Reliaabluse ehk üldistatavuse kontekstis loeti aktsepteeritavateks ja headeks tulemusteks näitajaid, mis ületasid 0,8 piiri (Bond & Fox, 2001). *Infit*- ja *outfit*-indekseid vaadeldi selleks, et kirjeldada koostatud looduspädevuse testi ülesannete sobivust ja potentsiaali panustada heasse looduspädevuse mõõtmisvahendisse. Keskmise *infit* ja *outfit* väljendavad *Infit* MNSQ ja *Outfit* MNSQ indekseid, mis näitavad kuivõrd on konkreetse ülesande eest prognoositud punktid kooskõlas õpilaste tegelikult saadud punktidega. Siinkohal loeti aktsepteeritavaks väärtuste vahemikku 0,7–1,3 jäävad indeksid (võetud WINSTEPS'i kasutusjuhendist <https://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm>). Üksikvastuste teooria analüüsiks muudeti hindamiskaalat selliselt, et kõikide ülesannete uueks maksimumiks sai 8 punkti. IRT suurimaks eeliseks on see, et õpilaste oskustaset on võimalik hinnata isegi siis, kui õpilane ei ole testi täielikult läbinud ning see põhineb eeldusel, et inimeste vastused küsimustele on seotud nende omaduste või oskustega ning mitte ainult küsimuse keerukusega (Kuum, 2020). IRT analüüsi puhul vaadeldi veel keerukust (*measure*), korrelatsiooni (*PTMA*), oodatud korrelatsiooni (*PTMA-E*) ja küsimuse prognoositud diskriminatsiooni (*discrimination*). Korrelatsiooni puhul loeti rahuldavateks küsimused tugevama kui 0,20 korrelatsiooniga ja kõrgema kui 0,30 korrelatsiooniga headeks (Pedaste *et al.*, 2022b). Prognoositud diskriminatsiooni puhul loeti rahuldavateks küsimused, mille vastav kvaliteedinäitaja oli vahemikus 0,5–2,0 (Pedaste *et al.*, 2022b).

Teoreetilise mudeli ja kogutud andmete vastavuse kontrollimiseks kasutati kinnitavat faktoranalüüsi MPlus-i versiooniga 8.10 (Muthén & Muthén, 2018). Kinnitav faktoranalüüs kontrollib teooria põhjal loodud mudeli kooskõla andmetega (Tooding, 2014). Kinnitavas faktoranalüüsis vaadeldi kõiki tunnuseid pidevatena ja analüüsiks kasutati suurima tõepära meetodit. Teoreetilise mudeli ja kogutud andmete vastavuse hindamiseks kasutati järgmisi mudeli sobivusindekseid: χ^2/df , RMSEA (*root mean square error of approximation*), CFI (*comparative fit index*), TLI (*Tucker-Lewis index*), SRMR (*standardized root mean square residual*). Andmemudel loeti väga hästi andmeid kirjeldavaks, kui $\chi^2/df < 2$; RMSEA $< 0,06$

(aktsepteeritav 0,08); CFI > 0,95 (aktsepteeritav 0,90); TLI > 0,95 (aktsepteeritav 0,90) ja SRMR < 0,08 (Bowen & Guo, 2011; Hu & Bentler, 2009).

3 Tulemused

Antud töö raames koostatud II kooliastme looduspädevuse testile vastas 189 Tartu linna põhikoolide 6. klassi õpilast. Tabelis 1 on esitatud tulemuste kirjeldav statistika üksikküsimuste lõikes. Sellest nähtub, et P3_UTe_2, J4_To_3, J7_UTe_3 ja S4_Ka_1 keskmised punktiskoorid on väga madalad, samas ei ole ühegi küsimuse puhul standardhälve väga madal. Küsimuses P3_UTe_2 oli vaja õpilastel järjestada uurimistöo etapid õigesse järjekorda. J4_To_3 küsimuses tuli õpilastel teha otsus, kas katse tegemiseks on kõik tingimused sobilikud ja kui ei ole, siis mis vajaks muutmist. Küsimused J7_UTe_3 tuli õpilastel nimetada, mida nimetatakse uurimistöös järeltuleks. Ja viimases madala keskmisega küsimuses, S4_Ka_1 tuli õpilastel nimetada viis asja, mida läheb neil vaja, et kirjelduses olev katse läbi viia.

Kogu teksti maksimaalne võimalik punktisumma oli 68 punkti. 189 õpilase testi lahendustest 8 tulemus oli suurema punktidega skooriga kui 50. Kõige enam saadi testi täitmisel 60 punkti (tabel 1), kuuel korral saadi 51 punkti ja ühel korral ka 50 punkti. Alla 10 punkti sai 5 õpilast. Kogu looduspädevuse testi tulemused üle kõigi ülesannete olid keskmise väärtusega 30,36 punkti (SD = 12,85) (tabel 1), mis annab keskmiseks tulemuseks 44,65% maksimaalsest tulemusest. Ainult ühe küsimuse (S7_UTe_3) juures ei ole vähemalt ühe õpilase poolt saadud maksimumpunkte.

Tabel 1. Looduspädevuse testi kirjeldav statistika (n=189)

Küsimused	Keskmine	SD	Minimaalne punktisumma	Maksimaalne punktisumma
Kokku	30,36	12,85	0	60
P1_ATe_2	3,70	0,77	0	4
P2_ATe_2	1,28	0,64	0	2
P3_UTe_2	2,98	1,33	0	6
P4_UTe_3	1,17	0,77	0	2
P5_ATe_3	1,51	0,70	0	2
V1_ATe_1	2,12	1,00	0	3
V2_UTe_2	1,21	0,59	0	2
V3_An_2	0,98	0,67	0	2
V4_UTe_3	1,43	0,68	0	2
V5_UTe_2	0,60	0,49	0	1
J1_ATe_1	6,22	1,40	0	8

Üksikküsimuste kvaliteedi hindamiseks läbi viidud IRT analüüsi tulemused on esitatud tabelis 2. Tulemused näitavad, et testi mitmed küsimused ei ole sellise keerukusega nagu need olla võiksid tasemete kirjelduse põhjal. Küsimused P4_UTe_3, P5_ATe_3, J3_Ka_3, V4_UTe_3, J6_UTe_4 ja S5_Ka_3 osutusid oodatust lihtsamaks. Küsimus S4_Ka_1 osutus keerukamaks ning lisaks oli selle küsimuse prognoositav diskriminatsioon väga madal (küsimus ei sobi kõige paremini õpilaste eristamiseks). Kirjeldava statistika põhjal oli küsimuse S4_Ka_1 keskmine väga madal (tabel 1) ning IRT analüüsi järgi oli selle küsimuse prognoositud eristuskordaja (*estim discr.*) -0,28 (tabel 2), ehk see küsimus tõesti pole kõige paremini õpilasi eristav. Selle küsimuse puhul tasuks edasiseks kasutamiseks viia sisse muudatusi. Samuti madalate keskmistega olnud küsimuste J7_UTe_3 ja J4_To_3 prognoositud eristuskordajad on väga heade näitajatega ning nendega ei tarvitse midagi edasi võtta. Mõningatel juhtudel oli infit ja/või outfit väljaspool soovitud vahemikku (0,7–1,3), mis näitab seda, et need küsimused sobivad õpilaste eristamiseks kas väga üldisel tasemel (suurte erinevuste määramiskes) või väga kitsal tasemel (tugevamate ja nõrgemate eristamiseks teistest).

Tabel 2. Looduspädevuse testi küsimuste kvaliteedinäitajad IRT analüüsi põhjal

Küsimus	Tüüp ¹	Keerukus ²	Infit ³	Outfit ³	Korr. ⁴	Ood.korr. ⁵	Progn.diskr. ⁶
	<i>Grouping</i>	<i>Measure</i>	<i>In.MSQ</i>	<i>Out.MSQ</i>	<i>PTMA</i>	<i>PTMA-E</i>	<i>Discrim.</i>
P1_ATe_2	1	-1,33	2,50	2,49	0,31	0,32	1,01
P2_ATe_2	2	-0,20	0,96	1,84	0,38	0,58	0,88
P3_UTe_2	3	-0,07	0,99	1,00	0,42	0,41	1,00
P4_UTe_3	4	-0,31	1,05	1,03	0,33	0,25	0,99
P5_ATe_3	2	-0,4	0,93	1,06	0,58	0,53	1,22
V1_ATe_1	2	-0,29	1,01	1,27	0,44	0,55	0,68
V2_UTe_2	4	-0,37	0,61	0,61	0,38	0,25	1,80
V3_An_2	4	0,07	0,75	0,76	0,36	0,26	1,73
V4_UTe_3	4	-0,86	0,91	0,90	0,46	0,23	1,19
V5_UTe_2	4	-0,34	1,71	1,69	0,40	0,25	-0,14
J1_ATe_1	1	-0,48	0,66	0,67	0,37	0,48	0,81
J2_UTe_2	4	0,05	0,86	0,86	0,49	0,26	1,63
J3_Ka_3	4	-0,35	0,82	0,82	0,46	0,25	1,52
J4_To_3	2	0,91	1,20	1,78	0,26	0,37	1,06
J5_UTe_3	2	0,46	1,33	1,36	0,53	0,53	1,29
J6_UTe_4	2	0,31	1,04	0,95	0,61	0,57	1,11
J7_UTe_3	2	1,11	1,03	0,74	0,37	0,30	1,12
S1_An_2	4	0,18	0,91	0,91	0,14	0,26	1,09

S2_ATe_2	4	-0,01	0,59	0,59	0,37	0,26	2,13
S3_UTe_2	4	0,23	0,70	0,71	0,44	0,26	1,87
S4_Ka_1	2	0,45	0,74	0,73	0,50	0,53	-0,28
S5_Ka_3	4	-0,44	1,23	1,23	0,47	0,25	0,86
S6_UTe_2	2	0,11	1,80	1,76	0,46	0,59	1,32
S7_UTe_3	2	0,69	0,69	1,24	0,38	0,46	0,64
S8_To_2	4	0,31	1,08	1,07	0,27	0,25	0,86
S9_UTe_3	2	0,58	0,99	0,86	0,56	0,52	1,21

¹ Küsimuste tüübid: 1 = pildi valik, 2 = avatud vastus, 3 = tulpades valikute sidumine, 4 = valikvastuseline küsimus kahe õige vastusega (märkeruut, õigete vastuste arv on ette öeldud).

² Küsimuse keerukuse mõõt: väärtusega 0 on keskmise keerukusega küsimus, miinusega on lihtsamad ja plussiga keerukamad küsimused).

³ Infit ja Oufit näitavad, kui hästi vastab õpilaste skoor iga küsimuse puhul eeldatavale skoorile õpilaste kogu testi skoori ja küsimuste keerukuse põhjal.

⁴ Korrelatsioon 1PL IRT mudeli alusel prognoositud vastajate võimekuse skoori ja tegeliku skoori vahel

⁵ Oodatud korrelatsioon 1PL IRT mudeli alusel prognoositud vastajate võimekuse skoori ja tegeliku skoori vahel.

⁶ Küsimuse prognoositud diskriminatsioon (õpilaste eristamise võime) – prognoositav eristamisvõime, kui andmed oleks analüüsitud kasutades 2PL IRT mudelit.

Tabelist 3 on nähtav, et küsimuste P1_ATe_2, J1_ATe_1, J5_UTe_3, J6_UTe_4, S1_An_2, S5_Ka_3 hindamisskaalades oleks ehk vaja teha muudatusi. Iga järgnev küsimuse võimekuse keskmise väärtus peaks olema eelnevast suurem. Ehk kõrgem punktisumma peaks eeldama ka kõrgemat võimekust. Samas on kõikide nende küsimuste eristusvõime (prognoositud diskriminatsioon) hea. Hindamisskaala kitsendamine näiteks küsimuse P1_ATe_2 või hindamisskaala laiendamine küsimuse J5_UTe_3 puhul võiks pakkuda suuremat eristusvõimet ja täpsemat hindamist. Laiendatud või kitsendatud hindamisskaala annaks sellisel juhul täpsemat tagasisidet vastajate oskuste kohta. Küsimuse P1_ATe_2 praeguse hindamisskaala puhul ei eristu, et 3 punkti saajad oleksid testi täitmisel keskmiselt võimekamad kui 2 punkti saajad. Kuid selle küsimuse puhul ei ole ratsionaalne hindamisskaalat muuta, kuna tegemist on pildi ja puu nimetuse kokku viimise ülesandega, kus punkti sai õpilane siis, kui viis puu pildi ja selle nimetuse õigesti kokku. J1_ATe_1 küsimuse praegusest hindamisskaalast ei eristu, et 1 punkti saajad oleksid võimekamad kui 0 punkti saajad ja 6 punkti saajad ei oleks justkui võimekamad kui 5 punkti saajad. Hindamisskaala on selle küsimuse puhul väga lai ning siinkohal annaks teha kitsendusi. Kui praeguses hindamisskaalas sai õpilane ühe punkti iga õigesti vastatud jäätmeliigi eest, siis tabelist 3 nähtuvate andmete põhjal võiks hindamisskaala viia 5-punktilisele skaalale. Mitte ühegi õige vastuse puhul saaks õpilane endiselt 0 punkti, 1–3 õiget vastust annaks muutmise järel 1 punkti, 4–5 õiget vastust 2 punkti, 6–7 õiget vastust annaks 3 punkti ja kõik õiged

vastused annaksid 4 punkti. See vajaks aga kindlasti edasist empiirilist kontrolli, et kas uus hindamiskaala on parem. J5_UTe_3 ja S5_Ka_3 küsimuste juures ei eristu, et 1 punkti saajad oleksid võimekamad kui 0 punkti saajad. Nende küsimuste puhul on keeruline hindamiskaalade muutmise, kuna valima peab viiest vastusevariandist kaks õiget. Proovida võiks kahe vastusevariandi asemel ühe küsimist, ehk õpilasel tuleks viie vastusevariandi hulgast valida 1 õige vastus. See võiks võimekamaid õpilasi paremini teistest eristada. Kindlasti vajaks see edasist empiirilist kontrolli, et kas on parem lahendus. Küsimuse S1_An_2, kus samuti tuleb valida viiest vastusevariandist kaks õiget, praeguse hindamiskaala korral ei eristu, et 2 punkti saajad oleksid keskmiselt võimekamad kui 1 punkti saajad. J6_UTe_4 küsimuse praegune hindamiskaala ei erista 2 punkti saajad keskmiselt võimekamana, kui 1 punkti saajad. Selle küsimuse praegune hindamiskaala on neljapunktiline, kuid võiks edaspidi olla 5-punktiline. Testimise käigus sai J6_UTe_4 küsimuse puhul hinnatud selliselt, et ühe punkti sai õpilane, kui ta oli tuvastanud kaks vigast lauset tekstis ja 1 punkti iga õige paranduse eest, ehk maksimaalselt võis saada 3 punkti. 0 punkti sai õpilane, kui ta ei olnud midagi õigesti vastanud. Uue hindamiskaala korral võiks õpilane saada iga tuvastatud vigase lause eest 1 punkti ja 1 punkti iga õige paranduse eest (kokku maksimaalselt 4 punkti). Kindlasti tuleks uut hindamiskaalat enne küsimuse edasist kasutamist uuesti empiiriliselt kontrollida.

Tabel 3. Looduspädevuse testi üksikküsimuste punktide saamiseks vajalik võimekus

Küsimus	Punktid	Korrigeeritud punktid	Võimekuse keskmine (<i>Ability mean</i>) ¹
P1_ATe_2	0	0	-0,67
	1	2	-0,65
	2	4	-0,18
	3	6	-0,60
	4	8	0,07
P2_ATe_2	0	0	-0,25
	1	4	-0,05
	2	8	0,19
P3_UTe_2	0	0	-0,34
	1	1	-0,15
	2	2	-0,10
	3	4	0,06
	4	5	0,07
	5	7	0,17
P4_UTe_3	6	8	0,71
	0	0	-0,21
	1	4	0,05
	2	8	0,13
P5_ATe_3	0	0	-0,34
	1	4	-0,22
	2	8	0,19

Looduspädevuse hindamine II kooliastmes: uue küsimustepanga koostamine 22

Küsimus	Punktid	Korrigeeritud punktid	Võimekuse keskmine (<i>Ability mean</i>) ¹
V1_ATe_1	0	0	-0,25
	1	2	-0,23
	2	5	-0,02
	3	8	0,21
V2_UTe_2	0	0	-0,34
	1	4	0,01
	2	8	0,20
V3_An_2	0	0	-0,19
	1	4	0,06
	2	8	0,21
V4_UTe_3	0	0	-0,34
	1	4	-0,06
	2	8	0,17
V5_UTe_2	0	0	-0,14
	1	8	0,16
	2	8	0,16
J1_ATe_1	0	0	-0,52
	1	1	-0,60
	4	4	-0,17
	5	5	-0,02
	6	6	-0,03
	7	7	0,11
	8	8	0,30
	8	8	0,30
J2_UTe_2	0	0	-0,19
	1	4	0,02
	2	8	0,30
J3_Ka_3	0	0	-0,22
	1	4	-0,04
	2	8	0,25
J4_To_3	0	0	0,00
	1	4	0,44
	2	8	0,69
J5_UTe_3	0	0	-0,07
	1	4	-0,08
	2	8	0,43
J6_UTe_4	0	0	-0,14
	1	2	0,17
	2	5	0,15
	3	8	0,45
J7_UTe_3	0	0	0,00
	1	4	0,44
	2	8	0,69
S1_An_2	0	0	-0,10
	1	4	0,12
	2	8	0,03
S2_ATe_2	0	0	-0,16
	1	4	0,03
	2	8	0,29
S3_UTe_2	0	0	-0,18
	1	4	0,07
	2	8	0,30
S4_Ka_1	0	0	-0,11
	1	1	0,07
	2	2	0,19
	3	4	0,27
	4	6	0,38
	5	8	0,47

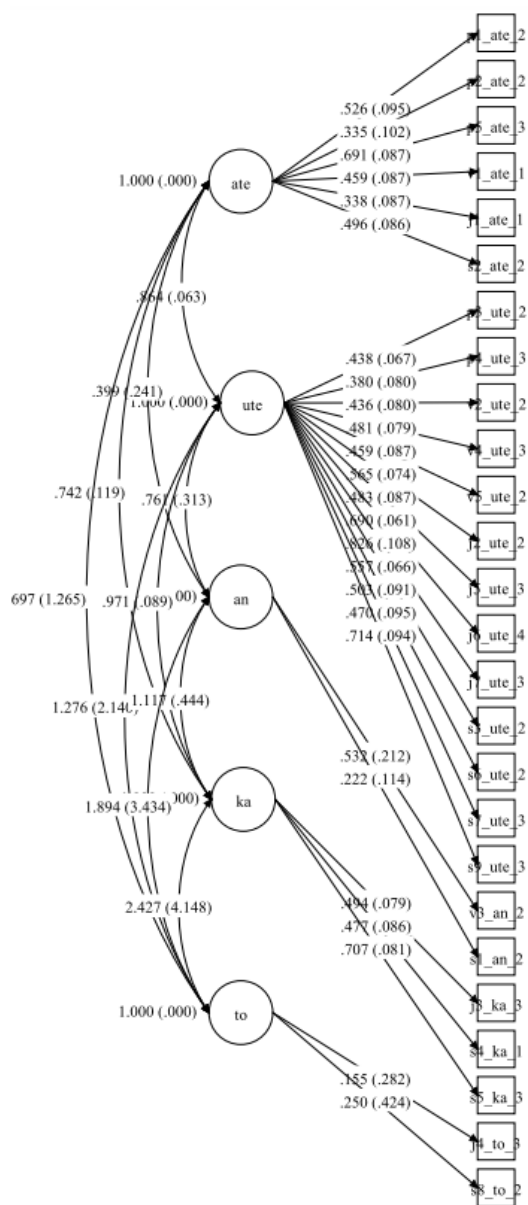
Küsimus	Punktid	Korrigeeritud punktid	Võimekuse keskmine (<i>Ability mean</i>) ¹
S5_Ka_3	0	0	-0,14
	1	4	-0,17
	2	8	0,24
S6_UTe_2	0	0	-0,10
	1	8	0,24
S7_UTe_3	0	0	-0,03
	1	2	0,07
	2	5	0,47
S8_To_2	0	0	-0,05
	1	4	0,03
	2	8	0,22
S9_UTe_3	0	0	-0,07
	1	4	0,26
	2	8	0,55

Väärtused, mis näitavad, et hindamiskaalas tasub kaaluda muudatusi on paksus kirjas.

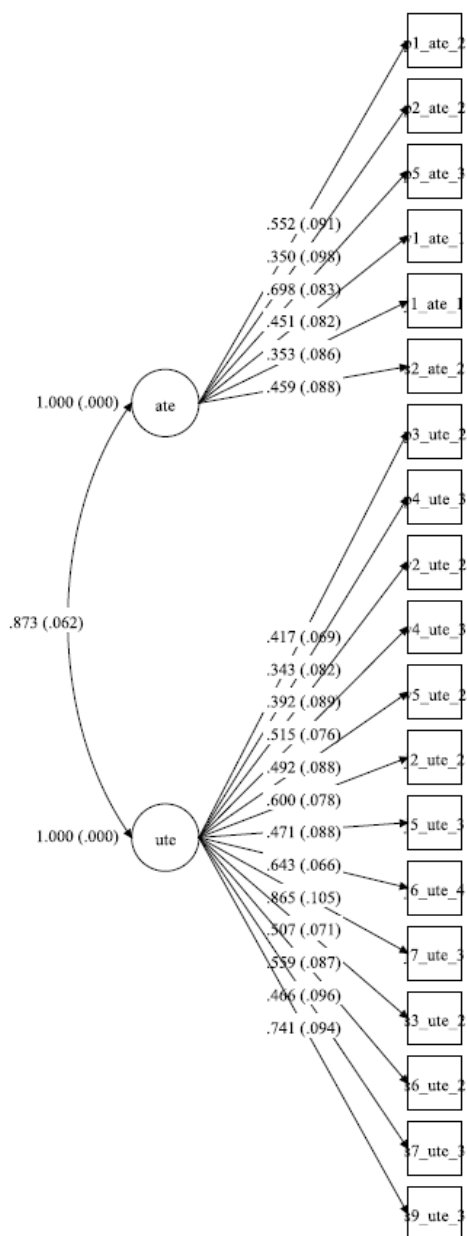
¹ võimekuse keskmine on kasutusel testide valideerimiseks ja küsimuste raskusastme hindamiseks. See aitab tõlgendada testi küsimusi, tagades, et mõõdetavad omadused on täpselt õiglaselt hinnatud.

Kolmandaks teostati kogutud andmetega kinnitav faktoranalüüsi. Kinnitava faktoranalüüsi abil kontrolliti esmalt testiga kogutud andmete vastavust teoreetilisele mudelile, milles eristatakse viite looduspädevuse dimensiooni – analüüsioskused, kavandamisioskused, ainealased teadmised, uurimuslikud teadmised ja tõlgendamisoskused. Viiefaktoriline faktoranalüüs ei andnud häid tulemusi, kuigi sobitusindeksid χ^2/df ja RMSEA olid mõlemad hea (vastavalt < 2 ja 0,049), siis CFI ja TLI olid vastavalt 0,850 ja 0,831 ning SRMR oli viie faktorilise analüüsi puhul 0,113, mida loetakse mitte heas vastavuses olevat mudelit kirjeldavaks. Eristatud faktorite vahel esines tugev korrelatsioon ning mitmete küsimuste puhul jäi faktorlaadung alla 0,3 (joonis 3), mis viitab sellele, et selle küsimusel puudub märkimisväärne seos konkreetse faktoriga. Kuna osad faktorid olid omavahel tugevas korrelatsioonis, siis ei ole võimalik viie faktori eristamine ühes mudelis. Töö eesmärgiks oli eelkõige uurimuslikel ja ainealastel teadmistel põhinevate uute küsimuste loomine ning kinnitav faktoranalüüs viie faktoriga ei kinnitanud kõigi looduspädevust hindavate dimensioonide vaatlemist eraldi faktoritena. Antud tulemus viie faktoriga faktoranalüüsi puhul oli mõneti ka ootuspärane, kuna kolmes hinnatavas dimensioonis – kavandamisioskused, tõlgendamisoskused ja analüüsioskused – oli väga vähe küsimusi.

Joonis 3. Viiefaktoriline faktoranalüüs



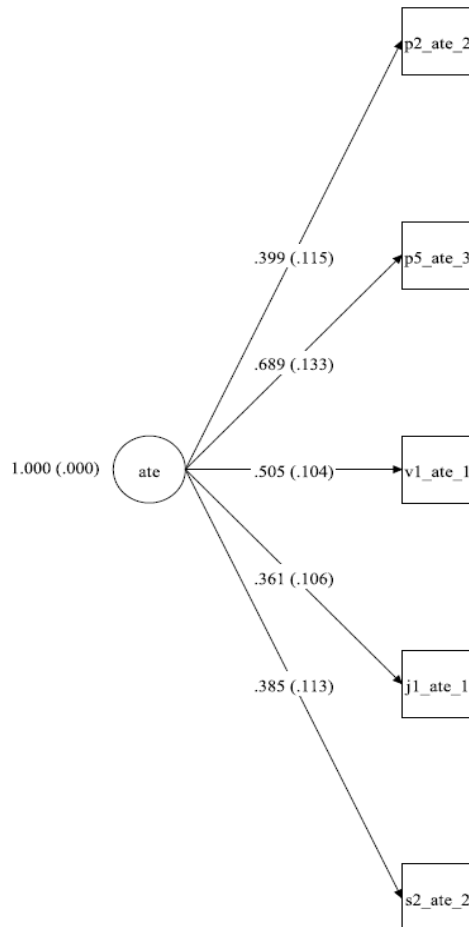
Sellest tulenevalt teostati uus analüüs kahe faktoriga – ainealased teadmised ja uurimuslikud teadmised, sest neis kahes dimensioonis oli peamine hulk koostatud küsimustest. Kuid ka kahe faktoriga faktoranalüüs ei andnud häid tulemusi. Eristatud faktorite vahel esines tugev korrelatsioon (0,873) (joonis 4), mis on selgitatav nendes kahes dimensioonis vajaminevate üsna sarnaste oskustega. Faktorlaadungid olid selle mudeli puhul juba kõik üle 0,3, mida peetakse üldiselt aktsepteeritavaks (joonis 4). Sellel mudelil olid aga veel kehvemad sobitusindeksid, χ^2/df oli endiselt alla 2, kuid nüüd oli RMSEA 0,059, SRMR oli 0,114, CFI oli 0,840 ja TLI oli 0,819.

Joonis 4. Kahe faktoriga faktoranalüüs

Kuna ka see faktorstruktuur ei olnud piisavalt heade näitajatega, siis teostati eraldi analüüs uurimuslike teadmiste küsimuste dimensioonile ja ainealaste teadmiste küsimuste dimensioonile. Ainealaste küsimuste dimensioonile ühe faktoriga faktoranalüüsi tehes jäeti välja küsimus P1_ATe_2, kuna IRT analüüs näitas, et see oli õpilaste jaoks väga lihtne küsimus. Ainealaste teadmiste küsimuste faktoranalüüs näitas seejärel juba paremaid sobitusindeksid: $\chi^2/df < 2$, RMSEA = 0,000, SRMR oli 0,024 CFI = 1,000 ja TLI = 1,000, faktorlaadungid olid kõikidel küsimustel üle 0,3 (joonis 5). Kuna, aga RMSEA, CFI ja TLI väärtused olid selles mudelis ekstreemsed, siis see viitab endiselt probleemidele mudelis ning antud ühe faktoriga faktoranalüüsiga ei õnnestunud näidata, et ainealaseid teadmisi hindavad

küsimused oleksid vaadeldavad ühe faktorina (dimensioonina). RMSEA väärtus 0,000 näitab teoreetiliselt täiuslikku sobivust, kuid seda on väga harva võimalik saavutada reaalsete andmetega (Chen *et al.*, 2008). Samuti on praktikas väga harvaks nähtus, kus CFI ja TLI väärtused on 1,000, mis samuti viitab sellele, et justkui mudel sobib andmetega täiuslikult. See võib viidata sellele, et mudel on liiga lihtne või ühemõõtmeline (Hu & Bentler, 2009).

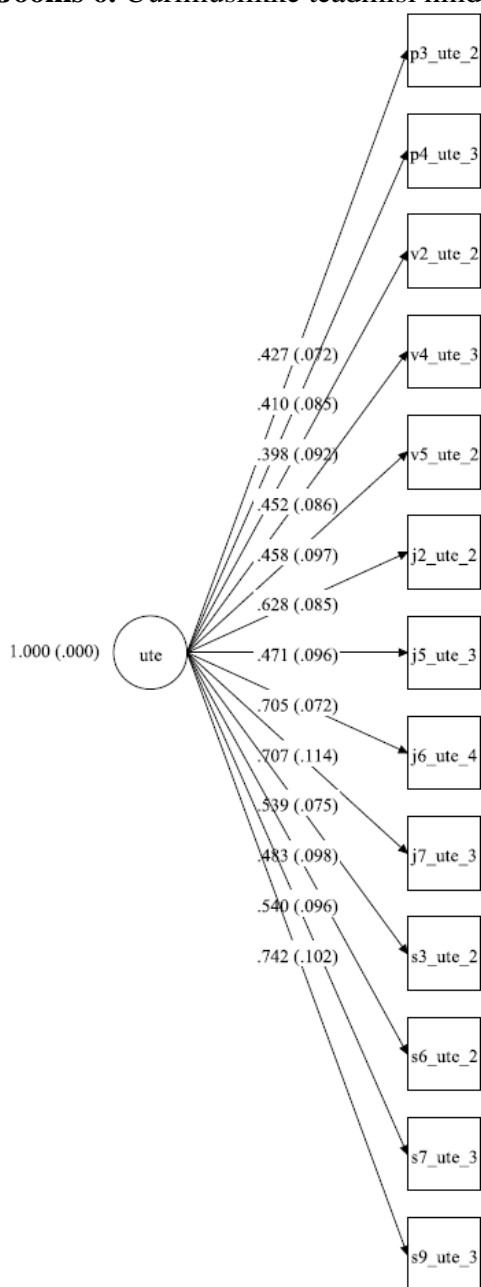
Joonis 5. Ainealaseid teadmisi hindavate küsimuste faktoranalüüs



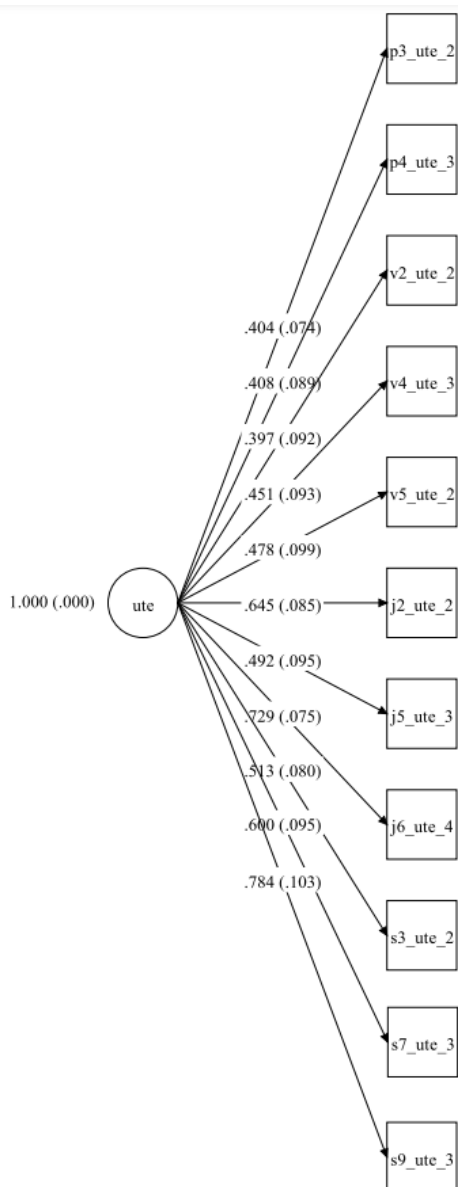
Sejärel teostati faktoranalüüs uurimuslike teadmiste küsimuste osas. Kõikide uurimuslike teadmiste küsimuste mudelisse kaasamisel olid faktormudeli sobitusindeksid enamasti oodatust madalamad: RMSEA = 0,068, SRMR = 0,107, CFI = 0,859 ja TLI = 0,831. Küll aga oli χ^2/df endiselt alla kahe. Faktorlaadungid olid kõikide küsimuste puhul üle 0,3 (joonis 6). Kuna teoreetilise ja empiirilise mudeli kattuvus polnud ikkagi piisav, siis testiti IRT analüüsi tulemuste ja mudeli muutmise soovitusindeksite alusel, milliste küsimuste väljajätmisega võiks see paremini teooriaga sobituda. Esmalt jäeti välja küsimus J7_UTe_3, kuna IRT analüüsi näitas, et see osutus kõige raskemaks ülesandeks õpilastele. See muutis

modeli natukene paremaks ($\chi^2/df < 2$, RMSEA = 0,025, SRMR oli 0,071 CFI = 0,982 ja TLI = 0,977), kuid siiski mitte veel piisavalt heaks. Seejärel jäeti välja ka küsimus S6_UTe_2, kuna mudeli modifikatsiooniindeksite põhjal nähtus, et see küsimus oli tugevas korrelatsioonis teiste küsimustega. Seetõttu ei olnud põhjendatud mõlema küsimuse kasutamine samas mudelis. Selle mudeli sobitusindeksid olid juba väga head: $\chi^2/df < 2$, RMSEA = 0,033, SRMR = 0,070, CFI = 0,973 ja TLI = 0,966. Faktorlaadungid antud mudeli puhul olid samuti head ning ainult ühel küsimusel (V2_UTe_2) oli see vaid natukene alla 0,4 (joonis 7).

Joonis 6. Uurimuslikke teadmisi hindavate küsimuste faktoranalüüs



Joonis 7. Uurimuslikke teadmisi hindavate küsimuste faktoranalüüs, küsimused S6_UTe_2 ja J7_UTe_3 väljas



4 Arutelu

Töö esimene eesmärk oli hinnata loodud II kooliastme looduspädevuse testi ülesannete kvaliteeti ning sobivust looduspädevuse tulemuslikkuse hindamiseks. IRT analüüsi põhjal võib üldiselt öelda, et testi küsimused ja hindamise skaalad olid hea kvaliteediga (testi keerukus oli 0,000). Esines üksikuid küsimusi, mille puhul võib kaaluda väljajätmist või muutmist testi edasiseks kasutuseks. Sarnaseid tulemusi näitavad iga-aastaselt ka II kooliastme loodusõpetuse tasemetöö tulemused (Pedaste *et al.*, 2022a; 2022b). Küsimuste tase oli IRT analüüsi põhjal enamasti ootuspärane – viis küsimust olid oodatust lihtsamad ja

üks osutus oodatust keerulisemaks. Nende küsimuste raskustaset või hindamisskaalasid võiks tuleviku mõttes edasi parendada.

1. Vee teema 4. küsimuse (V4_UTe_3) paigutasin mina kõrgtasemega küsimuseks, kuid õpilaste vastustest tuli välja, et see oli kergema tasemega küsimus. Õpilastel paluti etteantud vastusevariantide hulgast valida kaks andmete liiki, mida neil oleks vaja katse käigus koguda. Selle küsimuse puhul võiks edaspidi kaaluda selle keerulisemaks muutmist, et see vastaks etteantud tasemele. Keerukamaks annaks seda teha, kui muuta küsimus vabavastuseliseks, et õpilased peaksid ise nimetama katse läbiviimisel arvestamist vajavaid tegureid.
2. Oodatust lihtsamaks osutus ka jääme teema 3. küsimus (J3_Ka_3), kus paluti valida etteantud uurimisküsimuste seast kaks sobivamat uurimisküsimust, mis vastaksid etteantud tekstile. Antud küsimuse puhul võis olla selle põhjuseks liiga hästi teistest eristuvad õiged vastused. Kuna kõrgtasemega küsimusi ei ole loodud testis üleliia palju, siis kindlasti ei soovitaks selle küsimuse taseme kergemaks muutmist. Siinkohal võiks muuta samuti vastuse andmise vabavastuseliseks, kus õpilastel tuleks ise sobilik uurimisküsimus konstrueerida või muuta etteantud vastusevariandid natukene keerulisemaks.
3. Jääme teema küsimustest oli oodatust lihtsam veel tiptaseme küsimus, milles tuli katse kirjelduse tekstis leida vead ning need parandada (J6_UTe_4). Samas taseme kirjelduse põhjal vastab see tiptaseme küsimusele. Üks variant selle küsimuse puhul oleks muuta hindamine 4 punktiliselt skaalalt viie punktilisele skaalale, kuna selle üksiksküsimuse võimekuse keskmise väärtused olid mitte-standardised. Selliselt võiksid võimekamad õpilased vähem võimekamatest eristuda.
4. Oodatust lihtsamaks osutus ka pargi teema 4. küsimus (P4_UTe_3), kus paluti valida sõnastatud uurimuse järelduste seast kaks sobivat järeldust, mis sobiksid kokku laste sõnastatud probleemi ja vastab uurimisküsimustele. Kuna kõrgtasemega küsimusi ei ole loodud testis üleliia palju, siis kindlasti ei soovitaks selle küsimuse taseme kergemaks muutmist. Õpilaste jaoks võiks muuta küsimuse keerulisemaks kui antud küsimus vabavastuseliseks teha, kus õpilastel tuleks ise õigesti sõnastatud järeldus/järeldused konstrueerida. Teadmiste küsimuste puhul on enne küsimuse raskustaseme muutmist vaja kriitiliselt mõelda sellele, et loodusteadustes omandatud teadmised võivad sõltuda väga sellest, millele ühes või teises koolis rohkem tähelepanu pööratakse (Pedaste *et al.*, 2021). Näiteks kui ühes koolis õpetaja kasutab rohkem uurimuslikku õpet, siis on õpilaste teadmised selles osas ka paremad.

5. Suusatamise teema 5. küsimuse (S5_Ka_3) keerukus oli oodatust lihtsam. Küsimus oli mõeldud kõrgtasemel küsimusena, kuid taseme kirjelduste põhjal vastabki see pigem kesktasemele ja nii võiks edaspidi see olla kavandamisoskuse kesktaseme küsimus, ehk koodiga S5_Ka_2.
6. Oodatust keerulisemaks kujunes õpilaste jaoks suusatamise teema 4. küsimus (S4_Ka_1), kus õpilastel tuli nimetada katse läbiviimiseks/uurimise teostamiseks vajaminevaid esemeid ja asju. Taseme kirjelduse põhjal vastab see tegelikkuses kesktaseme küsimusele ja seetõttu võiks edaspidi see olla kavandamisoskuse kesktaseme küsimus koodiga S4_Ka_2. Lisaks on selle küsimuse puhul vajalik muuta ka hindamisjuhust ning lisada sinna õigete asjade nimekirja juurde kaks asja: lumi ja paber (vms vahendid), kuhu tulemused kirjutada.

Töö teiseks eesmärgiks oli uurida kinnitava faktoranalüüsi abil, kas ja kuidas sobituvad loodud testi ülesanded looduspädevuse testi teoreetilise struktuuriga.

Looduspädevuse testil on teoreetiliselt viiedimensiooniline struktuur (Haridus- ja Teadus..., 2022) ja ülesanded on jaotatavad selle struktuuri dimensioonidesse. Kinnitava faktoranalüüsi abil kontrolliti, kas need ka empiirilisel sellesse struktuuri paigutuvad. Esmalt kontrolliti, kas loodud testi ülesanded paigutuvad viide dimensiooni.

Kinnitava faktoranalüüsi põhjal ei olnud võimalik looduspädevuse testiga eristada viit faktorit (dimensiooni). Ühelt poolt tulenes sellest, et analüüsi-, kavandamis- ja tõlgendamisoskuste dimensioonides ei olnud piisavalt küsimusi, kuna töö fookuses oli ainealaste ja uurimuslike teadmiste põhiseid küsimusi luua. Kuigi soovitatavate küsimuste arv ühe latentse tunnuse mõõtmiseks sõltub valimi suurusest, peetakse siiski heaks vähemalt kolme küsimust/ülesannet latentse tunnuse kohta (Hu & Bentler, 2009). Kuigi testi jaoks oli koostatud kõikidesse dimensioonidesse kuuluvaid küsimusi nagu ka päris II kooliastme loodusõpetuse tasemetöös, siis tulemused erinesid väga palju (Pedaste et al., 2022a; Pedaste et al., 2022b). Iga aasta toimuva loodusõpetuse tasemetöö küsimusi on korduvalt testitud ning pisimuudatusi iga-aastaselt sisse viidud. Käesoleva magistr töö raames koostatud testi fookuses olid eelkõige ka uurimuslikke ja ainealaseid teadmisi hindavate küsimuste koostamine ning teised dimensioonid jäid tagaplaanile.

Sellest tulenevalt teostati kahefaktoriline faktoranalüüs ainealaste ja uurimuslike teadmiste küsimuste dimensioonide osas. Kuid ka selle sobitusindeksid ei olnud head. Mistõttu vaadati eraldi, kas struktuurile vastavalt sobituvad ainealaseid teadmisi hindavad küsimused ühte dimensiooni (ühte faktorisse) ja uurimuslikud teadmised teise dimensiooni.

Ainealaseid teadmisi hindavate küsimuste faktoranalüüsist jäeti välja küsimus koodiga P1_ATe_2, kuna IRT analüüsi põhjal osutus see õpilaste jaoks liiga lihtsaks. Baker (2001) on öelnud, et kui küsimused ei suuda piisavalt eristada erineva võimekusega õpilasi, võivad need põhjustada faktotstruktuuri hägusust ja mõjutada mudeli sobivust. Ainealased teadmised ei moodustanud ühefaktorilise mudelina selgelt ühte dimensiooni, kuna mitmed sobitusindeksid olid ekstreemsed (RMSEA = 0,000; CFI ja TLI olid 1,000). Sellised ekstreemsed sobitusindeksid viitavad sageli mudeli probleemidele: mudeli liigne lihtsus või ülesobitamine (Chen *et al.*, 2008; Hu & Bentler, 2009). Ainealaseid teadmisi hindavate küsimuste ühefaktorilist mudelit võiks paremate tulemuste saamiseks keerukamaks muuta, näiteks lisades uusi keerukamaid küsimusi (Hu & Bentler, 2009). Lisaks vaadeldi uurimuslikke teadmisi hindavaid küsimusi teise ühefaktorilise mudelina. Kõiki uurimuslikke teadmisi hindavate küsimuste faktoranalüüs ei olnud heade sobitusindeksitega ja seetõttu otsiti lahendust, kuidas muuta mudelit paremaks. Selleks jäeti välja uurimuslikke teadmisi nõudev küsimus J7_UTe_3 (kõige keerulisem ülesanne õpilaste jaoks IRT analüüsi põhjal) ja küsimus koodiga S6_UTe_2 (küsimus oli tugevas korrelatsioonis teiste küsimustega). Mudeli sobitusindeksid paranesid märkimisväärselt pärast raskete ja tugevalt korreleeritud küsimuste eemaldamist. See tulemus toetab väidet, et mudeli teoreetiline ja empiiriline sobivus võib oluliselt pareneeda, kui eemaldada või modifitseerida mitte sobivaid küsimusi (Brown, 2015). Seega on oluline hoolikalt valida ja valideerida küsimusi, mida soovitakse kasutada edaspidi looduspädevuse testi koostamisel. Mittesobivate küsimuste eemaldamine mitte ainult ei paranda mudeli üldist sobivust, vaid aitab ka tagada, et test mõõdab täpselt ja usaldusväärselt (Brown, 2015) looduspädevust. Küsimuste edasisel kasutamisel peaks keskenduma küsimustele, mis näitavad tugevat faktorlaadimist ja madalat korrelatsiooni teiste küsimustega, et tagada selge ja eristuv mõõtmisstruktuur (Brown, 2015). Looduspädevuse hindamisvahendi edasiseks arendamiseks tuleb lisaküsimusi luua vähemalt nendes dimensioonides, kus praeguses analüüsis oli kirjeldamiseks kasutatud kolm või alla selle küsimuse. Modifitseerides ainealaseid ja uurimuslikke teadmisi hindavate küsimuste dimensioone ning luues juurde kavandamis-, tõlgendamise- ja analüüsioskuse küsimusi, oleks võimalik uuesti teha viiefaktoriline faktoranalüüs ning hinnata uuesti empiiriliselt küsimuste kuulumist teoreetilisse viie dimensiooniga struktuuri. Seda rõhutab ka Brown (2015) oma raamatus, et teoreetiliste struktuuride kinnitamiseks ja parandamiseks on oluline teha korduvfaktoranalüüse, eriti kui küsimuste või dimensioonide struktuuri on muudetud või täiendatud. Korduvfaktoranalüüsiks vajaksid kolm dimensiooni – analüüsi-, kavandamis- ja

tõlgendamisoskused – juurde lisaküsimusi ning ainealaseid ja uurimuslikke teadmisi hindavad dimensioonid mõningate küsimuste väljajätmist.

Käesoleva uuringu piiranguks pean mugavusvalimi kasutamist uuringus osalenud õpilaste leidmiseks. Kuna mugavusvalim koosnes vaid Tartu linna põhikoolide 6. klassi õpilastest, siis see ei esinda adekvaatselt üldist olukorda 6. klassi õpilaste seas. Teiseks piiranguks pean asjaolu, et testi vastamisel ei saanud õpilased hinnet ning see võis mõjutada nende motivatsiooni keerulisemate küsimuste juures õigesti vastata.

Tänuõnad

Ma tänan kõiki uuringus osalenud õpetajaid ja nende õpilasi, kes aitasid mind andmete kogumisel. Eriline tänu minu juhendajale Margus Pedastele. Tänan ka enda perekonda kursusekaaslast, kelle sihikindlus, pingutused ja toetav kaasaelamine motiveerisid ka mind enam pingutama.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud käesoleva lõputöö ise ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

Reeta Parts

/allkirjastatud digitaalselt/

Kasutatud kirjandus

- Baker, F. B. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. Second Edition
- Bennet, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2006). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2001). Applying the Rasch model fundamental measurement in the human sciences. ERL Lawrence Baum Associates Publishers.
- Bowen, N. K., & Guo, S. (2011). Structural equation modelling. Oxford University Press.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research* (2nd ed.). Guilford Publications.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science*, 1–14. Springer.
- Chen, F. F., Curran, P. J., Bollen, K. A., Kirby, J., & Paxton, P. (2008). An Empirical Evaluation of the Use of Fixed Cutoff Points in RMSEA Test Statistic in Structural Equation Models. *Sociological Methods & Research*, 36(4), 462–494.
- Choi, K., Lee, H., Kim, S-W., Shin, N., & Krajcik, J. (2011). Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for the 21st Century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670–697.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Research methods in education. Routledge.
- De Kock, A., Slegers, P., & Voeten, M. J. (2004). New learning and the classification of learning environments in secondary education. *Review of Educational Research*, 74, 141–170.
- Erg, L., & Kontor, A. (2013). Lapse arengu, oskuste ja tunnetusprotsesside mõju õppimisele. Nõuandeid individuaalseks arendustööks. SA Innove
- Falmagne, J-C., Cosyn, E., Doignon, J-P., & Thiery, N. (2003). The assessment of knowledge in theory and practice. *UC Irvine: Institute for Mathematical Behavioral Sciences*.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023, 6.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021?leiaKehtiv>
- Haridus- ja Teadusministeerium. (2022). *Loodusõpetuse I ja II kooliastme tasemetöö 2022*.
<https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=132157188>
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.

- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (2009). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1–55.
- Kuum, K-L. (2020). Isiksuseküsimustiku lühendamine ja lühendatud küsimustiku valiidsuse uurimine. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool
- Krull, E. (2018). *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat*. 3. Tr. Tartu Ülikooli Kirjastus
- Liiber, Ü. (2010). Uurimuslik õpe geograafiatundides.
<https://oppekava.ee/uurimuslik-ope-geograafiatundides/>
- Linacre, J. M. (2020). Winsteps1 (Version 4.5.4) [Arvuti tarkvara]. Beaverton: Winsteps.com, <http://www.winsteps.com>
- Loodusteaduslik kompetentsus. Tasemed II kooliastmele*. (s.a.).
<https://sisu.ut.ee/looduskompetentsus/tasemed-ii-kooliastmele/>
- Maxwell, D. O., Lambeth, D. T., & Cox, J. T. (2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, vol. 16, No. 1.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. (2018). Mplus. The comprehensive modelling program for applied researchers: user's guide, 5.
- Mäeots, M. (2014). *Inquiry-based learning in a web-based learning environment: a theoretical framework of inquiry-based learning processes*. [Dokoritöö. Tartu Ülikool]. DSpace. <https://dspace.ut.ee/items/aa85830a-11f4-4bf7-aa6e-a42bc988b19d>
- Olbrei, M., Pärtel, E., & Teller, M. (2010) Loodusained. E. Kikas (Toim). *Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes* (lk 297-318). Haridus- ja Teadusministeerium
- Partnership for 21st century skill*. (2009). Partnership for 21st Century Learning Frameworks & Resources. <https://www.battelleforkids.org/insights/p21-resources/>
- Pedaste, M., & Mäeots, M. (2010). Uurimuslik õpe loodusainetes.
<http://oppekava.innove.ee/uurimuslik-ope-loodusainetes/>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47–61.
- Pedaste, M. (2019). Loodusainete uut tüüpi tasemetööd on kasutamiseks valmis. *Õpetajate Leht*. <https://opleht.ee/2019/10/loodusainete-uu-tuupi-tasemetood-on-kasutamiseks-valmis/>
- Pedaste, M., Uibu, K., Rannikmäe, M., & Tagamets, E. (2019). Kuidas toetada

- tasemetöödega aineõppes üldiste oskuste kujunemist? Riigikogu toimetised, nr. 40
- Pedaste, M., Palts T., Kraav T., & Orav-Puurand K. (2021). Komplekssete probleemide lahendamise oskus ning selle hindamine ja arendamine gümnaasiumis. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, nr 9(1), 138–161
- Pedaste, M., Reisenbuk, E., & Ilosaar, A. (2022a). Lühikokkuvõte 2021/2022. õppeaasta loodusõpetuse II kooliastme tasemetöö tulemustest. Testid ja hindamine. <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=105383695>
- Pedaste, M., Anmann, R., & Ilosaar, A. (2022b). Lühikokkuvõte 2022/2023. õppeaasta loodusõpetuse II kooliastme tasemetöö tulemustest. <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=144350943>
- Põhikooli riiklik õppekava (2011). *Riigi Teataja I*, 08.03.2023,5. <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv>
- Pärtel, E. (2010). Loodusainete valdkond. Toim J. Jaani & L. Aru, *Lõiming. Lõimingu võimalusi põhikooli õppekavas* (lk 396–400), Tartu Ülikooli haridusuuringute ja õppekavaarenduse keskus.
- Rannikmäe, M., & Soobard, R. (2014a). Loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane kirjaoskus ja selle erinevad tasemed. M. Rannikmäe ja R. Soobard (Toim.) *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis* (lk 11–20). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus.
- Rannikmäe, M., Soobard, R., Teppo, M., Valdmann, A., & Holbrook, J. (2014b). Kontekstipõhine õpetamine. M. Rannikmäe, & R. Soobard (Toim.), *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldgariduskoolides* (lk 62–70). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus
- Rannikmäe, M., Soobard, R., Vaino, K., & Rosin, T. (2021). Loodusvaldkonna õpitulemuste e-hindamine põhikooli kolmandas astmes ja gümnaasiumis. Kontseptsioon. Tartu Ülikool
- Rats, L. (2023). Riigieksamid muutuvad järk-järgult elektrooniliseks. <https://www.err.ee/1608958882/riigieksamid-muutuvad-jark-jargult-elektrooniliseks>
- Silm, G., Tiitsaar, K., Pedaste, M., Zacharia, Z. C., & Papaevripidou, M. (2017). Teachers' Readiness to Use Inquiry-Based Learning: An Investigation of Teachers' Sense of Efficacy and Attitudes toward Inquiry-Based Learning. *Science Education International*, 28(4), 315-325.
- Soobard, R., Valdmann, A., Mikser, R., & Rannikmäe, M. (2021). Karjääriteadlikkusele

suunatud õpistsenaariumide kasutamine loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamiseks.

Eesti Haridusteaduste Ajakiri, nr 9(2), 72–99

Tartu Ülikool eetikaveeb (2023). *Hea teadustava*. <https://eetika.ee/et/sisu/hea-teadustava>

Timonen, J. (2020). Why is science education important? *Universitas Jyväskylänsis*.

<https://jyunity.fi/en/thinkers/why-is-science-education-important/>

Tooding, L.-M. (2014). Faktoranalüüs. <https://samm.ut.ee/faktoranalyyis>

Vaino, K., & Holbrook, J. (2014). Hindamine loodusteaduste tundides. M. Rannikmäe ja R.

Soobard (Toim.) *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel*

üldhariduskoolis (lk 136-151). TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus

Õpikäsitus: teooriad, uurimused, mõõtmine. Analüütiline ülevaade. (2017). Leping

16/7.15/178 lõpparuanne. [dspace.ut.ee/server/api/core/bitstreams/e6801420-aed7-](https://dspace.ut.ee/server/api/core/bitstreams/e6801420-aed7-4278-b3a6-01e3e0d22316/content)

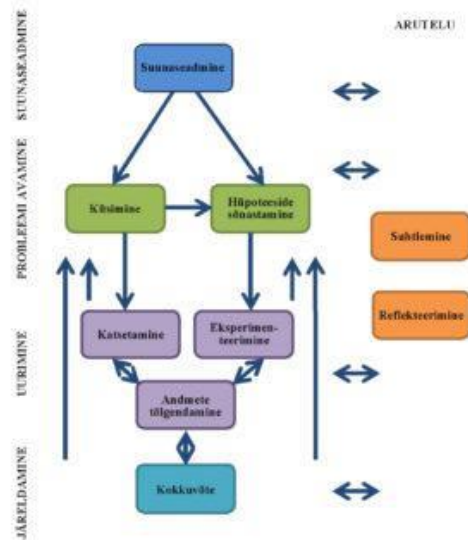
[4278-b3a6-01e3e0d22316/content](https://dspace.ut.ee/server/api/core/bitstreams/e6801420-aed7-4278-b3a6-01e3e0d22316/content)

Lisad

Lisa 1. Uurimusliku õppe mudel

Uurimusliku õppe raamistik

1. **Suunaseadmine:** tekitatakse huvi teema vastu ja defineeritakse probleem
2. **Probleemi avamine:** sõnastatakse uuritavad küsimused ja teooriale tuginevad hüpoteesid
3. **Uurimine:** planeeritakse andmekogumine, kogutakse andmed, analüüsitakse ja tõlgendatakse need
4. **Järeldamine:** kokkuvõtte tegemine
5. **Arutelu:** tulemuste esitamine teistele ja kogemusest õppimine



Lisa 2. Loodusvaldkonna tasemetööde küsimuste koostamisel kasutatavad loodusteaduste õpitulemusi iseloomustavad tunnused ja nende tasemete kirjeldused (Pedaste et al., 2022b)

Tase	Taseme kirjeldus	Selgitused ja näited
Ainealased teadmised		
Algtase	Õpilane tunneb ära lihtsamaid elusolendeid, kui tuleb vastavusse viia nende nimetused ja fotod.	Tuleb kirjutada ise nimetused Eestis väga levinud taimede, loomade või seente fotode või jooniste juurde, viia vastavusse kirjutatud nimetused ja fotod või joonised, valida fotod või joonised, kus on kujutatud nimetatud taime, looma või seent.
Kesktaase	Õpilasel on loodusvaldkonna põhiteadmised konkreetsetest objektidest ja protsessidest ning oskab objekte rühmitada.	Tuleb nimetada või valikutest valida loodusobjekte või -protsesse iseloomustavad tunnused, jagada loodusobjekte rühmadesse või otsustada, millisesse rühma fotodel või joonistel kujutatud objektid kuuluvad, defineerida teadusmõisteid.
Kõrgtase	Õpilane oskab loodusvaldkonna erinevaid konkreetseid põhiteadmisi omavahel siduda, näiteks võrrelda erinevaid elusolendeid või protsesse, koostada nendest süsteeme (nt toiduahelaid), nimetada erinevateks eluprotsessideks vajalikke tingimusi.	Tuleb võrrelda erinevaid organisme, nende rühmi või protsesse, tuua välja nende sarnasusi või erinevusi ja seoseid (näiteks toiduahelas), nimetada loodusobjekte või -protsesse mõjutavad tingimusi, selgitada jooniste põhjal loodusprotsesse.
Tiipataase	Õpilasel on loodusvaldkonna teadmised abstraktsetest objektidest ja protsessidest ning ta oskab neid ka omavahel siduda.	Tuleb selgitada abstraktseid objekte või protsesse, nt tavaelus nende liiga suurte (maailmaruum) või väikeste (mikroskoopiliste) mõõtmete tõttu nähtamatuid või liiga kiiresti (nt osa keemilisi reaktsioone) või aeglaselt (nt loodusobjektide või keskkonna pikaajaline muutmine) toimuvaid.
Uurimuslikud teadmised		
Algtase	Õpilane tunneb katsetes kasutatavaid vahendeid.	Tuleb kirjutada ise nimetused tavaliste katsetes kasutatavate vahendite fotode või jooniste juurde, viia vastavusse kirjutatud nimetused ja fotod või joonised, valida fotod või joonised, kus on kujutatud nimetatud vahendit
Kesktaase	Õpilane tunneb uurimistöös kasutatavaid mõisteid, oskab selgitada, mida näitavad erinevate jooniste, skeemide ja tabelite osad ning järjestada uurimistöö etappe.	Tuleb kirjutada ise nimetused uurimistöös kasutatavate jooniste, tabelite või skeemide osade juurde (nt eristada tabelit ja diagrammi või tulp- ja joondiagramme, sümboleid) või viia vastavusse joonistel kujutatud ja kirjutatud osade nimetused, valida kõige sobivamaid kirjeldusi uurimistöö erinevatele etappidele või uurimistöös sageli vajaminevatele mõistetele (nt probleem, uurimisküsimus, mõjutegur, hüpotees, katserühm, kontrollrühm, mõõtmine, järeldus), järjestada uurimistöö etappe või neid kirjeldavaid tekste.

Tase	Taseme kirjeldus	Selgitused ja näited
Kõrgtase	Õpilane oskab selgitada, mida tähendavad uurimistöös kasutatavad mõisted, kuidas viia katsed läbi, ja mismoodi analüüsida jooniseid ja tabeleid.	Tuleb ise avada uurimistöös sageli vajaminevaid mõisteid (nt probleem, uurimisküsimus, mõjutegur, hüpotees, katserühm, kontrollrühm, mõõtmine, järeldus), selgitada katse läbiviimisel arvestamist vajavaid tegureid ja seda, kuidas jooniseid või tabeleid analüüsides on võimalik nende põhjal järeldusi teha (mida tuleb vaadata, millele tähelepanu pöörata).
Tiip-tase	Õpilane märkab uurimistöös olevaid puuduseid, näiteks mis tuleks veel joonistel või tabelites esitada, et need oleks korrektsed, või millised on katse kavandamisel tehtud vead.	Tuleb lugeda katse kirjeldust ja märkida selles vead ning need parandada (nt kirjutada laused õigesti) või viidata tulemuste esitamisel olevatele puudustele ja need parandada.
Analüüsioskused		
Algtase	Õpilane oskab analüüsida tekste ja vastata selle põhjal küsimustele, kus tuleb leida õige valik või kirjutada lühivastus	Tuleb analüüsida teksti ja teha selle põhjal õigeid valikuid või vastata küsimustele.
Kesk-tase	Õpilane oskab sõnastada teksti analüüsides probleeme, analüüsida tabeleid ja jooniseid ning selle põhjal vastata ka pikemate avatud vastustega, näiteks moodustada uuringutulemuste avamiseks lihtsaid lauseid ning viia kokku erinevatest allikatest saadud infot, selleks et anda hinnangut või teha ennustusi.	Tuleb analüüsida teksti ja sõnastada selle põhjal probleem või teha sõnastatud probleemide hulgast sobivad valikud, analüüsida tabelis või joonisel esitatud tulemusi ja sõnastada nende põhjal järeldusi.
Kõrg-tase	Õpilane oskab teha katse tulemusi analüüsides järeldusi, mille sõnastamiseks tuleb erinevaid tulemusi omavahel siduda.	Tuleb teha katse tulemusi analüüsides mitu lihtsat järeldust ja siis need omavahel kokku siduda, et sõnastada lõplik järeldus.
Tiip-tase	Õpilane oskab analüüsida ja seejärel täiendada jooniseid ja diagramme, mis ei ole sirgjoonelised ning sõnastada nende põhjal järeldusi.	Tuleb analüüsida diagrammi ja kanda sellele andmed või täiendada seda puuduoleva infoga, analüüsida jooniseid ja täiendada seda ülesande lahendamiseks teadaoleva infoga (nt maakaardi analüüs ja sellele tuginevalt tekstis kirjeldatud loodusobjektile kõige sobivama asukoha valimine), tuleb teha järeldusi, mille puhul mõjuteguri väärtuse kasvades muutub uuritava tunnuse väärtus erinevalt sõltuvalt sellest, kas mõjuteguri väärtus on skaala madalamas, keskmises või kõrgemas osas.
Kavandamisioskused		
Algtase	Õpilane oskab uuringut kavandades nimetada üksikuid selle läbiviimiseks vajalikke vahendeid, materjale ja tingimusi.	Tuleb lugeda katse tingimusi või uurimisküsimust ja selle põhjal nimetada katses vajalikke vahendeid või tingimusi või valida need etteantud loetelust välja.
Kesk-tase	Õpilane oskab nimetada uuringut kavandades nii vajalikke vahendeid, materjale kui ka tingimusi. Uurimisküsimuste ja hüpoteeside sõnastamisel kirjutada ise lünka mõjuteguri või valida pakutud valikutest uurimisküsimuse või hüpoteesi õige osa.	Tuleb katse uurimisküsimuse põhjal nimetada katseks vajalikke vahendeid mitmest erinevast kategooriast – katseobjektid, katsevahendid, mõõtevahendid, tuleb täita lünktekst, et saaks sõnastatud korrektne uurimisküsimus või hüpotees.

Tase	Taseme kirjeldus	Selgitused ja näited
Kõrgtase	Õpilane oskab uuringut kavandades põhjendada, miks mingid tingimused on selle läbiviimiseks vajalikud. Teab, millised etapid ja millises järjekorras tuleb seejuures läbida. Valib loetelust sobivad terviklikud uurimisküsimused või hüpoteesid.	Tuleb lugeda katse kirjeldust või vaadata joonist valmis seatud katsest ja põhjendada tehtud valikuid või nende muutmise vajadust; etteantud valikutest tuleb valida korrektsed uurimisküsimused või hüpoteesid.
Tiip-tase	Õpilane oskab välja tuua mitu põhjendust uuringu läbiviimiseks vajalike tingimuste kohta ning kirjutada ise avatud vastusena korrektse uurimisküsimuse või hüpoteesi.	Tuleb hinnata katse usaldusväärsust ja katse läbiviimisel tehtud otsuseid või järeldusi põhjendada mitmest aspektist lähtuvalt, tuleb kirjutada uurimisprobleemile vastav korrektne uurimisküsimus (milles oleks uuritava objekti uuritav tunnus ja mõjutegur) või hüpotees (mis oleks põhjendatud oletus mõjuteguri ja uuritava tunnuse vahelisest seosest, oletatav vastus uurimisküsimusele).
Tõlgendamiskused		
Algtase	Õpilane oskab lugeda ja mõista andmetabelis, tulpdiagrammil või joonisel olevat lihtsasti loetavat infot ning vastata selle põhjal küsimustele, kus tuleb leida õige valik või kirjutada lühivastus.	Tuleb joonise (nt tulpdiagrammi) või tabeli põhjal kirjutada, millise kirjeldatud objekti või protsessi puhul on uuritava tunnuse väärtus kõige kõrgem või madalam või kus see vastab mingil muul moel etteantud tingimustele (või valida sobiv valik).
Kesk-tase	Õpilane oskab siduda kahte andmetabelis, tulp- ja joondiagrammil, joonisel või kahes tekstis olevat infokildu ja vastata nende põhjal pikemate avatud vastustega. Samuti oskab vastust põhjendada ning otsustada, tuginedes ühele olulisele põhjendusele.	Tuleb esitada teksti, tabeli või joonis(t)e põhjal mingi seisukoht (otsus) ja seda põhjendada või lugeda kellegi seisukohta ja seda põhjendada, seejuures piisab seisukoha põhjendamiseks ühest põhjendusest.
Kõrg-tase	Õpilane oskab siduda enam kui kahte andmetabelis, tulp- ja joondiagrammil või joonisel olevat infokildu ja vastata nende põhjal pikemate avatud vastustega. Samuti oskab vastust põhjendada. Otsuste tegemisel oskab välja tuua mitu erinevat varianti, neid kaaluda ja põhjendada oma valikut.	Tuleb esitada teksti, tabeli või joonis(t)e põhjal mingi seisukoht (otsus) ja seda põhjendada või lugeda kellegi seisukohta ja seda põhjendada, aga seejuures on seisukoha põhjendamiseks vaja enam kui ühte põhjendust; otsuste tegemisel tuleb tuua välja vähemalt kaks alternatiivi ja tuua välja, mille alusel neid kaaluda otsuse tegemiseks.
Tiip-tase	Õpilane oskab võtta vastu otsuseid ka keerukatel teemadel, millega tema eas tavaliselt igapäevaelus kokku ei puututa. Lisaks põhjenda otsust mitmest aspektist lähtuvalt.	Tuleb esitada mitme teksti, tabeli või joonise põhjal mingi seisukoht (otsus) ja seda põhjendada vähemalt kolmest aspektist lähtuvalt (või põhjendada vähemalt kolmest aspektist lähtuvalt kellegi teise seisukohta või otsust).

Lisa 3. Looduspädevuse test

Pargi saladused (P)

Saara ja Johan jalutasid kevadel isaga metsas matkarajal. Nad nägid selle teekonna jooksul päris palju põnevat. Keegi oli oma tagaaias kasvavale kasepuule pannud mingi toru sisse ning selle toru otsa oli pandud suur pudel. Isa seletas, et selliselt kogutakse kasemahla. Edasi matkates leidsid nad kellegi korjamas helerohelisi tupsukesti noorte kuuskede okste otsast. Kuusevõrsed on vitamiinirikkad ning usutakse, et ka heade raviomadustega.

1. Vii kokku pilt ja pildil oleva puu nimi? Lisa õige number vastava puu pildi juurde.

P1_ATe_2, 4 punkti - iga õige annab 1 punkti

1-pärn, 2-tamm, 3-kask, 4-vaher





Õige vastus: 3,4,1,2 (iga õige kokkuviimine annab 1 punkti)

Saara ja Johani kodu asub linna ääres metsa serval. Tegemist on segametsaga, kus ringi kõndides võib näha väga mitmekesist elukeskkonda erinevate puu- ja põõsaliikidega. Saara ja Johani vanaema elab aga linnas ühe pargi kõrval. Linna park on samuti mitmekesine elukeskkond. Seal on puid ja põõsaid, mis pakuvad linnas pesitsevatele lindudele ja putukatele häid varje- ning pesitsuskohti. Pargi elutingimused on osaliselt loonud inimene. Inimene hooldab seda ning võib oma tegevuse tagajärjel ka väga oluliselt muuta pargi kui elukeskkonna toimimist.

2. Erinevad tegevused mõjutavad linna pargi elukeskkonna toimimist positiivselt või negatiivselt. Tee otsus, kas põõsaste ja puude istutamine ning hooldamine mõjutab linna pargi elukeskkonna toimimist positiivselt või negatiivselt. Vali õige vastus vastaval nupul klõpsates ja põhjenda.

P2_ATe_2, 2 punkti - õige valik 1 punkt + põhjendus 1 punkt.

Õige vastus: positiivselt.

Põhjendus - Puud ja põõsad loovad mitmekesiseid elupaiku erinevatele liikidele (linnud, putukad, närilised). Puud ja põõsad pakuvad varju ja vähendavad pargi mikrokliima mõju, pakkudes jahutust. Aitab parandada õhukvaliteeti (puud ja põõsad neelavad süsinikdioksiidi ja teisi saasteaineid ning vabastavad värsket hapnikku). Vähendavad erosiooni riski, kuna puude ja põõsaste juured aitavad kaasa maapinna stabiliseerimisel. Pakuvad varjupaika erinevatele liikidele, mis võib suurendada linna pargis elavate loomade ja putukate mitmekesisust. Sellega võib luua erinevatele liikidele pesitsus- ja paljunemispaike.

Hindamismudel:

2 punkti: on valitud positiivne mõju ja põhjenduses on mainitud üks nimetatud aspektidest

1 punkt - on valitud positiivne mõju kuid ei ole põhjendatud korrektselt

0 punkti - on valitud negatiivne mõju ja ei ole põhjendatud

Saarat ja Johanit hakkas pargi elukoosluse teema rohkem huvitama. Nad küsisid õpetajalt, et milliseid loomi ja taimi linna pargis leida võib. Õpetaja tutvustas neile tüüpilisemaid linna parkides elavaid loomi ning seal kasvavaid taimi. Edasiseks tegevuseks palus õpetaja lastel ise uurida ning kirja panna, milliseid loomi ja taimi võib linna parkides leida. Õpetaja andis lastele uurimiseks kaks linna parki - üks, kus enamasti on ainult puud ning muru niidetakse tihedalt ja asub suurema tänava ääres ning teine, kus on palju puid, muru niidetakse ainult pargi jalgradade äärest ning lisaks on alles jäetud viimastel aastatel maha langenud puud, mis pakuvad lindudele, loomadele ja putukatele pesitsus- ja peidupaika. Õpetaja väitis, et need kaks parki erinevad üksteisest väga mitmetel põhjustel.

3. Teaduslik uurimistöö nõuab kindlate reeglite järgimist ning koosneb erinevatest etappidest. Näiteks peab olema uuringus tehtava katse kirjeldus nii täpne, et seda oleks võimalik samadel tingimustel korrata.

Palun järjest Saara ja Johani pargi elukeskkonna uurimise etapid loogilisse järjekorda. Liiguta hiire vasakut nuppu all hoides vasakust tulbast uurimistöö etapid õiges järjekorras parempoolsesse tulpa.

P3_UTe_2, 6p

1. Kirjanduse lugemine. (info/andmete kogumine)
2. Võrreldakse vaatluse käigus kogutud kahe erineva pargi andmeid ning teostatakse analüüs. (andmete analüüsimine ja järelduste tegemine)
3. Millest sõltub linna pargis kasvavate taimede, loomade, lindude ja putukate liigirikkus? (probleemi püstitamine/sõnastamine)

4. Park, kus on rohkem puid/põõsaid ning niidetakse vähem, on liigirikkam. (hüpoteesi püstitamine)
5. Kuidas mõjutavad parkide erinevad tingimused seal elavate organismide mitmekesisust? (uurimisküsimus)
6. Kahe erineva pargi elukoosluse jälgimine ning nähtu kirjapanemine. (hüpoteesi kontrollimine vaatluste/katsete abil)

Õige vastus: 3, 5, 1, 4, 6, 2

Hindamismudel:

1p, kui 3 on esimene

1p, kui 2 on viimane

1p, kui 5 on enne 1

1p, kui 1 on enne 4

1p, kui 4 on enne 6

1p, kui 6 on enne 2

Lapsed uurisid õpetaja etteantud parke ning tegid põhjaliku vaatluse mõlemas pargis. Lapsed panid kirja, mis taimi, puid, põõsaid, loomi (sh putukaid ja linde) nad nägid. Lisaks kirjeldasid nad kahte parki ka üldiselt: kas puid ja põõsaid on tihedalt, kas muru niidetakse või mitte, kas selles liigub palju inimesi või vähe.

Saara ja Johan soovisid teada, millistes tingimustes on pargi elukooslus liigirikkam.

Suure tänava ääres paiknev park

	Mitut liiki nägid?	Üldine kirjeldus
Puud	3 erinevat puuliiki (pärn, vaher, kuusk)	vähe puid
Põõsad	1 põõsaliik (mage sõstar)	Hõredalt, mõned üksikud põõsad
Taimed	võililled, muru, kirikakrad	Muru on madal, seda niidetakse igalt poolt ja kohati on muru väga hõredalt.
Linnud	varblane, hakk, hallvares, harakas	üksikud linnud
Putukad	mesilased, kärbsed, liblikad (lapsuliblikas, päevapaabusilm)	

Muud loomad	ei näinud	
Inimesed	Palju	Inimesi liikus läbi selle pargi palju.
Päikesevalgus	Vähe	Päike ei paista parki, sest suured majad varjavad selle suurema osa päevast ära.

Park, kus on palju puid, põõsaid ning muru niidetakse pigem vähe.

	Mitut liiki nägid?	Üldine kirjeldus
Puud	7 erinevat puuliiki (vaher, kask, pappel, pärn, kuusk, jalakas, remmelgas)	palju puid, rohkesti murdunud oksid
Põõsad	4 erinevat põõsaliiki (mage sõstar, harilik lumimari, harilik toomingas)	palju põõsaid teeradade kõrval
Taimed	murru, võililled, kirikakrad	taimi oli palju, muru tihe ja kõrge (ei niideta tihedalt)
Linnud	väike-lehelind, varblane, hallvares, hakk, kuldnokk, harakas	palju erinevaid linde, kes inimesi nähes peitu lendasid
Putukad	lepatriinud, kärbsed, mesilased, liblikad (koerliblikas, päevapaabusilm, lapsuliblikas)	Ringi lendas palju putukaid
Muud loomad	orav, hiired	
Inimesed	Vähe	Inimesi liikus vähe, kaks inimest istusid pargi erinevas otsas pingil ning lugesid raamatut
Päikesevalgus	Palju	Päikesevalgus paistab igale poole.

Uuri Saara ja Johani täidetud tabeleid ning vasta allolevatele küsimustele.

4. Kuidas on seotud parkide erinevad tingimused sealsete organismide mitmekesisusega? Vali järgnevate järelduste hulgast 2, mis sobivad kokku laste sõnastatud probleemiga (millest sõltub linna pargis kasvavate taimede, loomade, lindude ja putukate liigirikkus?) ja mis vastab nende uurimisküsimusele (kuidas mõjutavad parkide erinevad tingimused seal elavate organismide mitmekesisust?). Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel nuppudel klõpsates.

P4_UTe_3, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Suure tänava ääres olevas pargis elab palju erinevaid putukaid, linde ja muid loomi.
- 2) Suur ja mürarikas tänav pargi kõrval mõjutab sealsete organismide mitmekesisust.
- 3) Päikesevalgus on peamine põhjus, mis mõjutab parkide organismide mitmekesisust.
- 4) Rohkemate ja erinevat liiki puude/põõsaste olemasolu mõjutab lindude, putukate ja muude loomade mitmekesisust.
- 5) Suure tänava ääres olev park kutsub inimesi rohkem selles liikuma.

Õige vastus: 2 ja 4

5. Kas inimeste liikumine mõjutab parkide elustikku? Põhjenda lisades kommentaar!

Vali õige vastus vastaval nupul klõpsates ja põhjenda.

P5_ATe_3, 2 punkti (1 punkt jah või ei + 1 punkt põhjendus), osaliselt avatud vastusega küsimus

Jah/ei

Põhjendus.....

Õige vastus:

JAH, põhjendus:

- 1) Liigne inimeste liikumine võib mõjutada mõnede taimeliikide kasvu ning paljunemist.
- 2) Inimeste liikumine häirib linde ja teisi loomi ning sunnib neid otsima teisi pesitsuskohti ja peituma.
- 3) Inimeste liikumine võib kaasa tuua prügi ja saaste, mis võivad kahjustada nii taimi kui ka loomi.
- 4) Inimeste liikumine toob endaga kaasa ka mürataseme tõusu, mis tekitab lindudes ja loomades stressi.

Ei pole õige vastus, sest inimeste liikumine mingil moel mõjutab ikkagi pargi elustikku, kuid kui liigutakse mõistlikult ning prügi ei tekitata, siis sellel ei pruugi olla väga suur mõju.

Hindamismudel:

2 punkti - on valitud, et jah ja põhjenduseks toodud vähemalt üks aspekt õige vastuse all nimetatud aspektidest.

1 punkt - on valitud jah, kuid pole põhjendust.

0 punkti - ei ole valitud õiget vastust ja pole toodud põhjendust.

Mängime veega (vesi kui aine) (V)

Vesi on väga vajalik aine kõikide organismide elus. Saara ja Johan olid suvel palju vanaisa ja vanaema juures, kus neile meeldib soojade ilmadega veega mängida ja ujumas käia. Öösel oli sadanud ja kui lapsed palaval hommikul õue läksid ning hoogsalt kulli mängisid, siis muutusid nende riided üsna kiirelt seljas väga niiskeks.

1. Millistes olekutes vett leidub? Nimeta vee kolm olekut. Klõpsa lüngal ja kirjuta sobiv vastus.

V1_ATe_1, 3 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Vedel, tahke, gaasiline

Hindamisvalem:

3 punkti - 3 õiget

2 punkti - 2 õiget, 0 valet

1 punkt - 1 õige, 2 valet

0 punkti - 0 õiget, 1-3 valet

Saara ja Johan läksid vanaisa juurde uurima, et miks nad täna nii hirmsasti higistavad. Vanaisa seletas, et kuna öösel sadas palju ja praegu on väga palav, siis maha sadanud vihmavesi aurab intensiivselt ja seetõttu on õhuniiskus suur ja see lisaks tavalisele higistamisele tekitab ka laste kehadele niiskust. Vanaisa hüpotees selle teksti kokkuvõtteks oli: inimene higistab rohkem kui õhusniiskus on väga kõrge ja õhutemperatuur samuti kõrgem.

2. Mida nimetatakse hüpoteesiks? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

V2_UTe_2, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Hüpotees on teaduslik oletus, uurimuse jaoks testitav seisukoht.
- 2) Hüpotees on vastus uurimisküsimusele.
- 3) Hüpotees on probleem, millele püütakse lahendust leida.
- 4) Hüpotees on oletuslik vastus eelnevalt püstitatud uurimisküsimusele.
- 5) Hüpotees on uurimistöö andmete tõlgendamise peatükk.

Õige vastus: 1 ja 4

Saara ja Johan läksid tiigi juurde ja katsusid vett, misjärel nad otsustasid, et soovivad minna ujuma. Vesi oli keskpäevaks väga soojaks muutunud. Kui lapsed olid vanavanematelt loa saanud ning vanaisa neid valvama tulnud, siis hüppasid Saara ja Johan tiiki. Ehmatuseks aga

avastasid nad, et vesi on ainult pinnakihis soe, kuid jalgade juures hoopis päris külm. Küll aga mäletavad nad eelmisest suvest, et augustis oli tiik väga soe ja palavate ilmadega ei saanudki sealt enam jahutust. Lapsed uurisid vanaisalt, et miks see küll nii on. Vanaisal tekkis idee, et Saara ja Johan võiksid ise uurida, miks on suve alguses tiigis vesi pealt soe, kuid põhjas veel väga külm. Selleks tuli lastel kõigepealt probleem sõnastada.

3. Vali 2 kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

V3_An_2, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Mis mõjutab tiigi vee soojenemist kogu sügavuse ulatuses?
- 2) Milliseid tingimusi on vaja, et vesi soojeneks tiigis kogu sügavuse ulatuses?
- 3) Kas kalad mõjutavad tiigi vee soojust?
- 4) Kuidas muutub vee temperatuuri kui Päike soojendab seda ainult pealt?
- 5) Millised tegurid võivad mõjutada vee temperatuuri erinevusi tiigi erinevates kihtides ja kuidas need muutused võivad seletada vee kihistumise nähtust?

Õige vastus: 1 ja 5

Vee temperatuuri erinevusi tiigi erinevates kihtides võivad mõjutada päikesekiirgus, hooajalised muutused, veekogu kuju, suurus ja sügavus, vee omadused ja tuul. Saara ja Johan uurisid soojuse- ja veeringet veekogudes ning said teada, et tänu soojusjuhtivusele kandub järve ülemisest soojenenud pinnakihist soojust ka sügavamatesse vee kihtidesse, kuhu päikesekiirgus enam ei jõua. Tiigi põhjakiht soojeneb aga väga aeglaselt võrreldes pinnakihiga ja seetõttu tundsidki lapsed tiigis ujudes jalgade juures jahedamat vett. Sellist nähtust, kus vesi on pinnal ja põhjas erineva soojusega, nimetatakse vee kihistumiseks. Saara ja Johani iseseisvat projekti võib nimetada uurimistööks. Nad on juba sõnastanud probleemi. Lastel on olemas ka uurimisküsimus: kuidas mõjutab päikesekiirguse intensiivsus tiigi vee temperatuuri kihistumist erinevates kihtides? Lisaks on nad uurinud kirjandust. Teaduslikul uurimistööl on teatud kindlad etapid: probleemi püstitamine/sõnastamine, uurimisküsimuse esitamine, info kogumine, hüpoteesi püstitamine, hüpoteesi kontrollimine vaatluste/katsete abil, andmete analüüsimine ja järelduste tegemine.

Vanaisa aitas lastel ka hüpoteesi sõnastada: intensiivsem päikesekiirgus mõjutab tiigi vee temperatuuri kihistumist erinevates kihtides ning tiigi soojuse- ja veeringe tulemusena kandub see soojus ka sügavamatesse kihtidesse, kuhu päikesekiirgus enam ei jõua.

4. Milliseid andmeid on vaja katse käigus lastel koguda, et saaks hakata tegema järeldusi ja leidma vastust enda uurimisküsimusele (kuidas mõjutab päikesekiirguse

intensiivsus tiigi vee temperatuuri kihistumist erinevates kihtides)? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

V4_UTe_3, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) õhutemperatuur
- 2) päikesekiirguse intensiivsus
- 3) õhuniiskus
- 4) tiigi vee temperatuur erinevatel sügavustel
- 5) sademed
- 6) tuul

Õige vastus: 2 ja 4

Uurimistöö tulemused kinnitasid, et päikesekiirguse intensiivsus mõjutab oluliselt tiigi vee temperatuuri kihistumist erinevates kihtides. Kõrgema päikesekiirguse korral soojeneb ülemine pinnakiht intensiivsemalt, luues sellega vertikaalse temperatuurigradiendi. See omakorda soodustab soojuse ülekandumist ülemisest soojenenud pinnakihist sügavamatesse veekihtidesse, kuhu päikesekiirgus enam ei ulatu.

5. Kuidas nimetatakse seda uurimistöö etappi, milleni lapsed jõudnud on? Vali kõige sobivam vastus vastaval nupul klõpsates.

TeUKesk, 1 punkt, valikvastustega küsimus

- 1) hüpotees
- 2) uurimisprobleem
- 3) järeldus
- 4) katse
- 5) andmete kogumine

Õige vastus: järeldus

Jäätmed (J)

Igapäevaselt tekib kodudes mitut liiki jäätmeid. Saara lugesi internetist, et jäätmete liigiti kogumine aitab kaasa keskkonna hoiule, sest sellisel juhul on võimalik neid taaskasutada ja uuesti ringlusse võtta. Kui me aga ei kogu jäätmeid nõuetekohaselt, siis kulub uute toodete valmistamiseks maavarasid ning loodusressursse, mida me ka ei soovi.

1. Milliseid jäätmeid kodumajapidamises võib tekkida? Palun jaota järgnevad jäätmed õigete jäätmeliikide alla. 1 - biojäätmed 2 - ohtlikud jäätmed 3 - plast- ja metallpakend, joogikartong 4 - klaaspakend 5 - papp- ja paberpakend 6 - sega olmejäätmed 7 –

vanapaber. Kirjuta jäätmeliigi ees olev number vastava jäätme kõrval olevasse kastikesse.

J1_ATe_2, 8 punkti, iga õige annab 1 punkti, mitme valikuga tabel



Vali õige



Vali õige



Vali õige



Vali õige



Vali õige



Vali õige



Vali õige



Vali õige

Õige vastus: 1, 3, 4, 7, 2, 2, 3, 6

Koolis sai Saara ka teada, et jäätmete kompostimine aitab vabaneda kodus tekkivatest toidujäätmetest. Saara isa rääkis, et ka neil on aias kompostikast. Kompostimisest saadakse huumusrikas muld, mida saab hiljem aias peenardes kasutada. Saara uuris isalt, et kui kaua võtab aega banaanikoore mullaks muutumine ja kuidas see toimub. Isa pakkus Saarale välja, et ta võiks selle ise välja uurida. Isa rääkis veel Saarale, et kompostimine toimib kõige paremini parajalt soojas (40-50°C) ning parajalt niiskes keskkonnas (50-60%). Selleks, et alustada edasise uurimisega on esmalt vaja sõnastada uurimisküsimus.

2. Mis on uurimisküsimus? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

J2_UTe_2, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Uurimisküsimus selgitab, mille mõju hakatakse katses uurima.
- 2) Uurimisküsimused on oletatavad vastused uurimisprobleemile.
- 3) Uurimisküsimus on uurimuse eesmärgi või uurimisprobleemi sõnastamine küsimuse vormis.
- 4) Uurimisküsimus on kirjeldus mida ja miks uuritakse.
- 5) Uurimisküsimus on eesmärgist ja teemast lähtuv küsimus, millele hakatakse uurimuses vastust otsima.

Õige vastus: 3 ja 5

Hindamismudel:

2 punkti - 2 õiget, 0 valet

1 punkt - 1 õige, 2 valet

0 punkti - 0 õiget, 1-3 valet

Loe palun uuesti teksti. Koolis sai Saara ka teada, et jäätmete kompostimine aitab vabaneda kodus tekkivatest toidujäätmetest. Saara isa rääkis, et ka neil on aias kompostikast.

Kompostimisest saadakse huumusrikas muld, mida saab hiljem aias peenardes kasutada. Saara uuris isalt, et kui kaua võtab aega banaanikoore mullaks muutumine ja kuidas see toimub. Isa pakkus Saarale välja, et ta võiks selle ise välja uurida. Isa rääkis veel Saarale, et kompostimine toimib kõige paremini parajalt soojas (40-50°C) ning parajalt niiskes keskkonnas (50-60%).

3. Vali etteantud uurimisküsimustest kaks sobivaimat uurimisküsimust, mis oleksid kooskõlas tekstiga ning millele Saara vastust otsima hakkab. Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

J3_Ka_3, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Millistes tingimustes toimub banaanikoore kompostimine kõige kiiremini?
- 2) Kas soojas ja niiskes toimub kompostimise protsess kiiremini kui jahedas ja kuivas keskkonnas?
- 3) Kas banaanikoor muutub kompostiks?
- 4) Kuidas mõjutab soe ja niiske keskkond banaanikoore kompostiprotsessi kiirust?
- 5) Kas katse purkides tekib kompostile iseloomulik lõhn?

Õige vastus: 1 ja 4

Hindamismudel:

2 punkti - 2 õiget, 0 valet

1 punkt - 1 õige, 1 valet

0 punkti - 0 õiget, 1-3 valet

Saime teada, et Saara otsib vastuseid uurimisküsimustele millistes tingimustes kulgeb banaanikoore kompostimise protsess kõige kiiremini ja kuidas mõjutab soe ja niiske keskkond banaanikoore kompostimise protsessi kiirust? Kompostimine toimib kõige paremini parajalt soojas (40-50°C) ning parajalt niiskes keskkonnas (50-60%). Selleks, et välja selgitada, milline keskkond on kompostimiseks parim, tegi Saara järgmise katse: Saara pani nelja kolmeliitrisesse purki põhja natukene põhku ja kuivanud oksa, seejärel mulda ja banaanikoore. Igas purgis olid erinevad tingimused. Purgis A niiske ja soe, purgis B kuiv ja soe, purgis C niiske ja jahe ning purgis D kuiv ja jahe. Kõik purgid olid varjulises kohas ning otsest päikesekiirgust neile peale ei paistnud. Ta hoidis purke sellistes tingimustes ühe kuu.

	Purk A	Purk B	Purk C	Purk D
temperatuur	45°C	45°C	25°C	25°C
õhuniiskus	55%	55%	55%	55%

4. Palun uuri tabelit. Kas katse tegemiseks on kõik tingimused sobilikud? Põhjenda oma arvamust. Vali õige vastus vastaval nupul klõpsates ja põhjenda lisades kommentaar.

J4_To_3, 2 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Katse tegemiseks ei ole kõik tingimused sobilikud. Purkides on küll erinev temperatuur, kuid kompostimise kiirus sõltub ka õhuniiskusest ja seega peaks ka see olema kahes purgis erinev.

Hindamismudel:

2 punkti

On välja toodud kaks aspekti:

- 1) on nimetatud, et kõik tingimused ei ole sobilikud;
- 2) on öeldud, et õhuniiskus peab ka kahes purgis olema erinev.

1 punkt

On välja toodud üks eelnevalt nimetatud aspekt

0 punkti

Ei ole välja toodud ühtegi eelnevalt nimetatud aspekti.

Selleks, et katset oleks võimalik läbi viia peab olema midagi võrrelda ühesuguste temperatuuride ja õhuniiskuse juures erinevates purkides. Kahes purgis peab olema

	Purk A	Purk B	Purk C	Purk D
temperatuur	45°C	45°C	25°C	25°C
õhuniiskus	55%	(1)	(2)	35%

ühesugune temperatuur, kuid erinev õhuniiskus.

5. Kirjuta pooleli olevasse tabelisse andmed, mille alusel oleks võimalik katse läbi viia. Kirjuta, mis numbrid peavad olema tabelis (1) ja (2) asemel. Klõpsa lüngal ja kirjuta sobiv vastus.

J5_UTe_3, 2 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: 1-35%, 2-55%

Hindamismudel:

2 punkti

Kui on kirjutatud mõlemad õhuniiskused õigesti.

1 punkt

Õigesti on kirjutatud üks õhuniiskus ja teine valesti

0 punkti

Mõlemad õhuniiskused on valesti vastatud.

6. Loe Saara katse kirjeldust. Leia tekstist kaks viga ning paranda vead järgnevas katse kirjelduses eitust kasutamata. Klõpsa lüngal ja kirjuta lause õigesti.

J6_UTe_4, 3 punkti, (1 punkt vigaste lausete valimine + 2 punkti õigete paranduste eest

	Purk A	Purk B	Purk C	Purk D
temperatuur	45°C	45°C	25°C	25°C
õhuniiskus	55%	35%	55%	35%

(iga õige parandus annab 1 punkti)), tekstiosa valik ja avatud vastusega küsimus

Saara seadis oma katsepurgid valmis ning ei pildistanud algseisu katsepurkides, sest seda ei ole hiljem vaja. Kuu aega hiljem hakkas Saara vaatama, mis tema katsepurkides toimub ja millises purgis on banaanikoor kõige rohkem kõdunenud. Visuaalseks võrdlemiseks oli tal vaja pilte algseisust igas purgis. Kuna kompostimiseks on kõige sobilikum temperatuur 40-50°C ja õhuniiskus 50-60%, siis kõige rohkem oli banaanikoor kõdunenud purgis D, kuna sealne temperatuur ja õhuniiskus oli selleks protsessiks kõige sobilikum.

Vastus:

Esimene vigane lause: ei pildistanud algseisu katsepurkides, sest seda ei ole hiljem vaja.

Parandus: Pildistas algseisu katsepurkides, sest nii on katse lõpus hea võrrelda lõppseisu ja algseisu igas katsepurgis.

Teine vigane lause: Kuna kompostimiseks on kõige sobilikum temperatuur 40-50°C ja õhuniiskus 50-60%, siis kõige rohkem oli banaanikoor kõdunenud purgis D, kuna sealne temperatuur ja õhuniiskus oli selleks protsessiks kõige sobilikum.

Parandus: Purgis A, kuna sealne temperatuur ja õhuniiskus olid kompostimiseks kõige sobilikumad.

Hindamismudel:

3 punkti

Õigesti on valitud kaks vigast lauset ja need parandatud

2 punkti

Õigesti on valitud üks vigane lause ja see õigesti parandatud.

1 punkt

Õigesti on valitud kaks vigast lauset, kuid ei ole parandatud.

0 punkti

ei ole valitud vigaseid lauseid ja neid pole parandatud.

Sellest katsest järeldas Saara, et kõige paremini sobis banaanikoore komposteerimiseks katsepurk, milles oli 45°C ning õhuniiskus 55% ning sellega sai ta vastatud ka enda püstitatud uurimisküsimusele: millistes tingimustes toimub banaanikoore kompostimine kõige kiiremini?

7. Mida nimetatakse uurimistöös järelduseks? Klõpsa lüngal ja kirjuta sobiv vastus.

J7_UTe_3, 2 punkt, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Uurimistöö järeldused on uurimise andmete analüüsi tulemuste põhjal tehtud otsused.

Hindamismudel:

2 punkti

On kirjutatud

- 1) Uurimistöö järeldused on uurimise andmete analüüsi tulemuste põhjal tehtud otsused.
- 2) osa uurimistööst, kus esitatakse tulemuste kokkuvõte ja vastused uurimisküsimustele ja põhinetakse uurimistöö käigus kogutud andmetele
- 3) uurimistöö tulemuste kokkuvõte, mis põhineb uurimistöö käigus kogutud tõenditele

1 punkt

- 1) Ei ole mainitud, et järeldus on konkreetse uurimistöö tulemuste/andmete põhjal tehtud analüüs

0 punkti

On kirjutatud

- 1) järeldused on uurimistöö kokkuvõte
- 2) Tuuakse näide järeldusest, aga ei avata selle mõiste tähendust

Suusatamine Alutagusel ja Austrias mägedes (S)



Joonis 1. Austria Seefeld'i mudmaasuusa kuurort (allikas: <https://www.die-seefelderin.at/en/winter/cross-country-skiing>)



Joonis 2. Alutaguse tervisespordikeskuse murdmaasuusarajad (allikas: Alutaguse Tervisespordikeskuse Facebook)

Saarale ja Johanile meeldib väga suusatada. Vanaema ja vanaisa juures Alutagusel 2 tunniga 20km suusatada ei ole nende jaoks väga suur pingutus. Peale seda jõuavad nad veel ka kelgumäel pikalt mütata. Sel talvel käisid Saara ja Johann koos ema ja isaga Austrias mägedes (1000m kõrgusel üle merepinna) sugulastel külas. Kuna Eestis oli sel hetkel lund vähe, siis ema ja isa otsustasid, et võtavad suusavarustuse kaasa, et lapsed saaksid seal talvist lemmiktegevust teha – suusatada. Kui Saara ja Johan läksid Austrias omavanuste sugulastega suusatama, siis juba esimesel korral ehmusid nad, sest neil oli väga raske sõita ja sugulastest jäädi pidevalt maha, sest nad tegid pause, et hingamine korda saada ja et pulss läheks allapoole. Suusarajal oldi kokku kaks tundi, kuid Saara ja Johann ei jõudnud sama pikka distantsi läbida nagu nad kodus olid jõudnud. Saara ja Johan ei saanud aru, miks nad sõita ei jõudnud.

1. Milline probleem jäi Saarat ja Johanit kummitama? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatele kastidele klõpsates.

S1_An_2, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Miks nad nii kergesti hingeldama hakkasid suusatades, kuigi suusarajal polnud väga palju mägesid?
- 2) Miks nad ei jõudnud reisir olles sama palju suusatada, kui kodus?
- 3) Miks löi süda Austria mägedes suusatades nii kiiresti?
- 4) Miks sugulased nendest paremad sõitjad olid?
- 5) Miks on Austrias palju kõrgemad mäed, kui Eestis?

Õige vastus: 1 ja 3

Kodus ema ja isaga rääkides küsisid lapsed, et mis see oli kui neil oli tunne, et süda tahab seest välja hüpata. Mis see tähendab. Ema ja isa seletasid, et kuna nad on mägedes, siis õhk on hõredam ning neil, kes pole sellega harjunud ongi alguses hästi raske ja südamelöökide arv minutis tõuseb.

2. Mida näitab südamelöökide arv minutis? Vali kaks sobivat vastust vastavatele kastidele klõpsates.

S2_ATe_2, 2 punkt, valikvastusega küsimus

- 1) Vererõhku
- 2) Pulssi
- 3) Kui sageli süda kokku tõmbub
- 4) Kui kiiresti inimene hingab
- 5) Inimese vere liikumist veresoontes

Õige vastus: 2 ja 3

Ema ja isa selgitasid, et kõrgemal mägedes on raske hingata, mille põhjustab väiksem õhurõhk. Kopsudes asuvad alveoolid/kopsusombid, milles on respiratoorne membraan, kust kaudu toimub hapniku omastamine, ei toimi enam, kui hapniku rõhk kopsudes ei ole piisavalt suur. Seetõttu tekib mägedes hingeldamine kiiresti ning ka pulss tõuseb kiiresti füüsilist tegevust tehes.

Saara ja Johan ei saanud aru, et kuidas nad ikkagi ei jõua sugulaste juures Austrias nii kiiresti suusatada kui nad kodus seda tegid ja kuidas mõjutavad mäed nende pulssi. Tagasi kodus olles palusid nad koolis õpetajalt, et tema aitaks selgitada, miks see nii on, et mägisel maal sõites on nende pulss kõrgem. Saaral ja Johanil oli probleem olemas ja õpetaja soovitas lastel edasiseks tegevuseks püstitada uurimisküsimus/uurimisküsimused.

3. Saara ja Johan polnud kindlad, milline uurimisküsimus oleks kõige õigem ja sõnastasid seetõttu mitu. Vali kaks kõige õigemast vastust vastavatele kastidele klõpsates. S3_UTe_2, 2 punkt, valikvastustega küsimus

- 1) Miks mägisel maastikul on pulss kõrgem?
- 2) Kuidas mõjutab mägisel suusarajal suusatamine laste pulssi?
- 3) Kas laugel suusarajal on kergem sõita?
- 4) Laugel suusarajal on lihtsam sõita kui mägisel suusarajal.
- 5) Kuidas mõjutab kõrgemal mägedes olev väiksem õhurõhk suusatamisel laste pulssi?

Õige vastus: 2 ja 5

Lapsed hakkasid mõtlema, et kuidas nad saaksid uurida, kuidas mõjutab mägisel suusarajal suusatamine nende pulssi.

4. Mis on neil selle uurimiseks vaja? Kirjuta ülesse 5 vajalikku asja, mida lastel vaja läheb. Klõpsa lüngal ja kirjuta 5 vajaminevat asja.

S4_Ka_1, 5 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: spordikell/pulsikell, stopper või tavaline kell aja mõõtmiseks ja pulsi mõõtmiseks; mäGINE lõik suusatamiseks; tasane lõik suusatamiseks; suusavarustus; neid ennast (inimesed), lumi.

Hindamismudel:

5 punkti

On nimetatud kõik viis aspekti

4 punkti

On nimetatud 4 aspekti

3 punkti

On nimetatud 3 aspekti

2 punkti

On nimetatud kaks aspekti

1 punkt

On nimetatud 1 aspekt

0 punkti

Ei ole nimetatud ühtegi aspekti õigest vastusest.

Saaral ja Johanil ei olnud pulsikellasid ja seetõttu otsustasid nad kasutada pulsi mõõtmiseks telefonis olevat stopperit ja ise lugeda oma südamelööke 1 minuti jooksul. Isa tuli neile appi aega võtma. Alutagusel vanaema ja vanaisa juures olles mõõtsid nad isa abiga suusarajal välja ühe 200m pikkuse tasase lõigu ja siis ühe 200m mägise lõigu. Esialgu läbisid Saara ja Johan kumbki tasase ja mägise lõigu ühe korra ja arvasid, et sellega ongi kõik. Kuid isa ütles, et kummalgi tuleb veel mitu korda läbida.

5. Selgita, miks isa soovitas läbida Saaral ja Johanil kumbagi lõiku neli korda? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

S5_Ka_3, 2 punkti, valikvastustega küsimus

- 1) Selleks, et näha kumb on parem
- 2) Tulemus on usaldusväärsem, kuna korduvate tegevustega välistatakse juhuslikkus
- 3) Selleks, et vaadata kumb lastest väsib esimesena
- 4) Mitme korra pealt saab arvutada keskmist pulssi ja keskmist distantssi läbimise aega.
- 5) Alles viimastel katsetel pingutavad lapsed täielikult.

Õige vastus: 2 ja 4

Saaral ja Johanil ei olnud pulsikellasid ja seetõttu otsustasid nad kasutada pulsi mõõtmiseks telefonist stopperit ja ise lugeda oma südamelööke 1 minuti jooksul. Isa tuli neile appi aega võtma. Alutagusel vanaema ja vanaisa juures olles mõõtsid nad isa abiga suusarajal välja ühe 300m pikkuse tasase lõigu ja siis ühe 300m mägise lõigu. Esialgu läbisid Saara ja Johan kumbki tasase ja mägise lõigu ühe korra ja arvasid, et sellega ongi kõik. Kuid isa selgitas, et tulemus usaldusväärsem oleks, on vaja antud katset viia läbi mitu korda. Saara ja Johan otsustasid, et teevad kumbki neli korda. Isa mõõtis igal katsel nende suusatamise kiirust ja nende pulssi.

	Mägine suusaraja osa		Tasane suusaraja osa	
	Läbimise aeg	Pulss	Läbimise aeg	Pulss
Saara 1	2.46,7	142	2.23,5	121
Saara 2	2.46,9	154	2.24,2	123
Saara 3	2.55,8	152	2.26,3	125

Saara 4	2.59,2	158	2.27,9	127
Johan 1	2.41,3	141	2.22,4	118
Johan 2	2.44,6	145	2.21,9	121
Johan 3	2.49,9	155	2.25,4	123
Johan 4	2.54,1	155	2.26,3	125

6. Kuidas nimetatakse uurimistöös sellist tulemuste esitamise viisi? Klõpsa lüngal ja kirjuta sobiv vastus.

S6_UTe_2, 1 punkt, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Tabel

	Mägine suusaraja osa	Tasane suusaraja osa	
	Läbimise aeg	Läbimise aeg	Pulss
Saara 1	2.46,7	2.23,5	121
Saara 2	2.46,9	2.24,2	123
Saara 3	2.55,8	2.26,3	125
Saara 4	2.59,2	2.27,9	127
Johan 1	2.41,3	2.22,4	118
Johan 2	2.44,6	2.21,9	121
Johan 3	2.49,9	2.25,4	123
Johan 4	2.54,1	2.26,3	125

7. Uuri seda tabelit. Kas selles tabelis on olemas kõik katse analüüsiks vajaminevad arvestamist vajavad tegurid? Põhjenda lisades kommentaar! Vali kõige sobivama vastus vastaval nupul klõpsates (jah/ei) ja põhjenda vastust lisades kommentaar.

S7_UTe_3, 3 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Selles ei ole kõiki arvestamist vajavaid tegureid. Puudu on mägise suusaraja pulsi näidud mõlema lapse puhul. Ilma nendeta ei saa teha järeldusi.

Hindamismudel:

3 punkti

On välja toodud kolm aspekti

- 1) ei ole kõiki arvetsamist vajavaid tegureid
- 2) puudu on mägise suusaraja pulsi näidud
- 3) põhjendus, et ilma nendeta ei saa teha järeldusi

2 punkti

On välja toodud kaks eelnevalt nimetatud aspekti

1 punkt

On välja toodud üks eelnevalt nimetatud aspekt

0 punkti

Ei ole välja toodud ühtegi eelnevalt nimetatud aspekti

	Mägine suusaraja osa		Tasane suusaraja osa	
	Läbimise aeg	Pulss	Läbimise aeg	Pulss
Saara 1	2.46,7	142	2.23,5	121
Saara 2	2.46,9	154	2.24,2	123
Saara 3	2.55,8	152	2.26,3	125
Saara 4	2.59,2	158	2.27,9	127
Johan 1	2.41,3	141	2.22,4	118
Johan 2	2.44,6	145	2.21,9	121
Johan 3	2.49,9	155	2.25,4	123
Johan 4	2.54,1	155	2.26,3	125

8. Uuri tabelit ja vasta. Kuidas mõjutab mägine või tasane suusarada laste pulssi ning distantsi läbimise aega? Vali kaks kõige sobivamat vastust vastavatel kastidel klõpsates.

S8_To_2, 2 punkti (iga õige annab 1 punkti), valikvastustega küsimus

- 1) Mägisel suusarajal on laste pulss kõrgem ja 300m läbimiseks kulus rohkem aega.
- 2) Mägisel suusarajal on laste pulss kõrge, kuid 300m läbimiseks kulus vähem aega.
- 3) Suusaraja mägisus ei mõjuta pulssi, pulssi mõjutab see kui palju lapsed treeninud on.

- 4) Mägine suusarada mõjutas esimesel katsel enam Johani pulsi tõusmist , kuid distantsti läbimise aeg oli esimesel katsel pikem hoopis Saaral.
- 5) Mägisel rajal kulus lastel 300m läbimiseks palju vähem aega.

Õige vastus: 1 ja 4

9. Mida nimetatakse teadusliku uurimuse katses mõjuteguriks? Mis oli laste uuringu mõjuteguriks? Klõpsa lünkadel ja kirjuta sobivad vastused.

S9_UTe_3, 2 punkti, avatud vastusega küsimus

Õige vastus: Mõjutegur on tegur, mille mõju katses uuritakse. Laste uuringus uuriti kõrguse mõju laste südametööle.

Hindamismudel:

2 punkti

Välja on toodud 2 aspekti

- 1) Mõjutegur on tegur, mille mõju uuritakse. See on katses muudetav tegur.
- 2) Laste uuringu mõjuteguriks oli kõrgus.

1 punkt

Välja on toodud ainult üks aspekt nendest kahest

0 punkti

Ei ole välja toodud, mis on mõjutegur ja mis oli laste uuringus mõjuteguriks.