

Tartu Ülikool  
Sotsiaalteaduste valdkond  
Haridusteaduste instituut  
Õppekava: Põhikooli mitme aine õpetaja

Lauri Kõlamets  
DISAINIPÕHISE LOODUSTEADUSTE ÕPPE RAKENDAMINE 8. KLASSI  
KEEMIATUNDIDES "LIMONAADI TEHNOLOOGIA" MOODULI NÄITEL  
magistritöö

Juhendajad: teadur Katrin Vaino  
assistent Meeli Rannastu

Tartu 2019

Disainipõhise loodusteaduste õppe rakendamine 8. klassi keemiatundides „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli näitel

### Resümee

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida disainipõhise õppe rakendamise mõju õpilaste sisemisele motivatsioonile 8. klassi keemia tundides "Limonaadi tehnoloogia" mooduli abil. Sisemise motivatsiooni peamiseks teoreetiliseks aluseks kasutati Deci ja Ryan (1985, 2000, 2007) loodud enesemääratlemise teooriat. Sisemist motivatsiooni mõõdeti õpilaste poolt tajutud huvi, autonoomia-, pädevus-, kuuluvustunne ning õpitu tajutud väärtuse kaudu. Uurimuses rakendati enne mooduli õpetamist eelküsimustikku ning pärast mooduli õpetamist samasugust järelküsimustikku. Antud töös osalesid kolme kooli õpilased (N=101). Uuringu tulemustest ilmnnes, et õpilaste sisemine motivatsioon suurenes neljas mõõdetud kategoorias (tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne), samas õpitu tajutud väärtus vähenes, kui tavatundide asemel rakendati disainipõhise loodusteaduste õppe moodulit.

Märksõnad: *disainipõhine õpe, enesemääratlemise teooria, keemia haridus.*

Implementing design-based science learning module „Soft Drink Technology" in 8<sup>th</sup> grade chemistry lessons

### **Abstract**

In this study, changes in middle school students' (8<sup>th</sup> grade, 3 schools, n = 101) intrinsic motivation were investigated in chemistry lessons before and after implementing the design-based science learning (DBSL) approach. The DBSL connects engineering design with inquiry learning. A DBSL module was developed in which students had to design a soft drink machine from everyday materials. The impact of the module was measured through pre- and post questionnaire. The questionnaire was based on the intrinsic motivation instrument (Deci & Ryan, 1985, 2000, 2007) consisting of one direct (perceived interest) and four indirect (perceived autonomy, competence, relatedness and value) indicators of intrinsic motivation. Based on the results, the students' perceived autonomy, relatedness, competence and interest were higher and perceived value lower in DBSL lessons compared to the ordinary chemistry lessons.

## Sisukord

Sissejuhatus .....	5
Disainipõhise loodusteaduste õppe olemus .....	7
Disainipõhise loodusteaduste õppe tugevad ja nõrgad küljed .....	8
Enesemääratlemise teooria .....	9
Autonoomiavajadus .....	10
Pädevusvajadus .....	11
Kuuluvusvajadus .....	11
Huvi .....	11
Väärtus .....	12
Metoodika .....	13
Valim .....	13
Väljatöötatud õppematerjali struktuuri teoreetiline alus .....	14
Õppematerjal .....	14
Instrument .....	16
Andmete analüüs .....	17
Tulemused .....	18
Arutelu .....	21
Tänuõnad .....	24
Autorsuse kinnitus .....	25
Kasutatud kirjandus .....	26
Lisa 1. Disainipõhise loodusteaduste õppe „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli tööleht	
Lisa 2. Õpilaste eelküsimumstik	
Lisa 3. Õpilaste järelküsimumstik	

## Sissejuhatus

Meie elustandard sõltub võimekusest arendada innovatsiooni kaubanduses, teeninduses ja sotsiaalsetes protsessides. Seetõttu on innovatsioon tõstetud Euroopa Komisjoni poolt Euroopa 2020 innovatsiooni strateegia keskmesse (Europe 2020, 2010). Innovatsioon on ka parim vahend suurte ühiskondlike probleemide lahendamiseks, nagu kliimamuutused, energia ja maavarade kasutamine, tervis ja vananemine (Europe 2020, 2010).

OECD raportis „21. sajandi õppimine“ (OECD, 2008) rõhutatakse, et sügav kontseptuaalne arusaamine asjadest on õppimises tähtsam kui pealiskaudsete faktide teadmine. Fookuses peaksid olema teadmiste omavaheline seostamine, koostöine õppimine ning kontekst vastandina kontekstivälisele ning üksikute ainete või kursustena toimuvale õppimisele (OECD, 2008). Üheks võimaluseks kujundada eelnimetatud oskusi on rakendada STEM-õpet (akronüüm ingliskeelsetest valdkondade esitähedest: STEM – *science, technology, engineering, mathematics*).

Carnevale, Smith ja Melton'i (2011) ning Rothwell'i (2013) tööjõuturu uuringud USA-s näitavad, et STEM-õppe raames kujundatavaid oskusi on lisaks traditsioonilistele loodusteadustega seotud töökohtadele vaja ka kõikides teistes tööjõusektorites.

Euroopa töandjate ühenduste katusorganisatsiooni raporti (BE, 2017) järgi on tulevikus vaja üha rohkem STEM-haridusega, mitte pelgalt digitaalsete oskustega, õpilasi, sest digitaalsete oskuste arendamine käib läbi e-platvormide, mille riistvara tundmaõppimiseks loob soodsad tingimused STEM-haridus.

Kehtivas Eesti põhikooli riikliku õppekava (PRÕK, 2011) üldosas (§ 5. Õppimise käsitlus) soovitatakse innovatsiooni- ja disainiprobleemidele lahenduste otsimist järgnevalt: a) õpet kavandades ja teostades kasutatakse teadmisi ning oskusi reaalses olukorras; b) tehakse uurimistööd ja seostatakse erinevates valdkondades õpitavat igapäevase eluga, kusjuures õppetegevus ja selle tulemused kujundatakse ühtseks tervikuks lõimingu kaudu. Õppekava läbiva teema “Tehnoloogia ja innovatsioon” käsitlemise kaudu taotletakse õpilase kujunemist uuendusaltiks ja nüüdisaegseid tehnoloogiaid eesmärgipäraselt kasutada oskavaks inimeseks, kes tuleb toime kiiresti muutuvast tehnoloogilises elu-, õpi- ja töökeskkonnas. Loodusainete ja tehnoloogia valdkonna (füüsika, bioloogia, geograafia, keemia, tehnoloogia) juures väärtustatakse samuti probleem- ja uurimusliku õppe kasutamist, et arendada loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust, loovust ja süsteemset mõtlemist (PRÕK, 2011).

OECD 2016. aastal avaldatud Eesti hariduspoliitika ülevaateraportis (OECD EPO, 2016). tuuakse välja Eesti haridussüsteemi suurimate väljakutsetena a) demograafilistest

muutustest tulenevatele probleemidele lahendusteede otsimist ja b) tehnoloogiamahuka majandusmudeli vajadustele vastavate oskuste ning teadmistega töötajaskonna ettevalmistamist.

Tulenevalt eelnevast on seega ülimalt oluline rakendada koolis õppemeetodeid, sh miniprojekte, aga ka eraldi STEM-kursusi, mille käigus õpilased lahendavad igapäevaeluga seotud probleeme ning disainivad uudseid tooteid ja lahendusi. Loodetavasti aitaks see tööjõuturul rahuldada varasemast paremini ka STEM-valdkonna töötajate põuda.

Töö eesmärk:

Selgitada välja õpilaste sisemise motivatsiooni muutused, mis leiavad aset disainipõhise loodusteaduste õppe rakendamise tulemusena 8. klassi keemia tundides, mõõdetuna õpilaste tajutud huvi, autonoomia-, pädevuse- ja kuuluvustunde ning õpitu tajutud väärtuse kaudu.

Töös püstitati järgmine uurimisküsimus:

Kas õpilaste disainipõhise loodusteaduste õppe tundides tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunde ning õpitu tajutud väärtus erineb tavatundides tajutust?

## Disainipõhise loodusteaduste õppe olemus

Eksisteerib palju sarnaseid hariduslikke lähenemisi, mis oma olemuselt on disainipõhised ning mida omakorda saab liigitada STEM-õppe alla. STEM-õppe eesmärk on siduda omavahel loodusteadusi, tehnoloogiat, inseneeriat ja matemaatikat, et arendada õpilastes kriitilist mõtlemise ning eluliste probleemide lahendamise oskust, tuginedes loodusteadustele, insenerivaldkonnale ja matemaatikale (Rüütman, 2018).

STEM-õpe võimaldab motiveerida õpilasi seeläbi, et on orienteeritud reaalse tulemuse saavutamisele ning võimaldab õpilastel käia välja oma ideid. STEM-õppe tegevustes saavad õpilased arendada probleemilahendus- ja suhtlemisoskusi ning koostöövõimet (Krajcik & Delen, 2017). Loovus, interdistsiplinaarsus, igapäevaelulised lahendused ja probleemide rõhuasetusega projektid on kesksel kohal ka STEAM (ingl *STEAM – science, technology, engineering, art, mathematics*) projektides (Kim & Park, 2012). STEAM seob loodusteadusi ja tehnoloogiat kunstiga, samas kui STEM keskendub ainult loodusteadustele ja tehnoloogiale.

Disain ise on loomeprotsessi tulem (artefakt ehk tehise) ja olemuselt nii kunsti kui teaduse piiril olev inimkeskne lahendus probleemile (Buchanan, 1992). Disainiprotsess on oma olemuselt korduv ning nõuab disainiprobleemi kindlaksmääramist ja selget sõnastamist. Igapäevaprobleemi lahendamiseks tuleb kasutada olemasolevat informatsiooni, rakendada uurimust, teha võimalike järeldusi, demonstreerida väljatöötatud prototüüpi (artefakti) ning saada tagasisidet (Krajcik & Delen, 2017).

Vaino, Vaino ja Ottander (2018) põhjal on disainipõhine loodusteaduste õppimine (ingl *design-based science learning* või DBSL) oma pedagoogilistelt lähenemistelt sarnane metoodikatega, nagu “õppimine disaini kaudu” [ingl *Learning by Design (LBD)*] (Hmelo, Holton & Kolodner, 2000; Kolodner et al., 2003), “teadus läbi disaini” [ingl *Science by Design* (TERC, 2000)] ja “disainipõhine teadus” [ingl *Design-Based Science (DBS)*] (Mamlok, Dershimer, Fortus, Krajcik & Marx, 2001; Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx & Mamlok-Naaman, 2004). Gomez Puente, van Eijck & Jochems (2011) põhjal on disainipõhine õpe (ingl *design-based learning* või DBL) hariduslik lähenemine, milles uurimistöö ja arutluste käigus luuakse innovaatiline toode, -süsteem või -lahendus. Samas pole mitte kõigi STEM- ja STEAM-projektide puhul artefakti loomine otseselt kohustuslik etapp.

Disainipõhine loodusteaduste õpe tugineb probleemipõhisele õppele (Kolodner et al., 2003), kombineerides omavahel disainimist ja loodusteaduslikku uurimust (Apedoe &

Schunn, 2013; Kolodner et al., 2003; Mehalik, Doppelt, & Schunn, 2008) ja võimaldab omandada oskuseid, mis on eriti tähtsad inseneridele ja teadlastele (Vaino, Vaino, Rannikmäe & Holbrook, 2015) ning mille teostamiseks on valinud õpilane enesele sobiva õppimisviisi, arvestades seejuures isiklikke võimeid ja oskusi (Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk & Krysinski, 2008). Disainipõhist loodusteaduste õpet saab käsitleda ka kui kontekstipõhise õppe erijuhtu, kuna algfaasis keskendutakse igapäevaelulisele probleemile ning otsitakse sellele lahendust uurimusliku tegevuse kaudu (Vaino & Vaino, 2014).

Kokkuvõtteks võib välja tuua neli peamist tunnust, mis on eelpooltoodud disainipõhiste loodusteaduste õppe lähenemistele omased:

- a) igapäevaelu probleemide lahendamine;
- b) õpitakse tundma disainimise protsessi;
- c) tegevuse käigus omandatakse ja kinnistatakse loodusteaduslikke teadmisi;
- d) protsessi käigus luuakse lahendus või tehise (artefakt).

Järgnevas alapeatükis tuuakse välja disainipõhise loodusteaduste õppe tugevad ja nõrgad küljed, mis soodustavad (või ka mitte) antud metoodika kasutamist õppetöös.

### **Disainipõhise loodusteaduste õppe tugevad ja nõrgad küljed**

*Disainipõhise loodusteaduste õppe tugevused.* Doppelt jt (2008) toovad välja, et disainipõhise loodusteaduste õppe eelised on järgmised: hea disain rahuldab ära parasjagu lahendust otsivad vajadused; protsessi iseloom on oma olemuselt aktiivõpe; tegevus toimub enamasti rühmatöona, toetades õpilastevahelist koostööd; uued väljakutsed disaini kaudu võivad motiveerida õpilasi ning toetada neid saavutama kõrgemaid akadeemilisi tulemusi.

Li, Huang, Jiang ja Chang (2016) leidsid, et disainipõhise loodusteaduste õppe kasutamine parandas õpilaste probleemilahendamise oskusi ning lisaks eelnevale toovad Doppelt jt (2008) ning Fortus, Krajcik, Dershimer, Marx ja Mamlok-Naaman (2005) välja ka, et õpilastel paranevad meeskonnatöö- ja projektijuhtimiskogemused. Disainipõhist loodusteaduste õpet kasutataval õpilastel kujunevad paremad koostöö- ja metakognitiivsed oskused kui nendel õpilastel, kes sellist õppemeetodit ei kasuta (Kolodner et al., 2003).

Disainipõhine loodusteaduste õpe võimaldab arendada positiivset suhtumist loodusteaduste õppimisse (Mamlok et al., 2001), uurimisoskustesse (Silk, Schunn & Strand Cary, 2009), omandada paremaid analüüsioskusi kui traditsioonilises tunnis (Hmelo et al.,

2000) ja suurendada õpilaste huvi tehnoloogia- ja inseneeria-alase karjääri vastu (Apedoe, Reynolds, Ellefson & Schunn, 2008; Vaino et al., 2015). Reynolds, Mehalik, Lovell ja Schunn leidsid (2009), et inseneeria kui igapäevaelu probleeme lahendava valdkonna tutvustamine lastele on tugevas positiivses korrelatsioonis õpilaste huviga töötada tulevikus inseneri erialadel.

Disainipõhine loodusteaduste õpe sisaldab nii käelist kui ka kognitiivset tegevust. Brophy (2004) järgi annavad parimaid tulemusi õpilaste sisemise motivatsiooni suurendamisel just käelise ja kognitiivse tegevuse kombineerimine.

*Disainipõhise loodusteaduste õppe puudused.* Settlage (2000) leidis oma uurimuses, et loodusteaduste õpetajakoolituse läbinud õpetajad võivad isegi pärast ulatuslikku koolitust ebaõnnestuda disainipõhise õppemooduli struktuuri mõistmisel. Õpetajakoolituse läbinud õpetajate arvates on korduvad, sarnasele metoodikale ülesehitatud tegevused üleարused, seejuures mõistmata, kui tähtis on selle metoodika kontseptuaalne järjestus (Hanuscin & Lee, 2008).

Fortus jt (2004) leidsid, et õpilastel on raske rakendada disainipõhises projektis loodusteaduslikke põhimõtteid. Samale probleemile juhivad tähelepanu ka Vattam ja Kolodner (2008), kelle väitel seisneb nn disaini ja loodusteaduste vaheline lõhe õpilaste madalas võimes kanda üle teadmisi ühest kontekstist teise.

Õpetajad keskenduvad sageli oma töös väljundi (lõpptulemuse) hindamisele ega võimalda seega arendada õpilastes kõrgemat järku probleemide (sh disainiprobleemide) lahendamisoskusi, mida toetab protsessi hindamine (Jonassen, 2011).

Disainipõhine loodusteaduste õpe on ajamahukas protsess ning tihti on lastel koolis vähe aega, et oma disainiprotsessi süveneda. Protsessi on võimalik kiirendada õpetajapoolse panuse suurendamisega, kuid samas jätab see õpilaste jaoks õhku küsimuse, kuidas tulevikus tööjõuturul iseseisvalt mitmetahulist probleemi lahendada (Schunn, 2009).

## **Enesemääratlemise teooria**

Enne kui rakendada laialdasemalt koolides uut metoodikat, on oluline uurida, mil määral tagab uus hariduslik lähenemine muutuse õpilaste teadmistes, oskustes ning hoiakutes. Käesolevas töös keskenduti õpilaste sisemise motivatsiooni kui hoiakulise suundumuse uurimisele. Ka kehtiva põhikooli riikliku õppekava (PRÕK, 2011) kohaselt peaks iga kooliastme õpetaja toetama oma tegevuse kaudu õpilase õpimotivatsiooni. Brophy (2004)

järgi on motivatsioon eesmärgipärane tegevus. Õpilaste sisemise motivatsiooni avaldumist võib pärssida/soodustada erinevate õpetamisviiside kasutamine (Niemic & Ryan, 2009).

Enesemääratlemise teooria (ingl *self-determination theory*) (Deci & Ryan, 1985; 2000) on motivatsiooni- ja isiksuse teooria, mis kirjeldab, kuidas indiviid käitub sotsiaalses keskkonnas (Legault, 2017). Enesemääratlemise teooria kohaselt on inimesed aktiivsed organismid, kes on orienteeritud arengule (Ryan & Deci, 2000). Teooria kohaselt määrab inimese psühholoogiliste vajaduste avaldumise keskkonnas kolm komponenti: vajadus autonoomiale, vajadus pädevusele ja vajadus kuuluvusele. Need kolm on inimese heaolu tagajaks ja loovad tingimused arenemiseks ja õppimiseks, võimaldades sisemisel motivatsioonil avalduda (Ryan & Deci, 2000).

Vansteenkiste, Simons, Lens, Sheldon ja Deci (2004) ning Singh, Granville ja Dika (2002) uurimuste tulemustes ilmneb positiivne seos õpilaste sisemise motivatsiooni ja õpitulemuste, enesehinnangu, püsivuse ning positiivsete emotsionaalsete näitajate vahel. Sisemiselt motiveeritud õpilased omandavad (võrreldes väliselt motiveeritutega) komplekssemaid ja interdistsiplinaarsemaid teadmisi ning õpitu säilib kauem mälus (Ryan & Deci, 2000).

Lisaks mainitud kolmele psühholoogilisele põhivajadusele toovad Renninger ja Hidi (2002) sisemise motivatsiooni mõjutajana välja õpilaste huvi. Alexander, Murphy, Woods, Duhon ja Parker (1997) peavad personaalset huvi sisemise motivatsiooni tööriistaks. Huvi võib õpilasele olla personaalne (individuaalne) või situatsiooniline (Krapp, 2002). Esimest peetakse suhteliselt stabiilseks ja pikaajaliseks, teist lühiajaliseks sõltuvalt kontekstist (Krapp, Hidi & Renninger, 1992).

Käesolevas magistritöös rakendatud instrumendis on sisemise motivatsiooni mõõtmiseks kasutatud väited koondatud viide suuremasse kategooriasse: tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne ning õpitu tajutud väärtus.

### **Autonoomiavajadus**

Autonoomseks käitumiseks peetakse käitumist, mille suhtes inimene tajub sisemist kontrolli enesejuhitud protsessi üle (Carver & Scheier, 2000). Käitumine on omaalgatuslik ning vastandub väliselt kontrollitud käitumisele, milles allutakse valitsevate normide ja nõuete survele (Black & Deci, 2000).

Autonoomse käitumise käivitajaks on sisemine motivatsioon, sest õpilastel on spontaanne kalduvus asjadest huvituda ja neid nautida. Väliste tegurite abil on võimalik

õppijate tegevusi toetada ning muuta sotsiaalses keskkonnas (klassis) protsess omaalgatuslikuks. Mitmetes erinevates valdkondades sooritatud uuringud on näidanud, et toetades autonoomiat kasvab katsealuste töökus, tõuseb sisemine motivatsioon tegevuste teostamiseks ning kaasneb hea- ja rahulolu kasv (Deci & Ryan, 2000).

### **Pädevusvajadus**

Deci (1992) järgi on pädevusvajadus (e kompetentsusvajadus) inimese tahe tunda end võimelisena sooritama väljakutset pakkuvat ülesannet. Deci ja Ryan (2002) toonitavad, et pädevustunnet saab suurendada inimesele laiema autonoomia pakkumisega, nt pakkudes võimalust ise ülesandeid valida (Niemic & Ryan, 2009). Pädevusvajadus on tihedalt seotud ka Võgotski lähima arengu tsooni teooriaga, mis mõtestab lahti, kuidas on võimalik õpetajal õpilasi pädevusvajaduse toetamisel arendada (Vaino & Teppo, 2014). Võgotski teooria järgi on lähima arengu tsoon tegeliku arengu ja potentsiaalse arengu vahe. Iseseisvalt suudab laps lahendada tegeliku arengu tsoonis olevaid ülesandeid, kuid juhendamise korral potentsiaalse arengu tsooni ülesandeid (Vygotsky, 1978).

### **Kuuluvusvajadus**

Kuuluvusvajadus on inimestele omane vajadus, milles indiviidil on soov olla seotud teiste inimestega ning saada teiste poolt aktsepteeritud (Ryan & Deci, 2002). Oluliseks mõjutajaks õpilaste kuuluvustunde suurendamisel on õpetaja ja õpilase omavaheline suhe ning see, mil määral õpetaja õpilasi austab ning hindab (Niemic & Ryan, 2009). Kuuluvusvajadust saab eelkõige suurendada rühmatöödega, mis pakuvad koostöövõimalusi, kusjuures rühmatöö edukus sõltub sellest, kuidas rühmakaaslased üksteist aitavad (Brophy, 2004). Lisaks eelnevalt mainitud kolmele psühholoogilisele põhivajadusele arvavad mitmed autorid (järgmises kahes alapeatükis), et sisemist motivatsiooni saab suurendada ka huvi tekitamise ning tegevuse väärtustamise kaudu.

### **Huvi**

Krapp (2005) järgi on huvi (tajatud huvi) isiku ja objekti vaheline suhe, milles on seotud emotsionaalsed ja kognitiivsed kontrollmehhanismid. Hidi (2000) järgi on huvi oluliseks teguriks õpilase sisemise motivatsiooni esilekutsumisel ja säilitamisel ning seda võib

nimetada ka sisemise motivatsiooni otseseks indikaatoriks (Hidi, Renninger & Krapp, 2004). Huvi jaotatakse kaheks: personaalseks (individuaalseks) ning situatsiooniliseks (Krapp, 2002). Personaalset huvi peetakse stabiilseks ja see on tihedalt seotud isikuga, situatsiooniline on aga lühiajaline ning sõltub kontekstist (Schiefele, 1991). Käesolevas magistritöös ei eristatud uurimuse instrumendi küsimustikus personaalset ja situatsioonilist huvi.

## **Väärtus**

Vaino, Holbrook ja Rannikmäe (2012) järgi on õpitu väärtus või ka tajutud väärtus veel üheks sisemise motivatsiooni faktoriks, mis mõjutab õpilaste kaasatust õppetöös. Brophy (2004) järgi on väärtus inimese sisemine rahulolu, mida kogetakse õppeprotsessi käigus või ka tasu, mis kaasneb eduka ülesande täitmisega. Väärtused, mis on seotud eesmärkidega, on igale indiviidile omased ja isiklikud (Adebiyi, Al-Hassan, Hansborough & Edginton, 2017). Hariduse sisemine väärtustamine võib olla oluliseks aluseks edukatele õpingutele (Ting, Wang & Chou, 2014). Boekaerts'i (2002) järgi on õpilased huvitatud koolitundides rohkem tegevustest, milles nad tunnevad ennast pädevana ning mida enda jaoks väärtustatakse (nt "*matemaatika on minu jaoks lihtne ja õpin seda, sest tahan saada kosmoseinseneriks*"). Õpitava väärtustamine õpetaja poolt aitab õpilastel nende enda huvides lähtuvalt tajuda õppimise vajalikkust ja selle abil saavad õpilased teostada ka oma tulevikuplaane (Brophy, 2004).

## Metoodika

Käesolevas töös uuriti disainipõhise loodusteaduste õppe mõju põhikooli 8. klassi õpilastele keemiatundide raames, rakendades sekkumist, mille ülesehitus oli järgmine: eelküsimumstikuga mõõdeti õpilaste sisemist motivatsiooni tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunde ning õpitu tajutud väärtuse kaudu, seejärel rakendati disainipõhise loodusteaduste õppe moodulit, mille järel mõõdeti õpilaste sisemist motivatsiooni samade indikaatorite kaudu uuesti. Järgnes andmete analüüs ning järelduste ja kokkuvõtete tegemine.

## Valim

Uurimus viidi läbi 2017/2018. ja 2018/2019. õppeaastal eesti õppekeelega koolide 8. klassi õpilaste seas. Töös kasutati mugavusvalimit. E-kirjaga teavitati kõiki Tartu põhikoolide keemiaõpetajaid uuringus osalemise võimaluse kohta. Koostöös Tartu Ülikooli loodusteadusliku hariduse keskusega toimus õpetajatele koolitus „Disainipõhise õppe rakendamise võimalusi loodusainete ja tehnoloogia õpetamisel“ 6.–7. aprillil 2018 (21 osalejat) ning 21.–22. septembril 2018 (23 osalejat), mille raames viis käesoleva magistritöö autor läbi „Limonaadi tehnoloogia“ töötoa, et leida juurde magistritööga seotud uuringus osalejaid. Lisaks eelnevale otsiti mooduli rakendamiseks õpetajaid Tartu Haridusfestivalil (23.10–25.10.2018), mille raames toimus samuti õpetajatele (6 osalejat) suunatud „Limonaadi tehnoloogia“ töötuba (23.10.2018).

Valimisse kuulunud õpilaste vanus oli 14–16 eluaastat. Eelküsitlusele vastas 111 õpilast ning järelküsitlusele 101 õpilast, kellest 52 olid meessoost ja 49 naissoost õpilased. Arvesse läksid ainult nende õpilaste vastused, kes vastasid nii eel- kui ka järelküsimumstikule. Küsimustikku oli vaja märkida sugu, vanus, kool ja nimi. Viimast kasutati ainult statistiliseks andmetöötluseks (õpilasi teavitati sellest eelnevalt). Mooduli läbiviimisel osales igast koolist üks keemiaõpetaja (tabel 1).

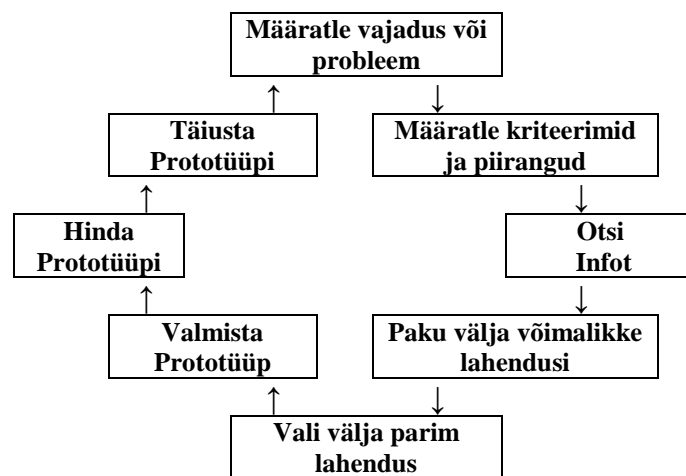
Tabel 1. Uuringu valimi kirjeldus

Kool	Õpilaste arv	Poisid	Tüdrukud	Õpetajate arv
Tartu Raatuse Kool	42	26	16	1
Saverna Põhikool	14	5	9	1
Tartu Mart Reiniku Kool	45	21	24	1
<b>Kokku:</b>	101	52	49	3

## Väljatöötatud õppematerjali struktuuri teoreetiline alus

„Limonaadi tehnoloogia“ mooduli väljatöötamisel lähtuti 5E-mudelist, millega integreeriti disainipõhise õppe elemendid (sh disainitsüklid). Rüütman (2018) toob välja, et STEM-õppes kasutatav 5E-mudel on välja töötatud 1980-ndatel Rodger W. Bybee poolt, mis toetub kognitiivsele psühholoogiale, hõlmab endas konstruktivistlikku õpikäsitlust ning pakub õpilastele tuge, et liikuda edasi soovitud eesmärkide poole. 5E-mudel (ingl *5E model*) koosneb viiest etapist: a) kaasamine (ingl *engage*), b) uurimine (ingl *explore*), c) selgitamine (ingl *explain*), d) laiendamine (ingl *extend*), e) hindamine (ingl *evaluate*).

Doppelt jt (2008) arvates on disainimisprotsess teadusliku uurimismeetodiga suhteliselt analoogne viis probleemide lahendamiseks koosnedes järgmistest etappidest: probleemi sõnastamine, vajaduste määratlemine, informatsiooni kogumine, alternatiivsete lahenduste testimine, parima lahenduse valimine, esialgse lahenduse disainimine ja konstrueerimine ning hindamine (Doppelt et al., 2008). Vaino ja Vaino (2014) järgi on disainimise tsüklid kirjeldatav alljärgneva skeemiga (joonis 2).

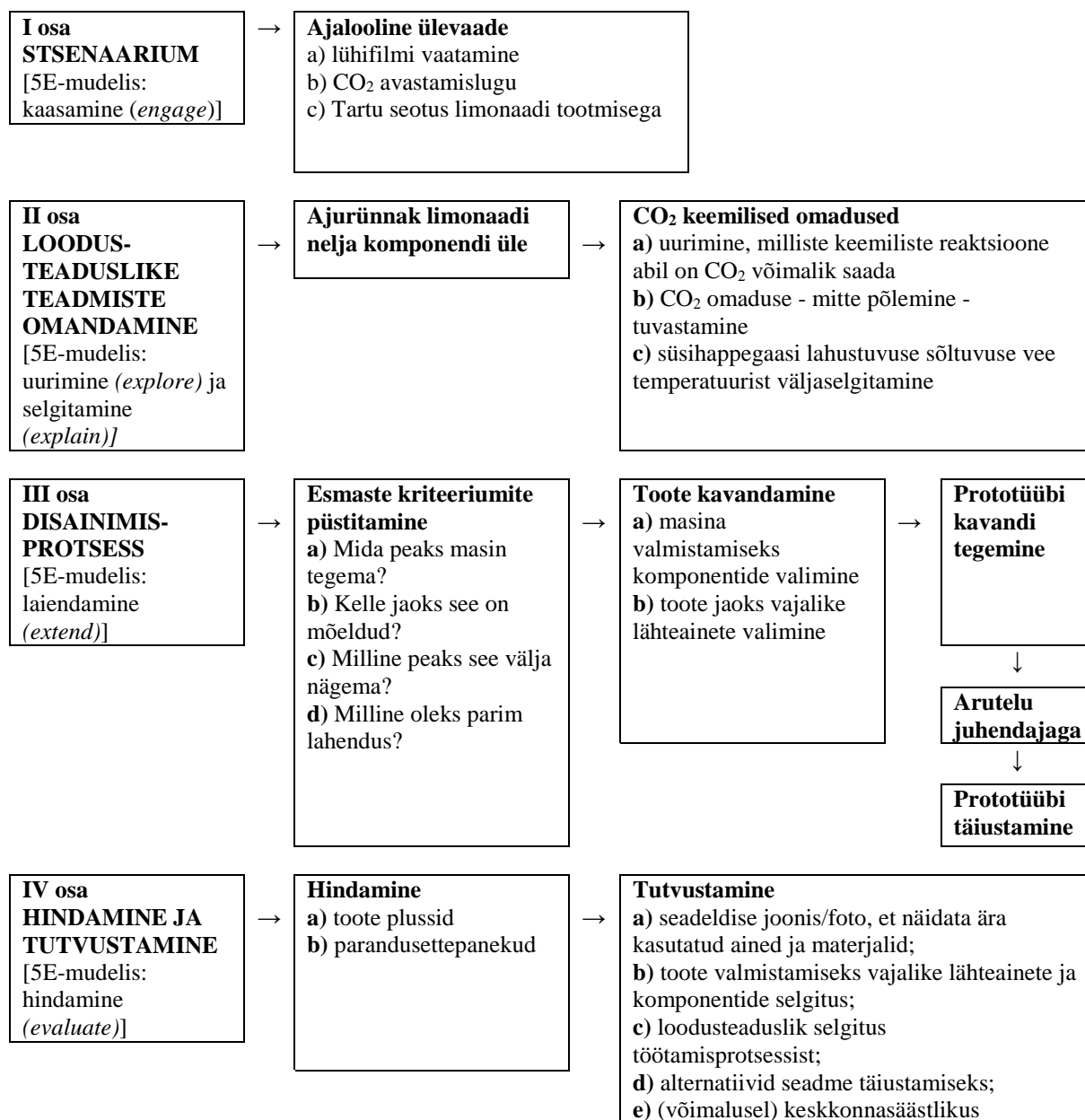


Joonis 2. Disainimise tsüklid (Vaino & Vaino, 2014).

## Õppematerjal

„Limonaadi tehnoloogia“ moodul jaotati nelja erinevasse etappi: stsenaarium, loodusteaduslike teadmiste omandamine, disainimisprotsess, toote hindamine ja tutvustamine. Etappide jaotamisel lähtuti Vaino jt (2018) poolt rakendatud disainipõhise loodusteaduste õppe mooduli (jäätisemasina tehnoloogia) etappidest. Võrreldes 5E-mudeliga liideti

käesolevas töös väljaarendatud moodulis kokku „uurimine“ ja „selgitamine“ üheks kategooriaks – loodusteaduslike teadmiste omandamine (Joonis 3).



Joonis 3. „Limonade tehnoloogia“ mooduli struktuur

*Esimene osa* (Lisa 1) koosnes stsenaariumist, milles tutvustati limonaadi ajaloolist tausta, süsihappegaasi avastamise lugu ja Tartu linna seotust limonaadi tootmisega. Kirjalikule ülevaatele eelnes Youtube’i keskkonnast näidatud videoklipp „History of the Soft Drinks Industry“, mille autor on British Soft Drinks Association (avaldatud 19.06.2014). Stsenaariumi eesmärk oli äratada õpilastes huvi igapäevakeemiaga seotud konteksti vastu ning väärtustada kodukoha kultuuriväärtusi (AS A. Le Coq).

*Teises osas* kasutati ajurünnaku meetodit, et tuletada meelde limonaadi põhilised komponendid, ja rakendati loodusteaduslikku lähenemist probleemide lahendamisel, uurides, milliste keemiliste reaktsioonide abil on võimalik toota karboniseeritud joogi tarbeks süsihappegaasi. Keemia seisukohalt tutvuti protsessi käigus süsihappegaasi keemiliste omadustega. Et arendada kriitilist mõtlemist, oli õpilastele lähteaineteks antud ka materjale ja kemikaale, millest polnud võimalik CO<sub>2</sub> toota.

*Kolmas osa* ehk disainimisprotsess algas mõtete koondamisega, lähtuvalt limonaadimasina eesmärkidest ja varasemalt sooritatud praktilistest katsetest, et disainida töötav artefakt. Kavandatud prototüüpi oli võimalik õpetajaga arutada ning testimise järel teha prototüübis täiendusi.

*Neljas osa* oli vajalik, et hinnata ja tutvustada klassikaaslastele oma seadeldist, millega arendati lastes kriitilist mõtlemist ning avaliku esinemise oskust.

## **Instrument**

Õpilaste küsimustiku koostamisel kasutati Deci ja Ryan (2007) sisemise motivatsiooni küsimustikku (IMI ingl *Intrinsic Motivation Inventory*), et hinnata õpilaste sisemist motivatsiooni disainipõhise loodusteaduste õppe mooduli rakendamise eel ja järel. Antud küsimustiku eestikeelset varianti on rakendatud Vaino jt (2012) oma uurimuses, milles Deci ja Ryan (2007) originaalküsimustiku struktuuri valideeriti peakomponentide analüüsi (Jolliffe, 2002) abil. Küsimustiku väidetega nõustumise määra pidid vastajad hindama seitsmepunktilisel Likert-tüüpi skaalal, milles 1 tähendas "*pole üldse nõus*", 4 - "*mõnevõrra nõus*" ja 7 - "*täielikult nõus*".

Eelküsimustikus (Lisa 2) tuli õpilastel hinnata oma väidetega nõustumise määra 4–5 viimase keemiatunni suhtes. Eel- ja järelküsitluse vahe oli 4–5 õppetundi, mille jooksul rakendati „Limonaadi tehnoloogia“ moodulit. Ajaline erinevus oli põhjustatud juhendavate õpetajate erinevast ajakasutusest mooduli läbiviimisel. Järelküsimustikus (Lisa 3) paluti õpilastel hinnata uuesti oma nõustumise määra esitatud väidete suhtes, pidades seejuures silmas disainipõhise loodusteaduste õppe „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli tunde.

Huvi kategooriasse kuulus 4 väidet (1, 7, 10, 16), milles uuriti otseselt sisemist motivatsiooni, nt *Mulle meeldis väga osa võtta tundide tegevustest*.

Pädevuse kategooriasse grupeeritud väiteid oli 5 (2, 8, 11, 15, 19), nt *Ma arvan, et sain tundides päris hästi hakkama*.

Autonoomia kategoorias oli 3 väidet (3, 12, 17) mis olid seotud enesejuhitud protsessidega, nt *Ma arvan, et mul oli võimalus valida mõnda tunnitegevust.*

Kuuluvuse kategoorias oli 3 väidet (4, 13, 20), nt *Tunnitöös osaledes sain ma õppimise ajal tagasisidet oma klassikaaslastelt.*

Väärtuse kategoorias oli 6 väidet (5, 6, 9, 14, 18, 21). Selles kategoorias koondusid väited ühise nimetaja alla, mille järgi on inimeste tegevused isereguleeritavad, väärtuslikud ja kasulikud probleemide lahendamisel, nt *Ma arvan, et tundides õpitu võib olla mulle tulevikus kasulik* või *Ma arvan, et tundides õpitu võib olla kasulik erinevate probleemide lahendamisel.*

## Andmete analüüs

Andmete kogumise instrumendina kasutati paber kandjal (lisa 2 ja lisa 3) või GoogleForm versioonis küsimustikku.

Uuringu andmete analüüsimine toimus kirjeldava ja võrdleva statistilise analüüsi meetodil. Uurimuse andmete töötlemisel kasutati statistikaprogrammi IBM SPSS Statistics 25 (ingl *Statistical Package for Social Sciences*) ja Office 365 tabelitöötlemise programmi Microsoft Excel.

Andmed sisestati esmalt Exceli programmi, mille käigus kontrollväidete (7, 10, 12, 17, 19) vastused rekodeeriti vastupidises järjekorras (1=7, 2=6, 3=5, 4=4, 5=3, 6=2, 7=1), et andmete statistiline analüüsimine oleks üheti mõistetav. Seejärel laeti andmed IBM SPSS-i programmi, et teha analüüsiks vajalikud arvutused. Andmete põhjal arvutati väidete vastustest välja keskmised väärtused ja standardhälbed. Lisaks üksikväidete analüüsimisele kategoriseeriti eel- ja järelküsimustiku väited vastavalt Vaino jt (2012) töös leitud struktuurile viide kategooriasse (tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne ning tajutud väärtus) ning analüüsiti saadud kategooriate vastuste keskmisi tulemusi. Sõltuvate valimite t-testi kasutati eel- ja järelküsimustiku erinevate kategooriate keskmiste väärtuste võrdlemiseks.

Statistiliselt loeti olulisuse piiriks „p“ väärtust, mis jäi vahemikku  $p \leq 0,05$  (95% tõenäosus, et tulemus ei ole juhuslik) ja tähistati märgiga \*. Märgiga \*\* tähistati väärtust  $p \leq 0,01$  (99% tõenäosus, et tulemus ei ole juhuslik) ja \*\*\* tähistati  $p \leq 0,001$  väärtust, mille puhul võib 99,9% olla kindel, et saadud tulemus ei ole juhuslik.

Instrumendi reliaabluse kontrollimiseks arvutati Cronbachi  $\alpha$  väärtused instrumendi usaldusväarsuse hindamiseks.  $\alpha$  väärtused leiti iga sisemise motivatsiooni kategooria kohta,

milleks kasutati eel- ja järelküsimustiku tulemusi. Tugevaks sisemiseks kooskõlaks loeti väärtust  $\alpha > 0,70$ .

## Tulemused

Tabelis 2 on toodud küsimustiku reliaabluse väärtused (Cronbachi  $\alpha$ ), mis on saadud eel- ja järelküsimustiku iga kategooria vastuste summeerimisel. Kuna kõik tulemused on tugevas sisemises kooskõlas ( $\alpha > 0,70$ ), siis võib järeldada, et küsimustikus olnud väited on sobilikud õpilaste sisemise motivatsiooni kirjeldamiseks.

Tabel 2. Küsimustiku kategooriate reliaablus

Küsimustiku kategooria (väite nr)	Cronbachi $\alpha$ väärtus
Huvi (1, 7, 10, 16)	$\alpha = 0,89$
Pädevus (2, 8, 11, 15, 19)	$\alpha = 0,92$
Autonoomia (3, 12, 17)	$\alpha = 0,75$
Kuuluvus (4, 13, 20)	$\alpha = 0,78$
Väärtus (5, 6, 9, 14, 18, 21)	$\alpha = 0,96$

Tabelis 3 on toodud õpilaste poolt vastatud 21 väite vastused enne ja pärast mooduli rakendamist. Tabelist 3 on näha, et õpilaste sisemise motivatsiooni puhul mõõdetud viiest kategoorist neljas kategoorias (tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne) on pärast mooduli läbimist sisemine motivatsioon suurenenud ning ühes kategoorias (Kõige suuremad muutused olid õpilaste poolt tajutud *huvi* kategoorias olnud väites “*Minu arvates olid tunnitegevused väga huvitavad*”, milles võrreldes algsega suurenenud huvi 0,93\*\*\* punkti (SD=1,22) kõrgem. Samuti on märkimisväärne tulemus *kuuluvuse* kategoorias esitatud väites “*Mulle meeldis osa võtta tundide tööst, kuna need võimaldasid mul teha koostööd klassikaaslastega*”, milles suurenes kuuluvustunne 0,92\*\*\* punkti (SD=1,64).

Silma paistis *väärtuste* kategooriasse kuuluv väide nr 9. “*Ma arvan, et tundides õpitu võib olla kasulik erinevate probleemide lahendamisel*”, milles vähenes tajutud väärtus 0,30\* punkti (SD=1,33) ning  $p=0,023$ . Samas väärtuste kategooriasse kuuluv väide nr 21 „*Ma arvan, et nendes tundides osalemine oli mulle kasulik, kuna õppisin juurde palju uusi asju*“ oli küll oma tulemuselt eel- ja järelküsimustiku andmeid võrreldes peaaegu samaväärne (muutus -0,01 punkti), kuid väga kõrge „p“ väärtus 93,9% näitab, et tulemustes seost statistilise tõlgenduse poolest tegelikult ei ole.

Tabel 3. „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli rakendamise eel- ja järelküsimustiku 21 väite tulemused

NB! Tabel jätkub järgmisel lehel

<b>Kategooria ja väide</b> ( <i>H=Huvi; P=Pädevus;</i> <i>A=Autonoomia; K=Kuuluvus;</i> <i>V=Väärtus</i> )	<b>Enne (SD)</b>	<b>Pärast (SD)</b>	<b>Keskmine võrdlus (SD)</b>	<b>p väärtus</b> (* $p \leq 0.05$ ; ** $p \leq 0.01$ ; *** $p \leq 0.001$ )
H1. Mulle meeldis väga osa võtta tundide tegevustest	5,08 (1,49)	5,77 (1,31)	0,69 (1,08)	0,000***
H7. Ma arvan, et tunnitegevused olid igavad (R)	5,15 (1,31)	5,92 (1,20)	0,77 (1,43)	0,000***
H10. Tunnitegevused ei äratanud üldse minus tähelepanu (R)	5,56 (1,37)	6,01 (1,32)	0,45 (1,13)	0,000***
H16. Minu arvates olid tunnitegevused väga huvitavad	4,66 (1,52)	5,59 (1,41)	0,93 (1,22)	0,000***
P2. Ma arvan, et sain tundides päris hästi hakkama	5,01 (1,56)	5,56 (1,22)	0,55 (1,22)	0,000***
P8. Ma arvan, et ma sain teistega võrreldes oma tunnitöödega päris hästi hakkama	4,46 (1,56)	4,79 (1,52)	0,33 (1,24)	0,008**
P11. Ma olen rahul sellega, kuidas ma sain hakkama tunnitööga	4,97 (1,59)	5,43 (1,44)	0,46 (1,31)	0,001***
P15. Mul oli piisavalt oskusi, et osaleda tundide töös	5,21 (1,55)	5,37 (1,41)	0,16 (1,19)	0,184
P19. Mõnede tunnitegevustega ei saanud ma väga hästi hakkama (R)	4,27 (1,70)	4,68 (1,50)	0,41 (1,54)	0,008**
A3. Ma arvan, et mul oli võimalus valida mõnda tunnitegevust	3,14 (1,45)	3,93 (1,43)	0,79 (1,51)	0,000***
A12. Ma tundsin, et ma olin sunnitud neid asju tegema (R)	4,46 (1,80)	5,08 (1,53)	0,62 (1,69)	0,000***
A17. Ma võtsin tunni tööst osa, kuna mul ei olnud teist valikud (R)	3,99 (1,90)	4,50 (1,83)	0,51 (2,00)	0,011*
K4. Mulle meeldis osa võtta tundide tööst, kuna need võimaldasid mul teha koostööd klassikaaslastega	4,69 (1,70)	5,61 (1,40)	0,92 (1,64)	0,000***
K13. Tunnitöös osaledes sain ma õppimise ajal tagasisidet oma klassikaaslastelt	3,53 (1,81)	4,29 (1,78)	0,76 (1,93)	0,000***
K20. Ma arvan, et nendes tundides sain ma olla kasulik oma klassikaaslastele	3,61 (1,52)	4,33 (1,76)	0,72 (1,60)	0,000***
V5. Ma usun, et tundides õpitu võib olla mulle mingil moel väärtuslik	5,31 (1,55)	5,38 (1,52)	0,07 (1,11)	0,531
V6. Ma arvan, et antud tunnitegevused aitasid arendada minu õpioskusi	5,09 (1,53)	5,14 (1,60)	0,05 (1,43)	0,729

V9. Ma arvan, et tundides õpitu võib olla kasulik erinevate probleemide lahendamisel	4,53 (1,63)	4,23 (1,73)	-0,30 (1,33)	0,023*
V14. Ma arvan, et tundides õpitu võib olla mulle tulevikus kasulik	5,00 (1,76)	4,79 (1,62)	-0,21 (1,29)	0,109
V18. Ma usun, et osalemine tundide töös võis olla mulle kasulik	5,22 (1,61)	5,14 (1,48)	-0,08 (1,14)	0,486
V21. Ma arvan, et nendes tundides osalemine oli mulle kasulik, kuna õppisin juurde palju uusi asju	5,25 (1,57)	5,24 (1,57)	-0,01 (1,31)	0,939

Viie mõõdetud kategooria keskmised tulemused on esitatud tabelis 4. Tabelist selgub, et antud valimi puhul andsid neli kategooriat (tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne) võrdlevale statistilisele analüüsile toetudes positiivse tulemuse ehk huvi, pädevuse, autonoomia ja kuuluvustunde suurenemise. Kõigis kategooriates oli muutus statistiliselt oluline ( $p \leq 0,001$ ). Ainult tajutud *väärtuse* kategoorias ei saadud mooduli rakendamisel positiivset tulemust ehk mooduli tundides õpitut väärtustati õpilaste arvates vähem kui tavatundides õpitut, kuigi muutus ei olnud statistiliselt oluline ( $p = 0,357$ ).

Tabel 4. Eel- ja järelküsimumstiku 7-palliskaalas antud vastuste võrdlus

Kategooria	Enne (SD)	Pärast (SD)	Keskmete võrdlus (SD)	p väärtus (* $p \leq 0,05$ ; ** $p \leq 0,01$ ; *** $p \leq 0,001$ )
<b>Huvi</b>	5,11 (1,14)	5,82 (1,09)	0,71 (0,88)	0,000***
<b>Pädevus</b>	4,78 (1,35)	5,17 (1,10)	0,39 (0,79)	0,000***
<b>Autonoomia</b>	3,86 (1,33)	4,51 (1,18)	0,65 (1,22)	0,000***
<b>Kuuluvus</b>	3,95 (1,29)	4,74 (1,34)	0,79 (1,29)	0,000***
<b>Väärtus</b>	5,07 (1,43)	4,99 (1,38)	-0,08 (0,88)	0,357

## Arutelu

Käesolevas uuringus oli vaatluse all disainipõhise loodusteaduste õppe rakendamine 8. klassi keemia tundides "Limonaadi tehnoloogia" mooduli abil, mille mõju uuriti õpilaste sisemise motivatsiooni muutuste kaudu. Sisemise motivatsiooni mõõdeti järgmiste indikaatorite kaudu: õpilaste poolt tajutud huvi, autonoomia, pädevuse- ja kuuluvustunne ning õpitu tajutud väärtus. Mooduli rakendamisel kasutati rühmatöö vormi, milles õpilastel oli võimalus viia ellu oma ideid, arutleda, planeerida tegevusi, lahendada loodusteadusliku sisuga ülesandeid, eesmärgiga suurendada õpilaste sisemist motivatsiooni.

Tulemustele toetudes sai uurimisküsimus „Kas õpilaste disainipõhise loodusteaduste õppe tundides tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne ning õpitu väärtus erineb tavatundides tajutust?“ viiest võimalikust mõõdetud kategooriast kinnituse neljas kategoorias. Kõige suurem ja seejuures positiivne muutus esines tajutud huvi, autonoomia-, pädevuse ning kuuluvustunde kategoorias. Samas, antud valimi hulgas tajusid õpilased „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli tundides õpitu väärtust vähem kui tavatundides, kuigi statistiliselt mitteolulisel määral.

Disainipõhist loodusteaduste õpet on enesemääratlemise teooriaga vähe seostatud ning selle mõju sisemise motivatsioonile on samuti vähe uuritud. Ühes neist vähestest uurimustest rakendasid Gräber ja Lindner (2008) keemia tundides moodulit "*Milline seep on parim?*". Moodul koosnes viiest osast ja selle etappides leidis disainipõhisele loodusteaduste õppele iseloomulikke elemente. Sekkumise tulemusena suurenes mooduli rakendamise ajal õpilastes autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne. Samas ei kasutanud Gräber ja Lindner (2008) oma uurimistöös eel- ja järelküsimustikku, vaid kvalitatiivseid uurimismeetodeid. Siiski võib öelda, et tendents on mõlemas uurimistöös sarnane.

Käesoleva magistr töö uuring sarnaneb oma ülesehituselt rohkem Vaino jt (2012) uuringuga (N=416), milles disainipõhise loodusteaduste õppe elementidega moodulite tundides uuriti sama instrumendiga õpilaste poolt tajutud huvi, autonoomia-, pädevus-, kuuluvustunnet ning õpitu tajutud väärtust. Uuringu tulemustest ilmnis, et õpilaste sisemine motivatsioon suurenes mooduli rakendamisel õppetöös kõigis viies mõõdetud kategoorias (tajutud huvi, autonoomia-, pädevus- ja kuuluvustunne ning õpitu tajutud väärtus). Suuremad muutused olid autonoomia- ja kuuluvustunde kategoorias ning kõige väiksem oli muutus õpitu tajutud väärtuste kategoorias. Kuigi Vaino jt (2012) uuring oli sarnase iseloomuga, kasutati antud uuringus teisi disainipõhiste loodusteaduste õppe mooduleid („*Kasvuhooned*

*Marsil?!“; „Milleks valmistada kodus kosmeetikat?“; „Kas isetehtud seep on tänapäeva maailmas elujõuline?“)* ning seega ei saa tulemusi üksüheselt kõrvutada.

Autonoomseks käitumiseks peetakse käitumist, mille suhtes inimene tajub sisemist kontrolli enesejuhitud protsessi üle (Carver & Scheier, 2000). Antud magistritöös leitud positiivset muutust õpilaste autonoomiatundes võib seostada asjaoluga, et mooduli jooksul loodi õpilastele tingimused otsustada mitmete tegevuste üle (nt valida ise süsihappegaasi saamiseks vajalikke reagente, valida sobilikke materjale limonaadi ja limonaadimasina disainimiseks jne). Positiivsed muutused on kooskõlas ka Reeve, Jang, Carrell, Jeon ja Barch (2004), Koestner (2008) ning Deci ja Ryan (1994) uuringute tulemustega. Need uuringud näitasid, et õpetajad, kes võimaldavad õpilastele õppetöö jooksul autonoomiat, muudavad oma tegevusega õppekeskkonna õpilaste jaoks motiveerivaks, mis innustab õpilasi tegevustes kaasa lööma.

Deci (1992) järgi on pädevusvajadus inimese tahe tunda end võimelisena sooritama väljakutset pakkuvat ülesannet. Magistritöös kasutatud disainipõhise loodusteaduste õppe moodulis võimaldati õpilastel teostada erineva sisuga ülesandeid (loodusteaduslikud katsed, rühmaarutelud, käepärastest vahenditest limonaadimasina valmistamine, toote disainimine ja esitlemine). Magistritöös leitud pädevustunde suurenemine mooduli õppimise tulemusena on kooskõlas Brophy (2004) väidetega, mille kohaselt tunnevad õpilased ennast õppetöös rohkem pädevamana, kui koolis õppimine võimaldab aktiivset osalemist, realselt millegi konkreetse loomist ning selle lõpuleviimist.

Kuuluvusvajadus on inimestele omane vajadus, milles indiviidil on soov olla seotud teiste inimestega ning saada teiste poolt aktsepteeritud (Ryan & Deci, 2002). Disainipõhise loodusteaduste õppe mooduli rakendamisel õppetöös kasutati rühmatöö vormi, mis võimaldas õpilastel sageli omavahel arutleda, teha koostööd ja võtta vastu ühiselt otsuseid. Võrreldes tavapärase õppetööga suurenes õpilaste kuuluvustunne disainipõhise loodusteaduste õppe mooduli rakendamise tagajärjel. Ka Brophy (2004) järgi saab õppetöös õpilaste kuuluvustunnet suurendada läbi koosõppimise, rühmauurimuse või paaritöö.

Krapp (2005) järgi on huvi (tajutud huvi) isiku ja objekti vaheline suhe, milles on seotud emotsionaalsed ja kognitiivsed kontrollmehhanismid. Askell-Williams ja Lawson (2001), Brophy (2004) ning Renninger ja Hidi (2002) uuringute järgi huvituvad õpilased tundidest, milles toimuvad sageli praktilised katsed, omandatakse õppeaine mitmesuguste tegevuste taustal, ning õpilastel on võimaldatakse panustada õppetöösse, kas üksi või koos kaaslastega. Kõiki neid tegevusi võimaldati õpilastel disainipõhise õppe mooduli rakendamise

tundides teha, mis omakorda tõstis õpilaste tajutavat huvi võrreldes tundidega, kus sellist meetodit ei kasutatud.

Brophy (2004) järgi on väärtus inimese sisemine rahulolu, mida kogetakse õppeprotsessi käigus või ka tasu, mis kaasneb eduka ülesande täitmisega. Magistritöös kasutatud disainipõhise loodusteaduste õppe mooduli rakendamise järel oli mooduli väärtustamise antud valimi juures negatiivne, kuigi muutus polnud statistiliselt oluline. Üheks võimalikuks põhjuseks võivad olla ka moodulis kasutatud rohked valikuvõimalused. Nt kemikaalide kasutamisel oli valikus 12 erinevat lähteainet ja limonaadimasina disainimiseks oli kasutada 15 igapäevaselt kasutatavat vahendit. Schwartz (2000) ning Iyengar ja Lepper (2000) leiavad, et arvukate valikutega (24 või 30 objekti) töö teostamisel on õppijad esmalt suure valikuga rahulolevad, kuid lahenduste väljaselgitamisel osutuvad edukamaks hoopis need õppijaid, kelle valikuid piiratakse (6 objekti). Mooduli rakendamisel toimus valdav osa tegevustest rühmatööna. Õpetaja roll jäi protsessi juhtimisel tahaplaanile. Boekaerts (2002) järgi tuleks õpetajatel õppetöö käigus õpitud pidevalt väärtustada, et lapsed mõistaksid õppeprotsessi olulisust, tähtsust, seotust teiste õppeainetega ning igapäeva eluga.

Uringust ei selgu, milline on disainipõhise loodusteaduste õppe rakendamise pikaajaline mõju ja kas ning kuidas see mõjutab õpilaste hilisemaid karjäärivalikuid. Ka oli tegemist suhteliselt väikese valimiga, mis ei võimalda teha väga suuri üldistusi. Eelnevate meetodiliste probleemide ületamiseks tuleks läbi viia pikemaajalisem sekkumine, mille käigus õpetatakse mitmeid erinevaid disainipõhiseid mooduleid erineva taustaga Eesti koolides ning kaardistakse aastate pärast katsealuste tegelikud karjäärivalikud.

## Tänuõnad

Minu siiras tänu kuulub

- Juhendajale PhD Katrin Vainole kaks aastat kestnud magistritöö kirjutamisprotsessi juhendamisel ja „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli koostamisel fookuse hoidmise eest;
- Suurepärastele õpetajatele Sirle Morozovale (Tartu Mart Reiniku Kool) ja Irja Kivimägile (Saverna Põhikool) „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli läbiviimisel oma kooli õpilastega;
- Tartu Ülikooli loodusteadusliku hariduse keskusele, mille poolt korraldatud koolituse "Disainipõhise õppe rakendamise võimalusi loodusainete ja tehnoloogia õpetamisel" raames oli võimalik leida „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli läbiviijaid;
- Tartu Haridusfestivalile "Limonaadi tehnoloogia" töötoa toetamise eest, mille raames oli samuti võimalik leida „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli läbiviijaid;
- Juhendajale Meeli Rannastule, kes suunas magistritöö koostamisel tähelepanu Tartu Ülikooli haridusteaduskonna lõputöö nõudetele;
- Õigekirjareeglite kontrollimise eest kolleegile Laura Salumets-Tutt.
- Ingliskeelse resümee õigekirjareeglite kontrollimise eest kolleegile Mai Torim.

### **Autorsuse kinnitus**

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö 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.

Lauri Kõlamets

allkiri / allkirjastatud digitaalselt/

27.05.2019

**Kasutatud kirjandus**

Adebiyi, M.E., Al-Hassan, Y., Hansborough, C. & Edginton, C. (2017). Values attached to educational goals, study processes, and educational motivation. *Journal of Education and Development*, 1(1), 48–57. Külastatud aadressil <https://www.researchgate.net/publication/321851144>

Alexander, P. A., Murphy, P. K., Woods, B. S., Duhon, K. E. & Parker, D. (1997). College instruction and concomitant changes in students' knowledge, interest, and strategy use: A study of domain learning. *Contemporary Educational Psychology*, 22, 125–146. Külastatud aadressil <https://doi.org/10.1006/ceps.1997.0927>

Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: the heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465. Külastatud aadressil <https://www.academia.edu/24719796/>

Apedoe, X. S. & Schunn, C. D. (2013). Strategies for success: uncovering what makes students successful in design and learning. *Instructional Science*, 41(4), 773–791. Külastatud aadressil <https://www.academia.edu/24719872/>

Askill-Williams, H. & Lawson, M. (2001). Mapping students' perceptions of interesting class lessons. *Social Psychology of Education*, 5, 127–147. Külastatud aadressil <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1014415401600>

Black, A. E. & Deci, L. E. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: a self-determination theory perspective. *Science Education*, 84, 740–756. Külastatud aadressil [https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000\\_BlackDeci.pdf](https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_BlackDeci.pdf)

Boekaerts, M. (2002). *Motivation to learn. Educational practices series-10*. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED470681.pdf>

Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Külastatud aadressil

<http://www.erasmusgrobina.lv/images/motivation/JereE.Brophy.Motivating-Students.pdf>

Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21.

Külastatud aadressil [http://web.mit.edu/jrankin/www/engin\\_as\\_lib\\_art/Design\\_thinking.pdf](http://web.mit.edu/jrankin/www/engin_as_lib_art/Design_thinking.pdf)

BusinessEurope (BE). (2017). *Reform barometer 2017. Strengthening long-term growth in Europe*. Külastatud aadressil

[https://www.business europe.eu/sites/buseur/files/media/reports\\_and\\_studies/reform\\_barometer\\_2017/reform\\_barometer\\_2017\\_v5b.pdf](https://www.business europe.eu/sites/buseur/files/media/reports_and_studies/reform_barometer_2017/reform_barometer_2017_v5b.pdf)

Carnevale, A. P., Smith, N. & Melton, M. (2011). *STEM: Science technology engineering mathematics. State-level analysis*. Washington, D.C.: Georgetown University. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED525307.pdf>

Carver, C. S. & Scheier, M. F. (2000). Autonomy and self-regulation. *Psychological Inquiry*, 11(4), 284–291. Külastatud aadressil <https://www.jstor.org/stable/1449622>

Deci, E. L. (1992). The relation of interest to the motivation of behavior: A self-determination theory perspective. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 43–70). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Külastatud aadressil <https://www.researchgate.net/publication/232512697>

Deci E. L. & Ryan R. M., (1985), *Intrinsic motivation and selfdetermination in human behavior*, New York: Plenum. Külastatud aadressil <https://www.researchgate.net/publication/233896840>

Deci, E. & Ryan, R. (1994). Promoting self-determined education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 38, 3–14. Külastatud aadressil [https://www.researchgate.net/profile/Edward\\_Deci/publication/248960376\\_Promoting\\_Self-determined\\_Education/links/574d8a6108aec988526b6f98.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edward_Deci/publication/248960376_Promoting_Self-determined_Education/links/574d8a6108aec988526b6f98.pdf)

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.

Külastatud aadressil

[https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000\\_DeciRyan\\_PIWhatWhy.pdf](https://selfdeterminationtheory.org/SDT/documents/2000_DeciRyan_PIWhatWhy.pdf)

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2007). *SDT: questionnaires: intrinsic motivation inventory (IMI)*.

Külastatud aadressil <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/#>

Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22–39. Külastatud aadressil

<https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v19n2/pdf/doppelt.pdf>

European Commission (Europe 2020). (2010). *Europe 2020 flagship. Initiative innovation union*. Külastatud aadressil [https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/innovation-union-communication-brochure\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/innovation-union-communication-brochure_en.pdf)

Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W. & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110. Külastatud aadressil <https://www.researchgate.net/publication/227493992>

Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27, 855–879. Külastatud aadressil

[https://www.researchgate.net/profile/Rachel\\_Mamlok-Naaman/publication/228651060\\_Design-based\\_science\\_and\\_real-world\\_problem-solving/links/0fcfd50b70caacbec0000000/Design-based-science-and-real-world-problem-solving.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rachel_Mamlok-Naaman/publication/228651060_Design-based_science_and_real-world_problem-solving/links/0fcfd50b70caacbec0000000/Design-based-science-and-real-world-problem-solving.pdf)

Gomez Puente, S.M., van Eijck, M. & Jochems, W. (2011). Towards characterizing design-based learning in engineering education: a review of the literature. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 137–149. Külastatud aadressil

<https://pure.tue.nl/ws/files/3070103/Metis247440.pdf>

Gräber, W. & Lindner, M. (2008), The impact of the PARSEL way to teach science in Germany on interest, scientific literacy, and German National Standards. *Science Education International*, 19(3), 267–274. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ890637.pdf>

Hanuscin, D. & Lee, M. (2008). Using the learning cycle as a model for teaching the learning cycle to preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 51–66. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ798580.pdf>

Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective on the effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In Sansone, C. & Harackiewicz, J. M. (Eds.), *Intrinsic motivation: controversies and new directions* (pp. 309–339). New York: Academic Press. Külastatud aadressil [https://www.researchgate.net/profile/Judith\\_Harackiewicz/publication/232566368\\_Intrinsic\\_and\\_Extrinsic\\_Motivation\\_The\\_Search\\_for\\_Optimal\\_Motivation\\_and\\_Performance/links/5712681008aeff315ba0d46d.pdf#page=239](https://www.researchgate.net/profile/Judith_Harackiewicz/publication/232566368_Intrinsic_and_Extrinsic_Motivation_The_Search_for_Optimal_Motivation_and_Performance/links/5712681008aeff315ba0d46d.pdf#page=239)

Hidi, S., Renninger, K. A. & Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognitive functioning. In David, Y. D. & Sternberg, R. J. (Eds.) *Motivation, emotion, and cognition: integrative perspectives on intellectual development and functioning* (pp. 89–115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Külastatud aadressil <http://www.al-edu.com/wp-content/uploads/2014/05/Dai-D.Y.-Sternberg-R.J.eds-Motivation-Emotion-and-Cognition-2004.pdf#page=104>

Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298. Külastatud aadressil [http://echo.iat.sfu.ca/library/hmelo\\_00\\_designing\\_to\\_learn\\_complex.pdf](http://echo.iat.sfu.ca/library/hmelo_00_designing_to_learn_complex.pdf)

Iyengar, S. & Lepper, M. (2000). When choice is demotivating: can one desire too much of a good thing? *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 995–1006. Külastatud aadressil [https://faculty.washington.edu/jdb/345/345%20Articles/Iyengar%20%26%20Lepper%20\(2000\).pdf](https://faculty.washington.edu/jdb/345/345%20Articles/Iyengar%20%26%20Lepper%20(2000).pdf)

Jolliffe, L.T. (2002). *Principal component analysis*. New York: Springer-Verlag. Külastatud aadressil

[http://cda.psych.uiuc.edu/statistical\\_learning\\_course/Jolliffe%20I.%20Principal%20Component%20Analysis%20\(2ed.,%20Springer,%202002\)\(518s\)\\_MVsa\\_.pdf](http://cda.psych.uiuc.edu/statistical_learning_course/Jolliffe%20I.%20Principal%20Component%20Analysis%20(2ed.,%20Springer,%202002)(518s)_MVsa_.pdf)

Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments*. New York: Routledge. Külastatud aadressil

[https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=DrwuCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=nmsb3KfTd9&sig=7NRyWdIpLTzFhXJZZ5RxRvx3l\\_4&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ee/books?hl=en&lr=&id=DrwuCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=nmsb3KfTd9&sig=7NRyWdIpLTzFhXJZZ5RxRvx3l_4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Kim, Y. & Park, N. (2012). Development and application of STEAM teaching model based on the Rube Goldberg's invention. *In Computer science and its applications* (pp. 693–698). Netherlands: Springer. Külastatud aadressil [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5699-1\\_70](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5699-1_70)

Koestner, R. (2008). Reaching one's personal goals: a motivational perspective focused on autonomy. *Canadian Psychology*, 49, 60–67. Külastatud aadressil

<https://pdfs.semanticscholar.org/3ae8/0710597cb0f88eeb37f3c2ad4654f0db1a1d.pdf>

Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S. & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design into practice. *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 495–547. Külastatud aadressil

[http://www.summer16.isc.uqam.ca/page/docs/readings/kolodner\\_refs/ProblemBased.pdf](http://www.summer16.isc.uqam.ca/page/docs/readings/kolodner_refs/ProblemBased.pdf)

Krajcik, J. & Delen, I. (2017). Õpilaste kaasamine STEM-haridusse. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri*, nr 5(1), 2017, 10–34. Külastatud aadressil

<http://ojs.utlib.ee/index.php/EHA/article/download/eha.2017.5.1.02a/8458/>

Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to self-determination theory. In E. Deci & R. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research* (pp. 405–427). Rochester, NY: University of Rochester Press. Külastatud aadressil

[https://www.researchgate.net/profile/Andreas\\_Krapp/publication/312675244](https://www.researchgate.net/profile/Andreas_Krapp/publication/312675244)

- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), 381–395. Külastatud aadressil [https://www.researchgate.net/profile/Andreas\\_Krapp/publication/223263465](https://www.researchgate.net/profile/Andreas_Krapp/publication/223263465)
- Krapp, A., Hidi, S. & Renninger, K. (1992). Interest, learning and development. In K. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3–25). Hillsdale, NJ: Erlbaum. Külastatud aadressil [https://www.researchgate.net/profile/Andreas\\_Krapp/publication/233896476](https://www.researchgate.net/profile/Andreas_Krapp/publication/233896476)
- Legault, L. (2017). Self-determination theory. In V. Zeigler-Hill and T. Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of personality and individual differences*. New York, NY: Springer. Külastatud aadressil [https://www.researchgate.net/publication/317690916\\_Self-Determination\\_Theory](https://www.researchgate.net/publication/317690916_Self-Determination_Theory)
- Li, Y., Huang, Z., Jiang, M., & Chang, T. W. (2016). The effect on pupils' science performance and problem-solving ability through Lego: an engineering design-based modeling approach. *Educational Technology & Society*, 19(3), 143–156. Külastatud aadressil [https://www.j-ets.net/ets/journals/19\\_3/14.pdf](https://www.j-ets.net/ets/journals/19_3/14.pdf)
- Mamlok, R., Dershimer, C., Fortus, D., Krajcik, J., & Marx, R. (2001). *Learning science by designing artifacts (LSDA) - A case study of the development of a design-based science curriculum*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in science teaching. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED458127.pdf>
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71–85. Külastatud aadressil <http://www.lrdc.pitt.edu/Schunn/research/papers/MehaliketalJEE2008.pdf>
- Niemiec, C. & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133–144. Külastatud aadressil <http://www.academia.edu/download/31109782/OCEParticle.pdf>

Reeve, J., Jang, H., Carrell, D., Jeon, S. & Barch, J. (2004). Enhancing students' engagement by increasing teachers' autonomy support. *Motivation and Emotion*, 28, 147–169. Külastatud aadressil

[http://www.johnmarshallreeve.org/uploads/2/7/4/4/27446011/reeve\\_jang\\_carrell\\_barch\\_jeon2004.4731952.pdf](http://www.johnmarshallreeve.org/uploads/2/7/4/4/27446011/reeve_jang_carrell_barch_jeon2004.4731952.pdf)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2008). *21st century learning: research, innovation and policy: directions from recent OECD analyses*. Külastatud aadressil <http://www.oecd.org/site/educeri21st/40554299.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD EPO) (2016). *OECD education policy outlook: Estonia*. Külastatud aadressil <http://www.oecd.org/education/Education-Policy-Outlook-Country-Profile-Estonia.pdf>

Põhikooli riiklik õppekava. (PRÕK). (2011). *Riigi Teataja I*, 14.01.2011, 1. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020>

Renninger, K. A. & Hidi, S. (2002). Student interest and achievement: Developmental issues raised by a case study. In A. Wigfi eld & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 173–195). New York: Academic.  
Külastatud aadressil [http://cachescan.bcub.ro/e-book/580736/pag\\_173-220.pdf](http://cachescan.bcub.ro/e-book/580736/pag_173-220.pdf)

Reynolds, B., Mehalik, M. M., Lovell, M. R. & Schunn, C. D. (2009). Increasing student awareness of and interest in engineering as a career option through design-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 25 (4), 788–798. Külastatud aadressil <http://www.lrdc.pitt.edu/Schunn/research/papers/reynoldsetal2009ijee.pdf>

Rothwell, J. (2013). *The hidden STEM economy*. Washington D.C.: Brookings Institution.  
Külastatud aadressil <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/TheHiddenSTEMEconomy610.pdf>

Rüütman, T. (2018). *Inseneripedagoogika käsiraamat. STEM valdkonna õppeainete mõjus õpetamine ja õppimine*. Teine, uuendatud trükk. TTÜ kirjastus. Külastatud aadressil [https://moodle.taltech.ee/pluginfile.php/140825/mod\\_resource/content/2/INSENERIPEDAG OOGIKA.PDF](https://moodle.taltech.ee/pluginfile.php/140825/mod_resource/content/2/INSENERIPEDAG OOGIKA.PDF)

Ryan, R. (1995). Psychological needs and the facilitation of integrative processes. *Journal of Personality*, 63, 397–427. Külastatud aadressil <https://www.researchgate.net/publication/227873950>

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54–67. Külastatud aadressil <https://mmrg.pbworks.com/f/Ryan,+Deci+00.pdf>

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: an organismic-dialectical perspective. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 3–33). Rochester, NY, US: University of Rochester Press. Külastatud aadressil <http://www.elaborer.org/cours/A16/lectures/Ryan2004.pdf>

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Education Psychologist*, 26(3–4), 299–323. Külastatud aadressil [https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/3170/file/schiefele1991\\_26.pdf](https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/3170/file/schiefele1991_26.pdf)

Schunn, C. D. (2009). How kids learn engineering. The cognitive science perspective. *The Bridge: linking engineering and society*, Fall 2009: K-12 Engineering education, 32–37. Külastatud aadressil <http://www.lrdc.pitt.edu/schunn/research/papers/Schunn-Bridge-v39n3.pdf>

Schwartz, B. (2000). Self-determination: the tyranny of freedom. *American Psychologist*, 55, 79–88. Külastatud aadressil <https://www.swarthmore.edu/SocSci/bschwar1/self-determination.pdf>

Settlage, J. (2000). Understanding the learning cycle: influences on abilities to embrace the approach by preservice elementary school teachers. *Science Education*, 84, 43–50. Külastatud aadressil [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C43::AID-SCE4%3E3.0.CO;2-F](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C43::AID-SCE4%3E3.0.CO;2-F)

Silk, E. M., Schunn, C. D. & Strand Cary, M. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209–223. Külastatud aadressil <http://www.lrdc.pitt.edu/schunn/research/papers/silk-schunn-cary.pdf>

Singh, K., Granville, M. & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: effects of motivation, interest, and academic engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323–332. Külastatud aadressil [http://www.academia.edu/download/5524386/singh-granville-dika\\_2002.pdf](http://www.academia.edu/download/5524386/singh-granville-dika_2002.pdf)

TERC. (2000). Construct-a-glove. Cambridge: NSTA Press. Külastatud aadressil <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED439966.pdf>

Ting, S.-C., Wang, M.-Y. & Chou, M.-J. (2014). A study of the leisure motivation and satisfaction. In the 2013 Taiwan Kaohsiung Chengcing Lake Balloon Festival. *The International Journal of Organizational Innovation*, 7(1), 187–201. Külastatud aadressil <http://www.ijoi-online.org/attachments/article/40/FINAL%20ISSUE%20VOL%207%20NUM%201%20JULY%202014.pdf#page=187>

Vaino, K., Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2012). Stimulating students' intrinsic motivation for learning chemistry through the use of context-based learning modules. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 410–419. Külastatud aadressil <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.456.4997&rep=rep1&type=pdf>

Vaino, K. & Teppo, M. (2014). Õpilaste motivatsioon ja näiteid selle kujundamisest loodusainete õpetamisel. Rannikmäe, M. & Soobard, R. (Toim). *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis*, (49–61). Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus. Külastatud aadressil [http://eduko.archimedes.ee/files/raamat\\_kaantega\\_viimane.pdf](http://eduko.archimedes.ee/files/raamat_kaantega_viimane.pdf)

Vaino, T. & Vaino, K. (2014). Innovatiivse mõtlemise arendamine loodusteaduste õpetamisel. Rannikmäe, M. & Soobard, R. (Toim). *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis*, (112–118). Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus. Külastatud aadressil [http://eduko.archimedes.ee/files/raamat\\_kaantega\\_viimane.pdf](http://eduko.archimedes.ee/files/raamat_kaantega_viimane.pdf)

Vaino, T., Vaino, K., Rannikmäe, M. & Holbrook, J. (2015). Factors explaining gymnasium students' technology related career orientations. *Journal of Baltic Science Education*, 14(6), 706–722. Külastatud aadressil <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:904653/FULLTEXT01.pdf>

Vaino, K., Vaino, T. & Ottander, C. (2018). Designing an ice cream making device: a design-based science learning approach. *Science Education International*, 29 (3), 149–162. Külastatud aadressil <http://www.icasonline.net/journal/index.php/sei/article/download/63/76>

Vansteenkiste, M., Simons, J., Lens, W., Sheldon, K. M. & Deci, E. L. (2004). Motivating learning, performance, and persistence: the synergistic effects of intrinsic goal contents and autonomy-supportive contexts. *Journal of Personality and Social Psychology*, 87, 246–260. Külastatud aadressil <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.1443&rep=rep1&type=pdf>

Vattam, S. & Kolodner, J. L. (2008). On foundations of technological support for addressing challenges facing design-based science learning. *Pragmatics & Cognition*, 16(2), 406–437. Külastatud aadressil <https://pdfs.semanticscholar.org/e8e8/3d5544e4bd8c24d9293fb0715650c06fc486.pdf>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press. Külastatud aadressil <http://ouleft.org/wp-content/uploads/Vygotsky-Mind-in-Society.pdf>

# LISA 1. Disainipõhise loodusteaduste õppe „Limonaadi tehnoloogia“ mooduli tööleht

## Limonaadi tehnoloogia

Nimi:.....

Klass:.....

### I – STSENAARIUM

#### 1.1 Tutvustav video limonaadivalmistamise ajaloost

Vaata õpetajaga koos videot pealkirjaga „History of the Soft Drinks Industry“ Youtube'i keskkonnast (<https://www.youtube.com/watch?v=zFkLHnS6uuU>)

#### 1.2 Veel huvitavaid fakte ajaloost

Loe tähelepanelikult läbi järgnev tekst ning vasta küsimustele:

10. sajand – Esimesed teated suhkruga rikastatud sidrunimahlast on pärit Egiptusest (Kairo). Jooki tarvitati kohalike poolt ja eksporditi ning kandis nime *qatarmizat*.

1630ndad – Esimesed andmed Euroopas Itaalia turul limonaadisarnase joogiga kauplemisest. Sõna „limonaad“ tuleneb araabiakeelsest sõnast *limun*, mis tähendab „sidrun“.

1634 – Tallinna linnaarst Gebhard Himsel hakkas esimesena Eestis kasutama sidrunijooki (limonaadi eelkäijat) ravimina.

1794 – Inglismaalt asus Ameerikasse elama Joseph Priestley. Ta veetis 20 aastat enne oma kodumaalt lahkumist enamiku vabast ajast kohalikus õlletehases ning uuris seal looduslikku õhku. Ta sai teada, et mahutis, milles õlu käärib, tikuleek kustub. Putukad, kes lendasid mahuti kohal, said eluga hakkama, kuid hiirtel tekkisid hingamisraskused ning konnad kaotasid teadvuse. Kui Priestley lisas seda gaasi vette, maitses saadus väga hästi.

Millise gaasi oli avastanud Joseph Priestley?.....

Kirjuta gaasi ja vee vaheline reaktsioon ning tekkinud aine nimetus.

..... + ..... → .....

Priestley tööd hakkas huvitama Šveitsi kellameister Johann Jacob Schweppe. Ta suutis lihtsustada karboniseerimisprotsessi, pannes reageerima omavahel kaks lähteainet – naatriumvesinikkarbonaadi ( $\text{NaHCO}_3$ ) ja viinhappe ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ ). NB! Tänapäeval kasutatakse neid kahte lähteainet küpsetuspulbri koostises.

1783 – Johann Jacob Schweppe patenteeris ära oma toote, mida kasutatakse ka tänapäeval. Mis oli toote nimi?.....

1899 – A. le Coq'i eelkäija AS Tivoli rajas limonaadiosakonna ja alustas karastusjookide tootmist Tähtvere tehases. Tänapäeval valmistatakse limonaad siirupist, mis segatakse mikseris kokku karboniseeritud veega ning villitakse pudelisse.

1936 – Tbilisi limonaaditehase tehnoloog Mitrofan Lagidze töötas välja tänaseni kasutuses oleva limonaadiretsepti, mille põhikomponendid olid tsitruseleotised, kalmusejuured ja õunamahl.

1946 – A. Le Coq hakkab Lagidze algupärase retsepti järgi traditsioonilist limonaadi tootma.

1965 – Värvitu karastusjoogi Kelluke sünd A. Le Coq'i tehases. Kellukese sarnast sidrunilimonaadi villis õlletehase eelkäija siiski juba 19. sajandi lõpus, ka 1930. aastatel valmistati Tartus nii sidrunilimonaadi kui sidrunisoodat.

2002 – Tartu karastusjoogid koondatakse ühtsesse tootesarja, mille peategelaseks saab limonaadisiga Limpa.

NB! Ajaloolise ülevaate koostamisel on kasutatud järgmisi materjale:

a) <http://press.alecoq.ee/karastusjook/tahtsamad-nopped-limonaadi-ajaloost/>

b) [https://en.wikipedia.org/wiki/Soft\\_drink](https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_drink)



Joseph Priestley



#### Arutelu rühmas:

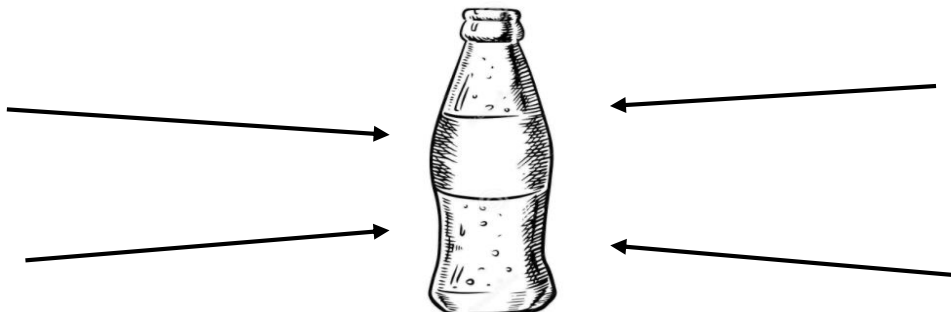
• Millised mõtted, ideed või küsimused tekkisid Sul seoses eeltoodud stsenaariumiga?

• Kas limonaadi saaks valmistada lihtsate vahenditega, mida leidub peaaegu igas majapidamises? Mida läheks selleks vaja?

## II – LOODUSTEADUSLIKE TEADMISTE OMANDAMINE

### 2.1. Limonaadi koostis

Arutlege rühmas, millised on limonaadide 4 peamist koostisainet. Kirjuta need nooltele.



Kui suur on suhkrusisaldus limonaadides? Guugelda ja leia järgnevate toodete suhkrusisaldus ning täida tabel.

Toote nimi	Suhkrut grammides 100 g limonaadi kohta	Suhkrut grammides 500 g limonaadi kohta	Arvuta lahuse massi %
Limpa			
Coca-Cola			
Fanta			

Järeldused:.....

### 2.2 CO<sub>2</sub> saamine ja omadused

Vett saab kraanist ning suhkrut saab poest, maitseaineid või mahla, mis annab limonaadile maitse, on võimalik ise pressida. Millistes protsessides ja reaktsioonides tekib aga süsihappegaas?

Kas oled näinud, mis juhtub, kui söögisooda segada äädikaga? .....

Söögiäädikas on 30% sisaldusega etaanhappe ehk äädikhappe lahus.

See reaktsioon kulgeb järgmise skeemi kohaselt:

**Söögisooda + äädikhape → naatriumetaanat + süsihappegaas + vesi**



**Uurige nüüd rühmas sama reaktsiooni veidi põhjalikumalt.**

**Ained ja vahendid:** söögisooda (1 spl), söögiäädikas (30 ml), keeduklaas, tikud, universaalindikaatorpaber.

NB! Ära unusta kaitseriietust, -prille ning -kindaid.

1. Mis juhtub, kui lisada äädikhapet söögisoodale? .....
2. Kas Sa oskad juhtunut selgitada?.....
3. Mis juhtub, kui põlev tikk/küünel asetada reaktsioonisegu kohale? Miks nii juhtub?.....
4. Mis juhtub indikaatorpaberiga, kui see asetada reaktsioonisegu kohale? Miks? .....

5. Selgita nüüd eelnevate katsete ja oma teadmiste põhjal, miks süsihappegaasi kasutatakse järgmises tootes:

\* Tulekustuti: ..... \* Karastusjoogid: .....

**Kavandage ja viige oma rühmaga läbi eksperiment, et selgitada välja, milliste protsesside (reaktsioonide) abil saab toota süsihappegaasi.**

**Kasutatavad ained ja materjalid:** söögisooda, kriit/lubjakivi, suhkur, keedusool, raud (naelad), äädikhape, akuhape, sidrun, lahustuvad C-vitamiini tabletid, sidrunhape, pärm, vesi

**Vahendid:** katseklaasid või väiksemad keeduklaasid, tikud, indikaatorpaber, teelusikas, kaitseprillid, kummikindad, kaitseriietus.

Täida tabel.

Lähteained	Kas reaktsiooni käigus eraldus gaas?		Kontrolli, kas tegemist oli gaasiga CO <sub>2</sub> ? (kontrolli nii põleva tiku kui ka niiske universaalindikaatorpaberiga)		Ohtlikud/ohutud ained
	JAH	EI	JAH	EI	

**Järeldused:** .....

### 2.2.1 Süsihappegaasi lahustuvus vees sõltuvalt temperatuurist

Kõige suurem mure on see, kuidas saada süsihappegaas pudelisse. Arvestama peab ka, et gaasi rõhk pudelis on suurem kui tavaline atmosfäärirõhk, mis on 101 325 Pa (1 atm). Limonaadipudelis on tavaliselt rõhk 2,7 atm. Mitu

paskalit see teeb? Arvuta: 2,7 atm = ..... Pa.

**Viige rühmas läbi katse, et uurida, kuidas sõltub süsihappegaasi lahustuvus vee temperatuurist.**

Kas süsihappegaas lahustub paremini kuumas või külmas vees?

**Püstitage selle kohta hüpotees:** .....

**Kasutatavad ained ja vahendid:** gaseeritud vesi, kuum vesi (~70 °C), külm vesi (~12 °C), kaks suuremat ja kaks väiksemat keeduklaasi või topsi

- Töö käik:**
- 1) Aseta kahte topsi gaseeritud vesi
  - 2) Täida suured keeduklaasid kolmandiku ulatuses vastavalt külma ja kuuma veega.
  - 3) Aseta gaseeritud veega topsid ettevaatlikult üks kuuma ning teine külma vette.
  - 4) Jälgi gaseeritud vee pinnal ja sees toimuvaid muutusi. Võrdle topse omavahel.

Mis juhtus? .....

**Järeldus hüpoteesi paikapidavuse kohta:** .....

### III – DISAINIMISPROTSESS

#### 3.1 Mõtete koondamine

Põhinedes eksperimentidest saadud teadmistele, oodatakse nüüd, et teie rühm disainiks oma limonaadivalmistamise seadme. NB! Võtke teadmiseks, et CO<sub>2</sub> peaks liikuma magustatud ja maitsestatud anumasse eraldi keskkonnast.

Arutlege rühmas järgmiste küsimuste üle:

Kelle jaoks võiks selline toode olla vajalik? Mida peaks teie seade olema võimeline tegema? Milline peaks see välja nägema? Milline oleks parim lahendus? Pange oma esialgsed mõtted kirja:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### 3.2 Toote kavandamine

**Vahendid**, mida te saate oma geniaalse disaini jaoks kasutada: plastikpudelid, topsid, kilekotid, metallist joogipurgid, plastikust joogikõrred, lusikad, elektronkaalud, kleeplint, õhupallid, käärid, nuga, puutikud, plastiliin, liimipüstol ning voolikud ja kõik ained, mis olid välja pakutud eelnevates eksperimentides.

Pakkuge välja nii palju ideid limonaadimasina valmistamiseks, kui oskate. Arutlege nende üle koos oma rühmakaaslastega. Püüdke olla loovad!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

##### 3.2.1 Tark valik

Toetudes eksperimentidest saadud teadmistele ja kogemustele (vt 2.3 tabel), valige välja parim ainete segu süsihappegaasi saamiseks.

a) Me arvame, et parim ainete kombinatsioon süsihappegaasi saamiseks meie limonaadimasina jaoks oleks.....  
....., kuna (põhjendage erinevatest vaatenurkadest lähtuvalt)

.....

.....

b) Miks te ei valinud teisi aineid? Andke oma põhjendus kõigi nende ainete suhtes, mida te ei kasutaks:

.....

.....

.....

.....

.....

c) Milliseid teisi vahendeid läheb teil vaja oma seadeldise valmistamiseks? Palun selgitage!

.....

.....

.....

.....

.....

**3.2.2 Prototüübi kavand**

Joonistage siia oma esialgne limonaadimasina kavand.

**3.2.3 Arutelu õpetajaga**

Arutlege oma kavandi üle õpetajaga ning lugege läbi veelkord punktis 3.1 teie poolt väljatoodud põhjendused.

### **3.2.4 Uuendatud prototüüp**

a) Joonistage siia oma edasiarendatud limonaadimasina kavand, näidake ära ka kasutatavad ained, materjalid ja tegevuste järjekord:

### **3.2.5 Maitse**

a) Kirjuta välja viis maitset, mis võiksid olla teie limonaadil.

--	--	--	--	--

b) Valige välja neist kolm, mis oleks võimalikult lihtsalt teostatavad.

c) Viimasest kolmest valige välja üks.

### **3.3 Prototüübi valmistamine**

1. Teostage oma kavand ning valmistage oma seadmega limonaadi.
2. Kui limonaad on valmis, siis on õige aeg seda degusteerida.
3. Võrrelge oma limonaadimasinat ja saadud limonaadi teiste rühmade omaga!

## **IV – HINDAMINE & TUTVUSTAMINE**

### **4.1 Hindamine**

Andke hinnang oma seadmele (kasutajasõbralikkus, mugavus, disain, taaskasutus jne)

<b>Plussid</b>	<b>Mida oleks vaja paremini teha</b>

### **4.2. Töö tutvustamine**

Kõige viimase osana palutakse teil kaitsta oma limonaadimasina disaini klassikaaslate ees. Te peaksite välja tooma järgneva:

- a) seadeldise joonise/foto, näidates ära kasutatud ained ja materjalid;
- b) selgitused, miks valisite just sellise lahenduse ning miks see on teie arvates suurepärase disaini;
- c) kirjelduse, kuidas see töötab (loodusteaduslik tagapõhi);
- d) pakkumised seadme täiustamiseks;
- e) võimaluse järgida tootearenduses keskkonnasäästlikku arengut.

## Lisa 2. Õpilaste eelküsimumustik

### Õpilase eelküsimumustik

Palume Sul vastata järgnevatele küsimustele, mis uurivad Sinu arvamust **4-5 viimase keemia tunni** kohta. Kõiki vastuseid analüüsitakse Tartu Ülikooli üliõpilase Lauri Kõlametsa magistritöös, milles uuritakse, mil viisil on võimalik muuta loodusteadusi (sh koolikeemiat) õpilastele populaarsemaks ning asjakohasemaks. Sinu nimi on vajalik vaid andmete töötlemiseks. Loe iga küsimust (väidet) väga tähelepanelikult ning vasta nii täpselt kui võimalik. Palu oma õpetajalt abi, kui Sa ei ole päris kindel, kuidas mõnele küsimusele vastata.

#### I Isiklikud andmed

Ees- ja perenimi:.....

Kool:.....

Sa oled (jooni alla õige vastus): poiss  
tüdruk

II Iga väite puhul näita ära (tõmba numbrile ring ümber), mil määral sobib see Sinu kohta ("1" – pole üldse nõus; "7" – täiesti nõus)

	1	2	3	4	5	6	7
	Pole üldse nõus		Mõnevõrra nõus			Täielikult nõus	
1. Mulle meeldis väga osa võtta tundide tegevustest	1	2	3	4	5	6	7
2. Ma arvan, et sain tundides päris hästi hakkama	1	2	3	4	5	6	7
3. Ma arvan, et mul oli võimalus valida mõnda tunnitegevust	1	2	3	4	5	6	7
4. Mulle meeldis osa võtta tundide tööst, kuna need võimaldasid mul teha koostööd klassikaaslastega	1	2	3	4	5	6	7
5. Ma usun, et tundides õpitu võib olla mulle mingil moel väärtuslik	1	2	3	4	5	6	7
6. Ma arvan, et antud tunnitegevused aitasid arendada minu õpioskusi	1	2	3	4	5	6	7
7. Ma arvan, et tunnitegevused olid igavad	1	2	3	4	5	6	7
8. Ma arvan, et ma sain teistega võrreldes oma tunnitöödega päris hästi hakkama	1	2	3	4	5	6	7
9. Ma arvan, et tundides õpitu võib olla kasulik erinevate probleemide lahendamisel	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7

	Pole üldse nõus		Mõnevõrra nõus			Täielikult nõus	
10. <i>Tunnitegevused ei ärritanud üldse minus tähelepanu</i>	1	2	3	4	5	6	7
11. <i>Ma olen rahul sellega, kuidas ma sain hakkama oma tunnitöödega</i>	1	2	3	4	5	6	7
12. <i>Ma tundsin, et ma olin sunnitud neid asju tegema</i>	1	2	3	4	5	6	7
13. <i>Tunnitöös osaledes sain ma õppimise ajal tagasisidet oma klassikaaslastelt</i>	1	2	3	4	5	6	7
14. <i>Ma arvan, et tundides õpitu võib olla mulle tulevikus kasulik</i>	1	2	3	4	5	6	7
15. <i>Mul oli piisavalt oskusi, et osaleda tundide töös</i>	1	2	3	4	5	6	7
16. <i>Minu arvates olid tunnitegevused väga huvitavad</i>	1	2	3	4	5	6	7
17. <i>Ma võtsin tunnitööst osa, kuna mul ei olnud teist valikut</i>	1	2	3	4	5	6	7
18. <i>Ma usun, et osalemine tundide töös võis olla mulle kasulik</i>	1	2	3	4	5	6	7
19. <i>Mõnede tunnitegevustega ei saanud ma väga hästi hakkama</i>	1	2	3	4	5	6	7
20. <i>Ma arvan, et nendes tundides sain ma olla kasulik oma klassikaaslastele</i>	1	2	3	4	5	6	7
21. <i>Ma arvan, et nendes tundides osalemine oli mulle kasulik, kuna õppisin juurde palju uusi asju</i>	1	2	3	4	5	6	7

**Suur tänu küsimustiku  
täitmise eest!**

## Lisa 3. Õpilaste järelküsimustik

### Õpilase järelküsimustik

Palume Sul vastata järgnevatele küsimustele, mis uurivad Sinu arvamust mooduli “**Limonaadi tehnoloogia**” tundide kohta. Kõiki vastuseid analüüsitakse Tartu Ülikooli üliõpilase Lauri Kõlametsa magistritöös, milles uuritakse, mil viisil on võimalik muuta loodusteadusi (sh koolikeemiat) õpilastele populaarsemaks ning asjakohasemaks. Sinu nimi on vajalik vaid andmete töötlemiseks. Loe iga küsimust (väidet) väga tähelepanelikult ning vasta nii täpselt kui võimalik. Palu oma õpetajalt abi, kui Sa ei ole päris kindel, kuidas mõnele küsimusele vastata.

#### I Isiklikud andmed

Ees- ja perenimi:.....

Kool:.....

Sa oled (jooni alla õige vastus): poiss  
tüdruk

II Iga väite puhul näita ära (tõmba numbrile ring ümber), mil määral sobib see Sinu kohta (“1” – pole üldse nõus; “7”- täiesti nõus)

	1	2	3	4	5	6	7
	Pole üldse nõus		Mõnevõrra nõus			Täielikult nõus	
1. <i>Mulle meeldis väga osa võtta tundide tegevustest</i>	1	2	3	4	5	6	7
2. <i>Ma arvan, et sain tundides päris hästi hakkama</i>	1	2	3	4	5	6	7
3. <i>Ma arvan, et mul oli võimalus valida mõnda tunnitegevust</i>	1	2	3	4	5	6	7
4. <i>Mulle meeldis osa võtta tundide tööst, kuna need võimaldasid mul teha koostööd klassikaaslastega</i>	1	2	3	4	5	6	7
5. <i>Ma usun, et tundides õpitu võib olla mulle mingil moel väärtuslik</i>	1	2	3	4	5	6	7
6. <i>Ma arvan, et antud tunnitegevused aitasid arendada minu õpioskusi</i>	1	2	3	4	5	6	7
7. <i>Ma arvan, et tunnitegevused olid igavad</i>	1	2	3	4	5	6	7
8. <i>Ma arvan, et ma sain teistega võrreldes oma tunnitöödega päris hästi hakkama</i>	1	2	3	4	5	6	7
9. <i>Ma arvan, et tundides õpitu võib olla kasulik erinevate probleemide lahendamisel</i>	1	2	3	4	5	6	7

	1	2	3	4	5	6	7
	Pole üldse nõus		Mõnevõrra nõus			Täielikult nõus	
10. <i>Tunnitegevused ei ärritanud üldse minus tähelepanu</i>	1	2	3	4	5	6	7
11. <i>Ma olen rahul sellega, kuidas ma sain hakkama oma tunnitöödega</i>	1	2	3	4	5	6	7
12. <i>Ma tundsin, et ma olin sunnitud neid asju tegema</i>	1	2	3	4	5	6	7
13. <i>Tunnitöös osaledes sain ma õppimise ajal tagasisidet oma klassikaaslastelt</i>	1	2	3	4	5	6	7
14. <i>Ma arvan, et tundides õpitu võib olla mulle tulevikus kasulik</i>	1	2	3	4	5	6	7
15. <i>Mul oli piisavalt oskusi, et osaleda tundide töös</i>	1	2	3	4	5	6	7
16. <i>Minu arvates olid tunnitegevused väga huvitavad</i>	1	2	3	4	5	6	7
17. <i>Ma võtsin tunnitööst osa, kuna mul ei olnud teist valikut</i>	1	2	3	4	5	6	7
18. <i>Ma usun, et osalemine tundide töös võis olla mulle kasulik</i>	1	2	3	4	5	6	7
19. <i>Mõnede tunnitegevustega ei saanud ma väga hästi hakkama</i>	1	2	3	4	5	6	7
20. <i>Ma arvan, et nendes tundides sain ma olla kasulik oma klassikaaslastele</i>	1	2	3	4	5	6	7
21. <i>Ma arvan, et nendes tundides osalemine oli mulle kasulik, kuna õppisin juurde palju uusi asju</i>	1	2	3	4	5	6	7

**Suur tänu küsimustiku täitmise eest!**

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, \_\_\_Lauri Kõlamets\_\_\_\_\_,  
(*autori nimi*)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

\_\_\_ DISAINIPÕHISE LOODUSTEADUSTE ÕPPE RAKENDAMINE 8. KLASSI  
KEEMIA TUNDIDES "LIMONAADI TEHNOLOOGIA" MOODULI NÄITEL\_\_\_\_\_,  
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendajateks on \_\_\_\_\_ a) teadur Katrin Vaino b) assistent Meeli Rannastu \_\_\_\_\_,  
(*juhendaja nimi*)

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Lauri Kõlamets*  
**27.05.2019**