

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Matemaatika ja statistika instituut

Lilia Ottenson

Õpiobjekti väljatöötamine lahuse protsendilise koostise õppimiseks

Matemaatika- ja informaatikaõpetaja eriala
Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja Sirje Pihlap

Tartu 2021

Õpiobjekti väljatöötamine lahuse protsendilise koostise õppimiseks

Resümee

Magistritöö raames loodi õpiobjekt lahuse protsendilise koostise õppimiseks. Digitaalse õppematerjali fookuseks olid järgmised tingimused: interaktiivne, terviklik ja iseseisvalt läbitav. Veebilehele www.lahuseprotsent.weebly.com kokku pandud materjal jagati kolmeks osaks. Esimene osa keskendub terviku-osa-protsendi omavahelisele seosele. Teine osa keskendub võrde koostamisele ning vastuse arvutamisele. Kolmas osa käsitleb lahuse protsendilise koostise muutumist. Protsentide õpetamise meetodiks valiti kaheskaalaga arvkiire meetod lahuse koostisosade näitlikustamisega. Õpiobjekti loomise aluseks valiti ADDIE mudel. Õppematerjali täiustamiseks korjati ning analüüsitud tagasiside neljalt õpetajalt ja neljalt õpilaselt. Tagasiside ettepanekutest kujunesid edasiarendamise plaanid, mida kirjeldati arutelu peatükis. Tagasiside oli positiivne ja selle analüüs näitas, et loodud õpiobjekt on valmis kasutamiseks ning sobib iseseisvaks läbimiseks.

Märksõnad: protsentarvutus, õpiobjektid

CERCS: S270 Pedagoogika ja didaktika

Development of a learning object for learning the percentage composition of a solution

Abstract

Within the framework of the Master's thesis, a learning object was created to study the percentage composition of the solution. The focus of the digital learning material was on the following conditions: interactive, comprehensive, and independently passable. The material compiled for the website www.lahuseprotsent.weebly.com was divided into three parts. The first part focuses on the relationship between the whole-part percentage. The second part focuses on compiling the equation and calculating the answer. The third part deals with the change in the percentage composition of the solution. The method of teaching percentages was the two-scale numerical beam method chosen to illustrate the components of the solution. The ADDIE model was chosen as the basis for creating the learning object. Feedback from four teachers and four students was collected and analyzed to improve the teaching material. The feedback proposals formed the plans for further development, which are described in the discussion chapter. The feedback was positive, and its analysis showed that the created learning object is ready for use and suitable for independent completion.

Keywords: percentages calculations, learning objects

CERCS: S270 Pedagogy and didactics

Sisukord

Sisukord	3
Sissejuhatus	4
1 Teoreetiline taust	6
1.1 Protsentide õpetamisest	6
1.2 Õpiobjekti loomise põhimõtted	8
2 Metoodika	11
2.1 Planeerimine	11
2.2 Tegutsemine ehk väljatöötamine	12
2.3 Vaatlemine ja kasutamine	15
2.4 Analüüs ja hinnang	16
3 Tulemused	18
4 Arutelu	22
Kokkuvõte	24
Kasutatud kirjandus	26

Sissejuhatus

Tänapäeval epideemiate mõjutatud maailmas muutub õppetöös interaktiivsete materjalide kasutamine aina aktuaalsemaks. Distsantsõppe ajastul suureneb vajadus iseseisvalt läbitava digitaalse õppematerjali järele. Kati Paas (2021) järjeldas oma magistritöös, et üks olulisematest takistustest IKT vahendite kasutamisel õpetajate hinnangul on digitaalsete materjalide puudus.

Käesoleva uurimuse käigus küsitleti kogenud matemaatika õpetajad. Kolleegid soovitasid käsitleda lahuse protsendilise koostise teemat. Põhjenduseks oli toodud protsendi teema käsitlemise puudulikkus gümnaasiumiastmes ning õpetaja tähelepanek, et puudub interaktiivne õppematerjal antud teema visualiseerimiseks.

Internetiotsing kinnitas lahuse protsendilise koostise teemaga seotud interaktiivsete materjalide puudumist. Olid leitud ainult "teoreetilised materjalid (konspektid, esitlused, õppevideod jmt). Käesoleva töö autorile teadaolevalt puuduvad just interaktiivsed terviklikud õppematerjalid sellel teemal.

Vaatamata sellele, et protsent on väga eluline teema ning vastavate teadmiste omandamine lastele konkurentsivõimekust edasiseks eluks, osutub see üheks raskemaks teemaks Seda kinnitab Regina Reinup (2014) lisades, et paljud õpilased näevad sellega vaeva. Lea Lepmann (2005) leidis TIMSSi tulemusi analüüsid, et meie õpilaste protsentülesannete lahendamise tulemused on mõnevõrra madalamad võrreldes mitmete teiste maade õpilastega, vaatamata sellele, et üldises pingereas on meie õppijad nendest ees. INNOVE lõpueksamite analüüs näitab, et protsente puudutavates ülesannetes tekib kõige rohkem raskusi õppijatel osamäära leidmisel terviku ja osa järgi või terviku leidmisel osamäära järgi (Taal, 2015; Simmo, 2017).

Lahuse protsendiline koostis on üks teemadest, mis integreerib omavahel keemia ja matemaatika tundi. Seda toovad näiteks oma artiklis esile Ivanov ja teised (2010). Õppeainetevaheline lõimumine loob seoseid erinevates õppeainetes kasutatavate mõistete ja põhimõtete vahel. Lõiming saavutatakse erinevate õppeainete ühisosa järgimisel, ühiste õppeülesannete lahendamisel. (Põhikooli riiklik õppekava, 2011, edaspidi PRÕK). Tiit Lepmanni (2010) sõnul on lahuse protsendilise koostise arvutamine matemaatika reeglite rakenduse näide. On leitud, et erinevate õppeainete lõimimine tõstab õpimotivatsiooni ja aitab paremini saavutada õpitulemusi (Eriksson et al., 2002).

Üldhariduse õppevara kaardistuses (2016) on välja toodud ettepanekud õppevara arendamiseks. Nende seas on ka soovitus luua terviklahendustega keemia e-õppematerjale.

INNOVE spetsialistid väidavad, et “olemasolevaid terviklahendusi põhikooli jaoks ei ole” (ibid). Kvaliteetsete interaktiivsete materjalide vajaduse suurenemist kinnitab ka Villems jt (2015). See osutab esile tõstetud teema tähtsusele.

Järgnevalt on toodud ülevaade protsentarvutuste ja lahuse protsendilise koostise õpetamisest ja digitaalsete õppematerjalide loomise põhimõtetest.

1 Teoreetiline taust

1.1 Protsentide õpetamisest

Protsent (ladinakeelsest *pro centum* - saja kohta) on üks matemaatilisi mõisteid, mida sageli kohatakse igapäevaelus: hinna alandamised, lahuse kontsentratsioonid, laenu intressid, statistilised andmed, mobiiliaku energia jääk, ainete sisaldus jm. Seega on eluvajalik aru saada selle mõiste sisust ning osata teha vastavaid arvutusi.

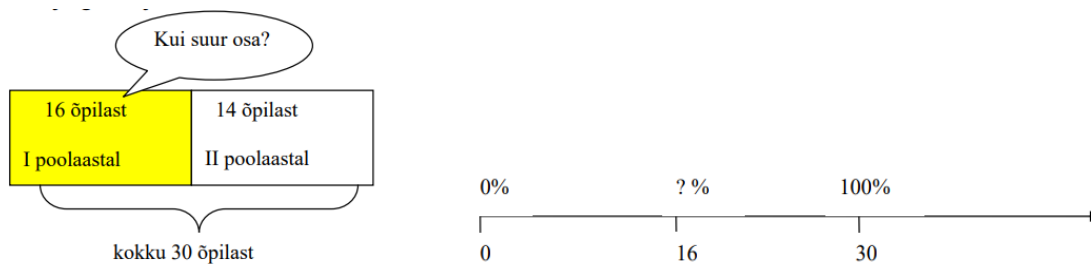
Protsendi mõistet ja osa leidmist tervikust tutvustatakse riikliku õppekava järgi õpilastele II kooliastmes täpsemalt matemaatika tunnis 6. klassis. III kooliastmes ehk 7. klassis matemaatika tunni teemadeks on: arvu leidmine tema osamäära ja protsendimäära järgi, jagatise väljendamine protsentides, suuruse muutumise väljendamine protsentides. Kasutusel on ka protsendipunkt ja promilli mõiste. Keemia tunnis 8. klassis lahendab õpilane lahuste protsendilise koostisega seotud arvutusülesandeid, lähtudes lahuse ja lahustatud aine massi ning lahuse massiprotsendi vahelisest seosest. Gümnaasiumiastmes nii laia kui ka kitsa matemaatika raames õpitakse teemat liitprotsendiline kasvamine ja kahanemine (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Protsentülesannete lahendamiseks on levinumad kolm erinevat lahendusmeetodit. Ühiku meetod ehk 1% meetod seisneb selles, et sõltumata ülesande tüübist leitakse kõigepealt 1% suurus (mis on Lea Lepmanni (2005) arvates parem viis protsendi mõistmiseks). Reegli meetodi korral tuleb kõigepealt määrata, millise tüüpülesandega on tegemist ja seejärel rakendada õpitud reeglit. Nimetatud reeglid on järgmised: osa leidmiseks tuleb tervik korrutada osamääraga; terviku leidmiseks tuleb osa jagada osamääraga; osamäär leidmiseks tuleb osa jagada tervikuga. Kolmandaks meetodiks on võrde meetod, mille korral tuleb antud suurustest koostada võrre. Suurusteks on tervik ning sellele vastav osamäär 100 % ja osa ning sellele vastav osamäär p % . Need suurused on võrdelised ehk p moodustab sajast protsendist sama suure osa nagu osa tervikust (Protsentiarvutus ..., 2021). Seejärel jõutakse ülesanneteni, kus tuleb väljendada antud suuruse muutumist protsentides (Kaldjärv jt., 2015).

Keemia õpikutes on lahuse protsendilise koostise teema juures kasutusel reegli meetod, kus tuleb kõigepealt tuvastada ülesande tüüp ning seejärel rakendada ühte reeglit kolmest võimalikest: 1) lahustunud aine massi leidmiseks tuleb lahuse mass korrutada aine protsendilise sisaldusega ning jagada saja protsendiga; 2) lahuse massi leidmiseks tuleb lahustunud aine mass jagada aine protsendilise sisaldusega ning korrutada saja protsendiga; 3) aine protsendilise sisalduse leidmiseks tuleb lahustunud aine mass jagada lahuse massiga

ning korrutada saja protsendiga. Nutikamate õpilaste jaoks on keemia töövihikus tärniga ülesanded, kus lahustunud aine protsendiline sisaldus muutub lahustunud aine juurde lisamisel või vee välja aurutamisel (Tamm 2007).

Regina Reinup (2014) oma raamatus “Väike protsendiraamat” käsitleb kõike kolmet meetodit, seletab neid lahti ja toob välja rakenduslikud ülesanded teemade kaupa (tulu jmt). Lahuse protsendiline koostis on üks nendest teemadest. Lisaks lahuse protsendilise koostise muutumisele näitab ta, kuidas lahendada ülesandeid, kus segatakse kokku 2 erinevat lahust.

Et tõhustada matemaatikaõpetust selles vallas, soovitab L. Lepmann 2015 alustada iga ülesande lahendamist andmete vaheliste seoste esitamisega joonisel. Selleks on kaks võimalust: 1) ristküliku pindala osadeks jaotamine või 2) arvkiir, mille ühel pool on kirjutatud absoluutarvud ja teisel pool neile vastavad protsendid.

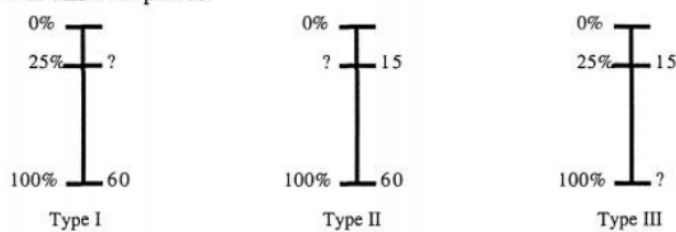


Joonis 1. Ristküliku pindala osadeks jaotamine ja kahe skaalaga arvkiir.

Sarnast lähenemisviisi on põhjalikult uurinud oma doktoritöös Shelley Louise Dole (1999). Tema uuring näitas, et proportsionaalse arvrea meetod (*proportional number line method*, mis sisuliselt vastab arvkiire meetodile) on tõhus protsentülesannete lahendamiseks, kuna aitab selgitada algoritme, pakub õpilastele mehhanismi uute probleemide lahendamiseks, aitab visualiseerida protsenti kui proportsiooni, on võimas tööriist kõiki kolme tüüpi ülesannete lahendamiseks.

Antud juhul ülesannete lahendamine läbib neli etappi:

- 1) Ülesande sisu tõlgendamine, kus on vaja viia andmed vastavusse: tervik-osa-protsent. Iga protsentülesanne sisaldab kolm elementi, mida saab tuvastada terviku, osa ja protsendina. Tingimustes on alati antud kaks elementi, lahenduseks on vaja leida kolmas element. erinevates tüüpülesannetes on erinev nende 3 osa kombinatsioon.
- 2) Terviku, osa ja protsendi väärtuste paigutamine kahe skaala arvreal, rõhutades terviku ja 100% ning osa ja protsendi vastavust. Kahe skaalaga arvreal võib esitada protsentülesande elemendid. Iga ülesande tüüpi puhul asuvad elemendid erinevates kohtades:



Joonis 2. Kolm ülesande tüüpi kahe skaalaga arvreal.

3) Proportsiooni ehk võrde koostamine. Ülesandes antud situatsiooni võib ette kujutada võrdena. Võrret on mugav otse arvrealalt välja lugeda.

4) Vastuse arvutamine kasutades võrde põhiomadust e risti korrutamist.

Parker & Leinhardt (1995) toovad välja protsendi arvutuste õpetamise nõuded: õpilastel peavad olema selged protsentülesannete komponentide vahelisi seoseid; neil peab olema terviklik arusaam protsendist; õppeprotsess peab olema suunatud protsendi kui proportsiooni mõistmisele. Arvrea meetod vastab Dole'i (1999) sõnul kõigile kolmele nõudele.

Ka Lepmanni (2005) sõnul lihtsustab arvkiire meetod võrdeliste suuruste ülesleidmist ja vastava võrde koostamist. Lahenduskäiku joonistamist keerukamate ülesannete lahendamisel soovitab ka Krawec (2014).

Regina Reinup (2014) läheneb protsendi õpetamisele mittetraditsiooniliselt, nimelt keskendub positiivse hoiaku loomisele teema suhtes ning soovitab läheneda protsentide temale loovalt, kasutades emotsionaalseid õpetamismeetodeid. Tema sõnul annab see hea aluse protsentide süvendatud õppimisele edasiseks. Tema täpsustab, et “eriti pakub rõõmu lastele see, kui nad ei lahenda õpikust, vaid arvutist mängulises vormis.”

1.2 Õpiobjekti loomise põhimõtted

Tänapäeval muutub õppetöös interaktiivsete materjalide kasutamine aina aktuaalsemaks. Nagu märgivad digitaalse õppematerjali loomise juhendi autorid, aitavad interaktiivsed ülesanded materjali omandamisel, digitaalsed vahendid annavad võimalust kasutada uusi õppemeetodeid, motiveerivad õppijaid ning muudavad õppimise huvitavamaks ja tõhusamaks (Villems et al., 2015).

Digitaalne õppematerjal “on digitaalsel kujul levitatav õppematerjal, mis sisaldab teksti, graafilisi ja multimeediumi elemente ning võib olla suuremal või vähemal määral interaktiivne”. Selleks võivad olla mitmesugused testid, esitlused, heli- ja videomaterjalid, töölehed, õpimängud ja ülesanded (ibid).

Iseseisvalt läbitavate digitaalsete õppematerjalide hulka kuuluvad veebilehestik, õpiobjekt ning mõnel korral ka kursus. Nende kolmega võrreldes õpiobjekt on oma omaduste poolest interaktiivne, taaskasutatav, terviklik, vastab tehnilistele standarditele ja toetab õppimist (Villems et al., 2015; Kampus et al., 2013). Kvaliteetne digitaalne õppematerjal peab vastama teatud nõuetele. Seepärast on tähtis saada ülevaade digitaalsete õppematerjalide loomise üldistest, vormilistest ja tehnilistest põhimõtetest (Villems et al., 2015). Kvaliteedinõuetele vastav digitaalne õppematerjal on kõigepealt õpieesmärkide ja õpitulemustega kooskõlas, sisult kvaliteetne, motiveeriv, kohandatav, interaktiivne, rahvusvahelistele standarditele vastav, kasutajasõbralik, ühilduv ning kergesti leitav (Põldoja 2016; Villems et al. 2015). Need omadused toetuvad hindamismudelile LORI (Learning Object Review Instrument). Õppematerjal peab olema kooskõlas sihtrühma vajaduste ja õpiväljunditega, aitama ja innustama õppijaid omandama sõnastatud õpitulemusi. Sisu kvaliteedi aspekti hindamisel selgitakse välja, kas õppematerjal moodustab sisulise terviku, kas esitatud faktid ja ideed on korrektsed ning vastavad sihtrühmale. Motiveeriv õppematerjal kaasab ja innustab õppijat, vastab sihtrühma eale, toetab õpioskuste arendamist. Kohandatavuse tagamiseks peab materjal sobima erineva taustaga õppijatele erinevates olukordades, sh ka iseseisvaks õppimiseks. (Akpınar, 2008) Interaktiivsuse kriteeriumi vaatlemisel hinnatakse, kas õppija saab ise materjali juhtida ning saada õppimisele tagasisidet; kuidas õpiobjekt reageerib õppija tegevusele. Õppematerjali koostamisel peab järgima rahvusvahelisi standardite, sh ka autoriõiguste seadust. teiste autorite materjalidele korrektset viitamist. Kasutajasõbralikkust näitab see, et materjal on liigendatud ja raskusteta navigeeritav, kujundus on selge, ühes stiilis ja haarav ning sobib ka erivajadustega õppijatele. Ühilduvus võimaldab kasutada õpiobjekti levinumate operatsioonisüsteemide, tarkvarade ja seadmetega. Kergesti leitav õppematerjal on avalikustatud ja varustatud metaandmetega (Villems et al., 2015)

Õpiobjekti puhul on oluline, et see toetab õppimist, on taaskasutatav, terviklik ja ühilduv (Villems et al., 2015, Kampus et al., 2013). Õppimist toetab interaktiivsus, võimalus iseseisvalt materjali läbida, tagasiside saamine, sisu, seatud eesmärkide ja õpiväljundite kooskõla, õppija vajaduste ja eripäradega arvestamine (Villems et al., 2015). Õpiväljundite saavutamist aitab tagada kohene tagasiside igal õpietapil (Рапкина, О.М., 2021). Tähtsaks omaduseks on erinevatel sihtrühmadel ja erinevates ainetes taaskasutamise võimalus. Õppematerjalide taaskasutamise omadus võimaldab säästa õpetaja aega ja mitmekesistada õppeprotsessi. Kasutamise mugavuseks saab loodud õppematerjali jagada erinevate kanalite kaudu. Selleks sobivad hästi repositooriumid, kuna seal on materjal täiendatud metaandmete ja muu infoga (Villems et al., 2015). Terviklikkust tagab materjali ühe konkreetse teema

hoomamine. Ühilduvus tähendab, et õpiobjekt peab vastama tehnilistele standarditele ja peab olema tehniliselt universaalne, et seda saaks kasutada erinevate operatsioonisüsteemide ja tarkvaradega (Villems et al., 2015, Kampus et al., 2013). Seega sobib just õpiobjekt kõige paremini iseseisvaks õppetööks.

Õpiobjekti luues tuleb silmas pidada kõiki õpiprotsessi etappe: tähelepanu haaramine, motiveerimine, eelnevalt õpitu kordamine, aktualiseerimine, uue materjali edastamine, õppimise suunamine, õpitu kinnistamine, harjutamine ja hindamine. Arvestades erineva õpistiiliga õpilasi, on soovitatav kasutada teksti, heli- ja videosalvestusi (Kampus et al., 2013). Kognitiivsed õppemeetodid aitavad uue materjali omandamisele kaasa. Oluline on rakendada enesemotiveerivaid meetodeid, näiteks mittehinnatavad testid, erinevad õpiküsimused jm.

Õppematerjalide väljatöötamise mudelitest on üsna levinud ADDIE (ingl *analyse, design, development, implementation, evaluation*), mis koosneb viiest etapist: analüüs, kavandamine, väljatöötamine, kasutamine, hinnang (Villems et al., 2015). Analüüsi etapil selgitatakse välja õpiobjekti teema, selle vajalikkus ja käsitlus ning määratakse sihtrühm (Villems, 2012).

Kavandamise etapil sõnastatakse eesmärk ja õpiväljundid, määratakse maht, valitakse kasutatava meedia tüübid, koostatakse õpiobjekti ülesehitus (ibid.). Väljatöötamise staadiumis luuakse objekti sisu, vormistatakse ja testitakse tehniline külg. Selle etapi väljundiks on avalikustatud ja metaandmetega varustatud õppematerjal (Villems et al., 2015). Kasutamisesjärgus kasutab ja testib sihtrühma esindaja eelmise etapi käigus loodud õppematerjali (ibid.). Viimaseks on hinnangu andmine, mis on otseselt seotud eelneva etapiga, selles staadiumis saadakse tagasiside õpiobjekti täiustamiseks (ibid.).

Arvestades eespool toodud püstitas autor oma magistritöö eesmärgiks luua õpiobjekt, mis käsitleks lahuse protsendilist koostist. Eesmärgist lähtudes püstitas autor kaks uurimisküsimust: 1) Kuidas luua kvaliteetne digitaalne õppematerjal? 2) Kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali?

2 Metoodika

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua õpiobjekt, mis käsitleks lahuse protsendilist koostist.” Eesmärgist lähtudes sõnastati kaks uurimisküsimust. 1) Kuidas luua kvaliteetne digitaalne õppematerjal? 2) Kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali? Esimesele uurimisküsimusele vastamiseks uuriti kvaliteetse digitaalse õppematerjali loomise põhimõtteid seejärel kavandati ning loodi õppematerjal. Teisele küsimusele vastamiseks koguti ning analüüsiti tagasiside sihtrühma esindajatelt ehk ehk II ja III kooliastme õpilased ja õpetajad. Seoses sellega valiti uurimismeetodiks tegevusuuring. Tegevusuuring on teaduslik uurimismeetod, mis aitab parandada teatud erialase tegevuse (meie puhul õppimise) kvaliteeti (Löfström, 2011).

Tegevusuuringut iseloomustab neljaetapiline tsüklilisus: planeerimine, tegutsemine, vaatlemine ja analüüsimine (ibid.). Käesolev tegevusuuring läbis neljast etapist koosneva täistsükli. Järgnevalt kirjeldatakse iga etapp eraldi põhjalikumalt.

2.1 Planeerimine

Planeerimise etapil vaadati valitsevat olukorda, olemasolevat kirjandust ja kogemust, tuvastati sihtrühm ja probleemsed kohad (Löfström, 2011).

Probleemi tuvastamiseks küsitleti matemaatikaõpetajad Facebook’i grupi SIGNUM kaudu. Tagasiside saadi kahelt kogenuilt õpetajalt. Nende arvamusel on muret tekitavaks kohaks lahuse protsendiline koostis ja selle teema visualiseerimisega seotud interaktiivse materjali puudus. Tehti ülevaade protsendi teema käsitlemisest teaduskirjanduses, analüüsides, matemaatika ja keemia õpikutes, põhikooli- ja gümnaasiumiastme riiklikus õppekavas. Kõik see kinnitas probleemi aktuaalsust. Vaatamata teema olulisusele märgivad paljud protsente ja lahuse protsendilist koostist puudutavate ülesannete raskust õppijate jaoks. Ülevaade hetkeseisust ning õpiobjekti loomise vajadusesest ja tingimustest toodi käesoleva töö Teoreetilises osas.

Sellest lähtuvalt valiti õpiobjekti sihtrühm (7. klassi matemaatika tunni õpilased, 8. klassi keemia tundi õpilased, riigi eksamiteks ja olümpiaadideks valmistajad) ning täpsustati teema. Arvestades digiajastu väljakutseid ja vajadust tervikliku interaktiivse materjali järele iseseisvaks läbimiseks sobivaks õppematerjali tüübiks valiti õpiobjekt.

Planeerimise etapil püstitati magistritöö eesmärk ning sõnastati uurimisküsimused.

Keskkonna valikul tugineti selle kasutamise lihtsusele ning kättesaadavusele, kuna magistritöö autor töötas õpiobjekti välja üksinda. Seepärast valiti weebly keskkond. Autoriõiguse seaduse järgides otsustati kasutada ainult enda loodud pilte, slide ja videofaile.

2.2 Tegutsemine ehk väljatöötamine

Kui muret tekitav nähtus ja sellega seotud seisukohad on analüüsitud ja kirjeldatud, tuleb kavandada järgmine tegevus (Löffström, 2011). Planeerimise etapis sõnastatud eesmärgile ja õpiväljundile tuginedes otsustati välja töötada eakohane õpiobjekt teemal “Lahuse protsendiline koostis”, mida õpilased saaksid iseseisvalt kasutada ning mis oleks toeks ja abiks õpetajatele. Arvestades õpiobjekti koostamise põhimõtteid ja juhendeid, valiti objekti loomiseks ADDIE mudel. Lähtudes ADDIE mudeli printsiipidest uuriti õpiobjekti vajalikkust, tuvastati sihtrühm ning otsustati, millist õpiobjekti tuleb luua, mis vastab uurimistegevuse planeerimise etapile ning kirjeldatud eelmises peatükis. Järgmisel etapil kavandati objekti sisu, struktuuri ning kujundust.

Õpiobjekti struktuuri loomisel kasutati SÕKAL mudelit ning mõeldi läbi selle 5 elementi: sissejuhatus, õppematerjalid, kinnistamine, arutlemine ning lisamaterjalid (Mimirinis & Dafoulas 2005, eestindus: Olga Schihalejev 2010).

Õpiobjekti sisu järjestati raskusastme järgi, mõeldi läbi kaasahaarav sissejuhatus ning erinevat tüüpi materjalid (interaktiivsed slaidid ja õppevideo, valikvastustega küsimused ja muud ülesanded). Tagada ülesannete mitmekesisust oli üheks põhimõtteks objekti loomisel, kuna Villemis jt (2015) kohaselt aitavad mitmekesised materjalid tõsta õpilaste õpimotivatsiooni.

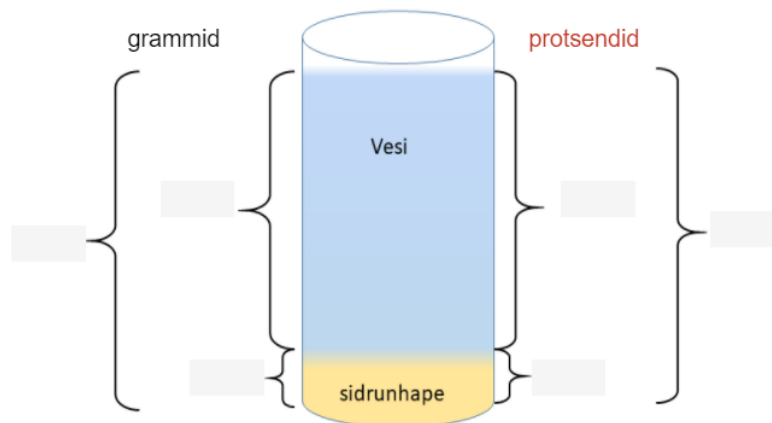
Teema kaardistamisel kujunesid välja olulisemad alateemad: 1) andmete omavaheline seos ehk kuidas on omavahel seotud lahustunud aine, vee ja lahuse massid ning nende protsendimäärad. 2) Tüüpülesanded ehk lahuse koostisosade massi, nende protsendimäärade ja terviku massi välja arvutamine. 3) Lahuse protsendilise sisalduse muutumine lahustunud aine või vee lisamisel või vee aurustumise teel. Vastavalt teemadele kujunes välja 3 peatükki. Materjali iseseisvaks läbimiseks loodi selge struktuur, pandi kirja vajalikud juhised objekti läbimiseks ning sõnastati õpiväljundid ja eesmärgid. Weebly keskkonnas loodi avaleht ja 3 peatükki, mille nimedeks on “sammud.” Keskkonda manustatud slaidid ja joonised tehti rakenduses PowerPoint, H5P ja GeoGebra, mille kasutamist autor õppis Tartu Ülikoolis õpingute raames. Terviklikku materjali moodustamiseks koondati kõik materjalid veebilehele www.lahuseprotsent.weebly.com.

Õppeprotsessi kaasamiseks tehti haarav sissejuhatus ereda pildiga ja tekstiga Juhanist ning marinaadi valmistamisest.

Õpiobjekti esimeses peatükis (1. samm) eelteadmiste aktiviseerimiseks ei ole esimesel slaidil pikka teksti teoreetilise materjaliga, vaid 3 mõtlema panevat ülesannet järjestatud raskusastme järgi (kus iseseisva mõtlemise osakaal suureneb). Aluseks võeti PowerPointis tehtud joonis ning H5P tarkvaras loodud “drug and drop” tüüpi interaktiivne harjutus. Selle sammu interaktiivsed harjutused keskenduvad terviku-osa-protsendi seose mõistmisele ilma arvutamiseteta. Õpilaselt palutakse lohistada tekstis olevad andmed joonisele. Nagu soovivad L. Lepmann (2005) ja Dole (1999), enne arvutamist peab mõistma ülesande sisu ning andmetevahelist seost tuleb esitada kaheskaala joonisel. Lahuse anuma kuju on väga mugav kasutada kahe skaala alusena, ühele poole saab kirjutada absoluutarvud, teisele poole protsendid. Interaktiivse harjutuse kohene tagasiside võimaldab vale sooritamise korral harjutust uuesti alustada.

Klaasis segati 100g sidrunhapet ja 400g vett. Kokku tuli 500g 20%-list sidrunhappe lahust.

Tervikku, ehk 100% lahusest moodustavad 20% sidrunhapet ja 80% vett.



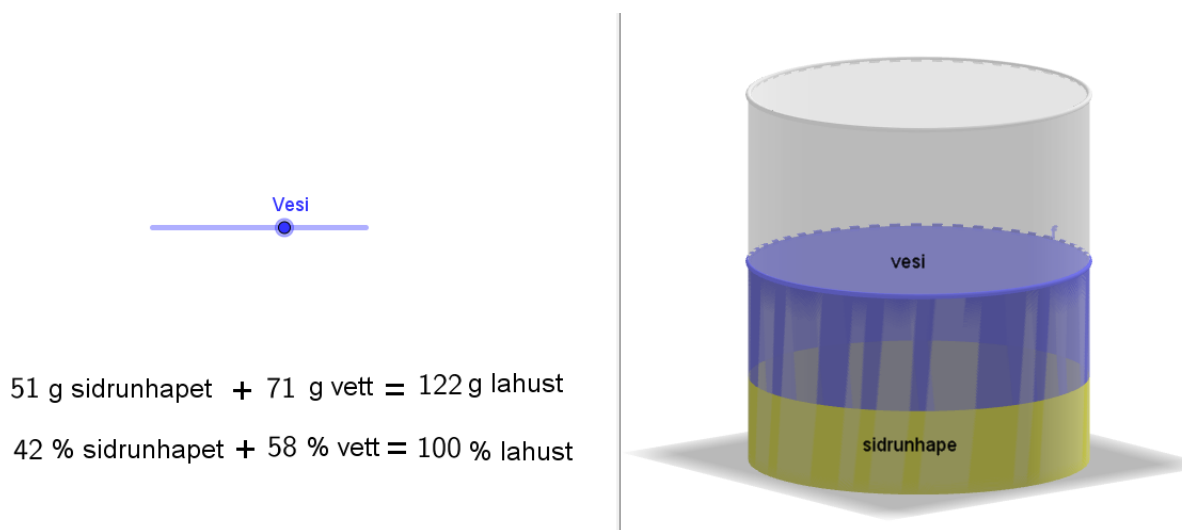
Check

Joonis 3. H5p keskkonnas loodud interaktiivne harjutus

Õpiobjekti teises peatükis (2. samm) vistutati veebilehele õpilaste aktiviseerimiseks esimese sammuga sarnane ülesanne, mille lahendamiseks tuleb vaadata salvestatud PowerPointi tarkvara esitlusena võrde meetodit tutvustavat õppevideot. Video pikkus on 36 sekundit. Villems jt (2015) arvamusel võivad pikad videolõigud demotiveerida õpilasi. Video on samuti

interaktiivne, vaatamise ajal tuleb kaasa mõelda ja arvud õigele kohale lohistada. Teises sammus esindati kõik kolm tüüpülesannet (lahuse koostisosade massi, nende protsendimäärade ja terviku massi välja arvutamist), mille lahendamiseks tuleb kõigepealt lohistada andmed joonisele ja seejärel arvutada vastus võrde meetodi abiga. Jällegi suureneb iseseisva mõtlemise osakaal.

Õpiobjekti kolmandas peatükis (3. samm) käsitletakse lahuse protsendilise sisalduse muutumist lahustunud aine või vee lisamisel või vee aurustumise teel. GeoGebra tarkvara abil loodi simulatsioon lahuse protsendilise koostise muutumise visualiseerimiseks. Liuguri abil saab muuta vee või aine kogust ning samal ajal jälgida, kuidas muutub lahuse protsendiline koostis.



Joonis 4. GeoGebra tarkvaraga loodud simulatsioon.

Selle juurde loodi valikvastustega küsimused, mis aitavad mõista lahuse protsendilise koostise muutumisega kaasnevaid seaduspärasusi: vee lisamisel jääb aine mass muutumatuks ning selle protsendiline sisaldus väheneb, lahustunud aine lisamisel jääb vee mass muutumatuks ning selle protsendiline sisaldus väheneb.

Sellele järgnevad interaktiivsed harjutused. Selleks, et lahendada kolmanda sammu ülesandeid, õpilane peab kandma andmed joonisele, tegema arvutusi esialgse lahuse kohta, otsustama, mis osa lahusest jäi muutumatuks, peab kandma andmed uue lahuse joonisele ning seejärel tegema arvutusi uue lahutuse kohta. Kolmas samm sisaldab kolm arvutusülesannet, millest esimene on lahti seletatud, teises ülesandes iseseisva mõtlemise osakaal on suurem ning kolmandaks on avalehel olev probleemülesanne täiesti iseseisvaks lahendamiseks (vastuse kontrollimise võimalusega).

Õpiobjekti läbimiseks on ette nähtud kaks 45 minutilist tundi. Iga õpilane saab liikuda temale sobiva tempoga.

2.3 Vaatlemine ja kasutamine

Tegevusuuringu vaatlemise etapp vastab ADDIE mudeli kasutamise etapile. Selle staadiumi eesmärgiks on saada tagasisidet. Objektiivse hinnangu saamiseks on hea kaasata sihtrühma esindajaid (Villems 2012). Küsitluses osales 8 inimest, nendest 4 õppijat ja 4 õpetajat. Valik oli tehtud mugavusvalimi põhimõttel.

Õpilaste valimit moodustasid üks 6. klassi lõpetanu, kaks 8. klassi lõpetanut ning üks 10. klassi lõpetanut, seega valim arvestab vastanute erinevat kooliastet. Sihtrühma esindajatele seletati, mida tuleb teha ja mille jaoks on see uurimine vajalik. Õpilased osalesid uurimuses omal soovil ning vanemate nõusolekul. Nõusoleku saamiseks kasutati standardvormi, vt. lisa 2. Valimise kriteeriumiks oli protsendi mõiste tundmine, st osaleja pidi olema vähemalt 6. klassi lõpetanud õpilane. Kahjuks valimisse sattus ainult üks õpilane, kelle jaoks oli lahuse protsendilise koostise arvutamise teema täiesti võõras. Seetõttu ei saa hinnata, kas õppematerjal sobib valitud teema omandamiseks. Kuigi selle konkreetse õpilase jaoks sobis õpiobjekt iseseisvaks läbimiseks, ei saa veel üldistusi teha.

Õpetajate valimi moodustasid 2 keemiaõpetajat ja 2 matemaatikaõpetajat uurija tutvusringkonnast. Kolme õpetaja tööstaaž oli üle 30 aasta ning ühe õpetaja tööstaaž oli alla 10 aasta. Kõik osalejad said autori poolt selgitused uurimuse kohta ning osalesid uurimuses omal soovil. Ekspertide valimise kriteeriumiks oli üldhariduskoolis matemaatika- ja/või keemiaõpetajana alates II kooliastmest töökogemuse olemasolu.

Uuringu käigus tuleb järgida isikuandmete kaitse põhimõtteid, austada intervjuerijate privaatsust ning tagada, et nende heaolu ei vähene uurimuses osalemise tõttu (Tartu Ülikooli..., s.a). Sellepärast ei ole valimi kirjeldamisel toodud isikuandmeid, mis võimaldaksid osalejate identifitseerimise.

Ettevalmistamiseks said valitud osalejad kasutada loodud õpiobjekti iseseisvalt ning seejärel anda tagasiside. Kuna tagasiside kogumiseks saab kasutada küsimustikku (Villems et al., 2015), koostati magistritöö raames veebipõhise küsimustiku. Andmete tõhusamaks kogumiseks ja töötlemiseks kasutati Google Forms veebirakendust. Küsimustik sisaldab kokku 20 küsimust, nende seast nii kinnised kui ka avatud küsimused (vt. lisa 1).

Kogutud andmed analüüsiti ning kirjeldati järgmises peatükis.

2.4 Analüüs ja hinnang

Hinnangu etapi eesmärk on leida, mis on vaja parendada. Õpiobjekti peab hindama enne selle õppetöös kasutamist. (Villems, 2012: 39).

Kõigepealt on vaja objekt tehniliselt testida, mida saab teha iseseisvalt. Selle etapi jooksul leitud tehnilised vead plaaniti kõrvaldada, vajaduse korral ka täpsustada tehnilised nõuded õpiobjekti üldinfo all, nagu seda soovivad käsiraamatu “Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks” autorid (ibid.). Käesolev õpiobjekt loodi Weebly keskkonnas, selle sirvimiseks kasutatakse veebilehitsejat. Seega oli vaja testida, kuidas õpiobjekt kuvatakse erinevates lehitsejates. Autor valis testimiseks kõige levinud brauserid: Chrome ja Edge (Internet Explorer). Testimine näitas õpiobjekti korrektset funktsioneerimist mõlemas keskkonnas. Lisaks sellele kontrollis autor õpiobjekti töötamise võimet Linux operatsioonisüsteemis. See testimine osutus ka edukaks. Samuti tuleks kontrollida, kuidas objekt toimib erinevate seadmete kasutamisel (Villems, 2012: 39). Õpiobjekti ja selles sisalduvad vahendid testiti arvutis, nutitefonis ja tahvelarvutis. Testimise ajal selgus, et menüü rida katab osaliselt pealkirja, mis oli koheselt parandatud.

Mõned autorid hoiatavad ette, et vedamise tüüpi harjutused (*drag and drop*) ei tööta puutetundliku ekraaniga seadmetes, kuna sõrmega vedamisel on lehe kerimise funktsioon (Kampus 2013). Magistritöö autori poolt testimine aga näitas, et tahvelarvutis sellise ülesandetüübi objekte saab ka lohistada fikseerides eelnevalt neid sõrmega.

Probleem tekkis nutitefoniga. GeoGebras loodud interaktiivne harjutus ei töötanud, kuna GeoGebras tehtud töölehe suurus ei muutunud vastavalt telefoni ekraani suursele, vaid jäi liiga suureks ning oli võimatu leida liugureid. Hetkel ei pea autor seda probleemi lahendamist võimalikuks, õpiobjekti kasutamisel vaatlemise etapil olid testijad sellest probleemist suuliselt teavitatud.

Hindamise etapp jätkub sisulise testimisega. Õpiobjekti sisu testimise käigus peaks kontrollima, kas objekti õpiväljundid vastavad seatud eesmärkidele (Villems et al., 2015). Õpiobjekti kvaliteedi hindamiseks sobib sama mudel nagu iga digitaalse õppematerjali puhul, nt. HITSA Digitaalse õppematerjali loomise soovitusete autorid soovivad kasutada LORI (Learning Object Review Instrument) hindamismudelit (ibid.). LORI mudel võimaldab mugavalt hinnata õppematerjali erinevaid komponente: kas materjal on õppimist toetav, sisult kvaliteetne, motiveeriv, kohandatav, interaktiivne, standarte järgiv, kasutajasõbralik, ühilduv, leitav (Leacock & Nesbit, 2007; Li & Nesbit, 2004). Lähtudes LORI mudelist ja õpiobjekti nõuetest koostati ankeedi kinnised küsimused ehk väited, millele tuli vastata 5-pallisel Likerti

skaalal. Likerti skaala on skaala tüüp, mis teeb kindlaks vastajate nõustumise astme teatud väidetega, skaala mõõdab vastaja nõustamise taset väitega täielikkust mitterõustumisest absoluutse nõustumiseni. Likerti poolt 1932.a. välja töötatud meetod peetakse siiani üheks kõige usaldusväärsemaks (Osula, 2008).

3 Tulemused

Teisele magistritöös püstitatud küsimustele vastuseks (kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali?) esitati kogutud andmed kolmes osas: kujundus, sisu, rakendus.

1. Kujundus. Selles osas analüüsitakse õpiobjekti kujunduslik ja vormiline külge. Hea kujundus tagab kasutajasõbralikkust, ei sega sisu vastuvõtmisel, kaudselt toetab ka õppimist. Selle osa hindamiseks osalejatele pakutud küsimused ning nendelt saadud vastused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Küsimused kujunduse kohta ja vastuste statistika

	Olen täiesti nõus (5)	Pigem olen nõus (4)	Nii ja naa (3)	Pigem ei ole nõus (2)	Pole üldse nõus (1)
Õpiobjekti ülesehitus on selge ning loogiline	4	3	1		
Keelekasutus on korrektne	4	3	1		
Värvitoonid on silmasõbralikud	7	1			
Video on selge	5	3			
Kirja suurus on silmasõbralik	5	2	1		

Kõige kõrgemalt hinnati värvitoonide sobilikkust (enamus vastanuist on täiesti nõus ja üks on pigem nõus). Videot hindasid kõik osalejad positiivselt, üle poole vastanuist on täiesti ning alla poole on pigem nõus. Üle poole vastanuist hindasid kirja suuruse silmasõbralikkust kõrgelt, enamus hindas seda positiivselt. Pool vastanuist on täiesti nõus väidetega, et ülesehitus on selge ning loogiline ja keelekasutus on korrektne, alla poole on sellega pigem nõus ja üks vastaja ei ole kindel (nii ja naa). Saadud tulemustest võib järeldada, et õpiobjekti kujundus ja vormistus on nii õpilaste kui ka õpetajate arvates sobilik ning eakohane.

Teine osa käsitleb sisu kvaliteeti. Nii materjali ülesehitus kui ka selle sisu mõjutavad õpikogemust, suurendavad õppetöö efektiivsust ning mitmekesisust (Zwart et al., 2017; VILLEMS et al., 2013). Võimalus iseseisvalt materjali läbida ning selge ja huvitav sisu kuuluvad tegurite hulka, mis toetavad õppimist (VILLEMS et al., 2015, KAMPUS et al., 2013).

Tabel 2. Küsimused sisu kvaliteedi kohta ja vastuste statistika

	Olen täiesti nõus (5)	Pigem olen nõus (4)	Nii ja naa (3)	Pigem ei ole nõus (2)	Pole üldse nõus (1)
Õpiobjekt on iseseisvalt läbitav	6	1	1		
Õppevideo sisu on mõistetav	4	4			
Ülesanded teevad õppimise huvitavamaks	6	2			
Ülesanded on arusaadavad	4	3	1		

Kõik vastanud olid ühel meelel, et ülesanded teevad õppimise huvitavamaks. Üks vastaja õpetajatest ei olnud kindel, kas õpiobjekt on iseseisvalt läbitav, teised eksperdid kui ka õpilased olid aga üksmeeles ning hindasid seda väidet positiivselt. Kõik küsitatud arvasid, et video sisu on mõistetav, pool nendest on täiesti nõus selle väitega ja pool on pigem nõus. Nii et võib järeldada, et õppevideo sisu mõistetavus on hea. Pool vastanuist märkisid, et ülesanded on arusaadavad, allapoole on selle väitega pigem nõus ja üks ekspert vastas “nii ja naa.” Vastustest ilmnes, et nii õpetajate kui õpilaste arvates on koostatud ülesanded huvitavad, õpiobjekt sobib suuremal määral iseseisvaks õppimiseks, materjalide sisu on enamasti arusaadav, ülesanded tõstavad huvi õppimise vastu e. toetavad õppimist ja on motiveeritavad.

3. Praktiline rakendus. Taaskasutatavus. Kõige rohkem positiivseid vastuseid on saanud väide “kasutaksin seda keemia tunnis”. Kolm neljandikku vastanuist oleksid täiesti või pigem nõus kasutama õpiobjekti matemaatika tunnis.

Tabel 3. Küsimused rakenduse kohta ja vastuste statistika

	Olen täiesti nõus (5)	Pigem olen nõus (4)	Nii ja naa (3)	Pigem ei ole nõus (2)	Pole üldse nõus (1)
Kasutaksin seda matemaatika tunnis	4	2	1	1	

Kasutaksin seda keemia tunnis	6	1	1		
Kasutaksin seda olümpiaadiks valmistamiseks	3	3	1	1	
Kasutaksin seda eksamiks valmistamiseks	4	2	1		1

Peab märkama, et see osa kutsus kõige rohkem lahkarvamusi esile. Põhjuseks võivad olla õpilaste vastused, kuna neil pole kogemust eksamite ja olümpiaadide valmistamisel, samuti keemia ja matemaatika tundide kohta võiks neile esitada küsimused teisiti. Selles plokis pakuvad uurijale huvi just ekspertide ehk õpetajate vastused, seega õpilaste vastused analüüsis ei arvestata. Tabelis 4 on toodud ülevaade vastuste jaotamisest vastajate staatust ja kogemust arvestades. E - Ekspert e. õpetaja, arv näitab tööalast kogemust, m -matemaatika, k - keemia. Õ - õpilane, arv näitab, mitu klassi on õpilane lõpetanud.

Tabel 4. Rakenduse hinnangu jaotamine

Väide/ hinnang	5	4	3	2	1
Kasutaksin seda matemaatika tunnis	E-40m E2-34k Õ-10 Õ2-8	Õ-8 Õ-6	E-6m	E-34k	
Kasutaksin seda keemia tunnis	E-40m E-34k E2-34k Õ-10 Õ2-8	Õ-6	E-6m		
olümpiaadiks valmistumiseks	E-40m E2-34k Õ-10	E-34k Õ-6 Õ2-8	E-6m	Õ-8	
eksamiks valmistumiseks	E-40m E-34k E2-34k Õ-10	Õ-6 Õ2-8	E-6m		Õ-8

Siin on näha, et ekspertide ainuke negatiivne vastus (pigem ei ole nõus) on keemia õpetajal matemaatika tundide kohta. Üks matemaatikaõpetaja ei ole kindel, kas ta kasutaks õpiobjekti oma tundides, samas temast staažikam matemaatikaõpetaja on täiesti nõus sellega, et materjal sobib väitega. Õpetajad, kes on töötanud koolis rohkem kui 30 aastat, oleksid nõus enamal või vähemal määral kasutama loodud õppematerjali ka eksamiks või olümpiaadiks valmistumisel. Kogenud eksperdid hindavad üldiselt õpiobjekti rakendatavust positiivselt ning keskmine hinnang ei ole 4 punktist madalam. Antud tulemustest selgub, et õpetajad on õpiobjekti taaskasutatavuse võimalusega rahul.

Kokkuvõttes on õpetajate ja õpilaste tagasiside koostatud õpiobjektidele positiivne ning võib järeldada, et loodud õpiobjekt sobib õppimiseks ja õpetamiseks väikeste paranduste ja täiendustega.

Ekspertidel oli võimalus vabas vormis anda oma poolt ettepanekuid õpiobjekti täiustamiseks. Nii tulid välja õpiobjekti mõningad vead. Ülesannetes 5.1 ja 6 õigete vastuste arv ja võimalikke punktide arv ei klappi. Seda ei saa kahjuks ära parandada, kuna h5p tarkvara on seadistatud arvutama maksimaalseid punkte vastavalt kõikide võimalikke õigete vastuste arvule. Näiteks 4x2 ja 2x4 on mõlemad õiged ning h5p tarkvara näitab võimalikke punktide arvuks kaks aga õpilasel on võimalik valida ainult ühte varianti, seega on võimalik saada ainult ühte punkti. 9. ülesande "*fondi suurus muutub, tekib hüplik mulje*". Autori arvates fondi suurus sõltub h5p harjutuse tüübist ning ei ole muudetav. Ülesandes 11.2 kõik vastused olid märgitud valeks ning 7. ja 8. ülesannete sõnastus ei olnud korrektne. Kaks viimast viga sai koheselt ära parandatud. Tagasiside küsimustikust tulid veel mõned tähelepanekud, mille täiustamine on võimalik õpiobjekti edasiarendamise etapis spetsialistide kaasamisel. Joonisel, mis kujutavad desinfitseerimisvahendit ühe õpetaja poolt oli märgitud veaks see, et etanool on veest allpool, kuigi peaks olema vastupidi väiksema tiheduse tõttu. Tuli ettepanek arvestada kõikide õigete arvude paigutamise võimalustega ka võrde koostamisel lohistamise ülesannetes. Ühe õpetaja arvates "*tekitas segadust arvude tõstmise kord ühelt poolt, siis teiselt poolt, kord on arve üle, kord on puudu.*" 10. ülesande "*alaülesannete juures algandmed võiks iga küsimusega uuesti välja öelda*". Tuli ettepanek ära tõlkida kontrollimise nupud.

Kaks õpetajat soovitasid täpsustada ülesannete juhendites vihikusse arvutamise vajadusest. Õpiobjekti unikaalse küljena toodi välja liuguri abil lahuse protsendilise koostise muutumise visualiseerimine, mis oli loodud autori poolt GeoGebra tarkvara abil. Teise positiivse kommentaarina tuli 100% nõusolek kasutada loodud õpiobjekti matemaatikatunnis, ning rõhutas vajadust õpetada matemaatikat teiste ainete kaudu.

4 Arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua õpiobjekt, mis käsitleks lahuse protsendilist koostist. Eesmärgi täitmiseks püstitati kaks uurimisküsimust: 1. Kuidas luua kvaliteetne digitaalne õppematerjal? 2. Kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali? Uurimuse käigus selgus, et digitaalseks õppematerjaliks sobib kõige paremini õpiobjekt, mis on terviklik, taaskasutatav, ühilduv ja õppimist toetav. Selles peatükis vaadeldakse, kuidas vastab loodud produkt kvaliteedinõuetele ja sihtrühma vajadustele?

Autori poolt loodud õpiobjekt käsitleb ühte konkreetset teemat, milleks on lahuse protsendiline koostis. Keskendumine ühele teemale tagab õpiobjekti terviklikkust (Kampus et al., 2013) ning toetab õppimist (Villems et al., 2015). Samuti õppematerjali terviklikkust kindlustab minimaalne kogus välisseoseid (Kampus et al., 2013). Loodud õpiobjektis ei ole üldse seost teiste õppematerjalidega. Terviklik õppematerjal sisaldab kõike vajalikku õpitulemuste saavutamiseks (Villems et al., 2015). Antud õpiobjekt sisaldab õppematerjale ja ülesandeid teema kinnistamiseks. Dole (1999) sõnul protsendiga tüüpülesannete lahendamisel tuleb teha 4 liigutust: sisu tõlgendamine kui tervik-osa-protsent, selle paigutamine kaheskaala arvreaale, võrde koostamine ja vastuse arvutamine. L. Lepmanni sõnul (2010) on selline lähenemine väga mugav, kuid vastuse arvutamine jääb liiga formaalseks. Autori poolt loodud õpiobjekt sisaldab õppematerjale ja ülesandeid, milles käsitleb Dole'i terviklikku lähenemist e. kõiki vajalikke tehteid lahuse protsendilise koostise teema läbimiseks. Õpiobjekti esimene samm keskendub andmete mõtestamisele ning nende paigaldamisele arvteljele, õpiobjekti teine samm keskendub protsendi kui proportsiooni visualiseerimisele ning vastuse arvutamisele.

Õpiobjekti taaskasutatavast tagab selle käsitlemise võimalus erinevas õppeaines (Villems et al., 2015, Kampus et al., 2013). Autori poolt loodud õpiobjekt käsitleb lahuse protsendilist koostist, mis on 8. klassi keemia tundides võetav teema (PRÕK 2011) ning 7. klassi matemaatika tundides kui protsendi näite võimalus (Lepmann, T. 2010; Kaldmäe et al 2015). Küsitluses osalenud õpetajate arvamusel sobib loodud õpiobjekt kasutamiseks mõlemas ainetunnis, lisaks ka olümpiaadiks ja eksamiks valmistamiseks, mis näitab ka otstarbekust erinevates sihtrühmades. Õpiobjekti edasi arendamise üheks võimaluseks on lisada neljandaks sammuks veel raskemaid ülesandeid nagu on toodud Reinupi "Väikese protsendi raamatus", kus segatakse erineva kangusega lahuseid, mille kogused on vaja välja arvutada tingimusel, et saadakse kindla protsendilise koostisega lahus. Üheks taaskasutatavuse

tingimuseks on õpiobjekti jagamine metaandmete ja litsentsiga (Villems et al. 2015), mis jääb ka spetsialistide kaasamisel edasiarendamisetappi.

Ühilduvuse mõttes peab õpiobjekt vastama tehnilistele standarditele ning olema universaalne erinevates operatsioonisüsteemides kasutamiseks (Villems et al., 2015, Kampus et al., 2013). Autori poolt loodud ja testitud õpiobjekt funktsioneerib Windows ja Linux operatsioonisüsteemis, Chrome ja Edge brauserites ning nutitelefonist suurema puutetundliku ekraaniga seadmetes.

Õppimist toetav õpiobjekt peab olema interaktiivne, juhendav, iseseisvalt läbitav ning valitud meediumid peavad toetama õpiväljundite saavutamist (Villems et al., 2015, Kampus et al., 2013), mida kinnitab ka hindajate positiivne tagasiside õpiobjekti sisu ja kujunduse puudutavates küsimustes. Interaktiivsus on tähtsaks tingimuseks kvaliteetse õpiobjekti loomiseks ning üheks võimaluseks interaktiivsuse lisamiseks on simulatsiooni loomine (Villems et al., 2015). Üks õpetajatest tõi välja, et autori poolt loodud õpiobjekti üheks unikaalseks ja mänguliseks küljeks on GeoGebras loodud simulatsioon lahuse koostise muutumisest. Mängulisust soovitab kasutada protsentide õpetamisel Regina Reinup (2008). LORI hindamismudeli järgi peavad õppematerjalide kujundus ning liigendatus sobima ka erivajadustega õppijatele (Leacock & Nesbit, 2007; Nesbit et al., 2004). Autori poolt loodud õpiobjekt sobib ka vaegkuuljatele kuna õppevideo ei sisalda heli. Vastates teisele uurimisküsimusele võib öelda, et ekperdid hindasid loodud õpiobjekti heaks.

Tegevusuuringu suuremaks piiranguks tuli ajapuudus, mille tõttu ei saanud testida loodud õpiobjekti 7. klassi õpilastega. Lisa piiranguks saab välja tuua ka ekspertide vähesust tagasiside saamisel ja spetsialistide puudust õppematerjali väljatöötamisel.

Edasiarendamise etappi jääb õpiobjektile neljanda osa lisamine koos raskemate ülesannetega, tehniliste vigade parandamine spetsialistide kaasamisel. Metaandmete ja litsensi lisamine annaks võimaluse õpiobjekti jagamiseks ning teeks selle kergesti leitavaks keemia ja matemaatika õpetajatele tunnis kasutamiseks ning õpilastele iseseisvaks õppimiseks.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärk oli luua lahuse protsendilist koostist käsitlev õpiojekt. Valitud teema aktuaalsus kujunes välja digi- ja covidiajastu väljakutsetest ning matemaatikaõpetajate küsitlusest. Autori poolt tehtud olukorra ning ressursside uuring kinnitas vajaduse lahuse protsendilise koostise teemaga seotud interaktiivsete terviklikke materjalide järele. Püstitatud eesmärgist lähtudes sõnastati 2 uurimisküsimust: 1. Kuidas luua kvaliteetne digitaalne õppematerjal? 2. Kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali?

Esimese küsimuse vastamiseks tehti teoreetilises osas ülevaade protsentide ja lahuse protsendilise koostise õpetamise meetoditest ja selle nõrkadest kohtadest ning õppematerjalide loomise põhimõtetest. Arvestades digiajastu väljakutseid ja vajadust tervikliku interaktiivse materjali järele iseseisvaks läbimiseks valiti sobivaks õppematerjali tüübiks õpiojekt. Edasise uurimise käigus selgus, et kvaliteetse õpioobjekti loomisel peab jälgima, et see oleks terviklik, taaskasutatav, ühilduv ja õppimist toetav. Arvestades õpioobjekti koostamise põhimõtteid ja juhendeid, valiti samuti kvaliteedi tagamiseks objekti loomiseks ADDIE mudeli.

Metoodilises osas (2. peatükk) valiti uurimismeetodiks tegevusuuring, mis oma poolt toetab ka ADDIE mudeli etappe. Käesolev tegevusuuring läbis täistsükli ning sisaldas olukorra kaardistamist ja teoreetilise materjaliga tutvumist, õpioobjekti loomist, selle rakendamist ning hindamist. Planeerimise etapil (2.1.) tuvastati sihtrühm, milleks said 7. klassi matemaatika tundi õpilased, 8. klassi keemia tundi õpilased, lõpueksamiteks ja olümpiaadideks valmistajad. ADDIE mudeli kolmanda etapi, arendamise käigus toimus õpioobjekti sisu väljatöötamine. Järgmisel etapil (2.2 alapeatükk) kavandati objekti sisu, struktuuri ning kujundus. Õpioobjekti struktuuri loomisel kasutati SÕKAL mudel ning mõeldi läbi selle sissejuhatus, õppematerjalid, kinnistamine, arutlemine ning lisamaterjalid. Õpioobjekti sisu järjestati raskusastme järgi, mõeldi läbi kaasahaarav sissejuhatus ning erinevat tüüpi materjalid (interaktiivsed slaidid ja õppevideo, valikvastustega küsimused ja muud ülesanded). Materjali iseseisva läbimiseks loodi selge struktuur, kus peatükkide nimedeks on sammud, pandi kirja vajalikud juhised objekti läbimiseks, sõnastati õpiväljundid ning eesmärgid. Samuti tehti valik weebly keskkonna kasuks. Keskkonda manustatud slaidid ja joonised tehti rakenduses PowerPoint, H5P ja GeoGebra. Kõik ülesanded koondati kokku veebilehele www.lahuseprotsent.weebly.com, mis moodustasid tervikliku õppematerjali.

Vaatlemise või ADDIE mudeli järgi kasutamise etapil (2.3. alapeatükk) pakuti valitud sihtrühma esindajatele kasutada loodud õpiobjekti iseseisvalt ning seejärel anda tagasiside. Küsitluses osales 8 inimest, nendest 4 õppijat ja 4 õpetajat. Valik tehti mugavusvalimi põhimõttel, arvestades õpilaste erinevat kooliastet ning õpetajate tööstaaži. Ankeetküsimustik koostati 5-pallise Likerti skaala küsimustega lähtudes LORI mudelist ja õpiobjekti nõuetest. Teisele magistritöös püstitatud küsimustele vastuseks (kuidas hindavad sihtrühma esindajad loodud digitaalset õppematerjali?) koguti andmed (2.4). Tulemused näitasid, et õpetajad jäid õpiobjektiga rahule, tagasiside on positiivne ning võib järeldada, et loodud õpiobjekt sobib iseseisvaks õppimiseks. Tagasiside küsimustikust tulid veel mõned tähelepanekud, mis koheselt parandati või jäeti edasiarendamise etappi, kuna vajavad spetsialistide kaasamist. Neljandas peatükis vaadeldi, kuidas vastab loodud õpiobjekt kvaliteedinõuetele ja sihtrühma vajadustele, toodi välja ka edasiarendamise etappi võimalused.

Kasutatud kirjandus

- Akpınar, Y. (2008). Validation of a Learning Object Review Instrument: Relationship between Ratings of Learning Objects and Actual Learning Outcomes. *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning*, 4, 291–302.
- Dole, S. L. (1999). Percent knowledge: Effective teaching for learning, relearning and unlearning. Queensland University of Technology (lk 226-247)
- Eriksson, K., Ericsson, N., Larsson, S. (2002). Integration of chemistry in math courses, Conference at Lingatan, August 13-15, 2002.
- Ivanov, M.; Ivanova, N.; Jüriado, E. (2010). Keemia ja matemaatika lõimimise võimalustest põhikoolis. *Koolimatemaatika XXXVII: XXXVII Eesti matemaatikaõpetajate päevad, Põlvamaa, 23.-24.oktoober 2010*. Toim. Abel, E.; Jukk, H.; Kokk, K. TÜ Kirjastus, 5–13.
- Kaldmäe, K., Kontson, A., Matiisen, K., Pais, E. 2015. Matemaatika õpik 7. klassile. Avita.
- Kampus, E, Pilt, L., VILLEMS, A, Marandi, T. (2013). Õpiobjekt ja selle omadused. Külastatu aadressil: <https://sisu.ut.ee/opiobjekt/1-mis-%C3%B5piobjekt>
- Krawec, J. L. (2014). Problem representation and mathematical problem solving of students of varying math ability. *Journal of Learning Disabilities*, 47, 103–115.
- Leinhardt, G. (1988). Getting to know: Tracing student's mathematical knowledge from intuition to competence. *Educational Psychologist*, 23 (2), 119-144.
- Lepmann, L. (2005). Protsentülesannete käsitlemisest TIMSSi tulemuste taustal. Lepmann, L., Lepmann, T. (Toim.). *Koolimatemaatika* (25–32). . Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Lepmann, T. (2010). Lõiminguvõimalusi põhikooli matemaatikas. *Lõiming : lõimingu võimalusi põhikooli õppekavas*. Kogumik. Koost: Juta Jaani, Liisa Aru. Tartu Ülikooli haridusuuringute ja õppekavaarendusekeskus.
- Löfström, E. (2011). Tegevusuuringu käsiraamat. Tallinn: Archimedes.
- Mimirinis, M. & Dafoulas, G. A. (2005). Enriching a Pedagogical Model for the Implementation of a Virtual Training Environment. – Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2005), 5–8 July, Kaohsiung, Taiwan.
- Osula, K. (2008) Küsimuste tüübid. Andmeanalüüs. Külastatud aadressil: <http://www.tlu.ee/~kairio/failid/kysimused.pdf>
- Parker, M., & Leinhardt, G. (1995). Percent: A privileged proportion. *Review of Educational Research*, 65 (4), 421-481.

- Paas, K. (2021). Õpetajate hinnangud IKT vahendite kasutamisele matemaatikaõppes. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool
- Protsentaruutus koolis. Protsendi mõiste. Tartu Ülikooli õppematerjal. Kasutatud 2021
- Põhikooli riiklik õppekava (PRÕK). (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 3.
- Põhikooli riiklik õppekava (PRÕK). (2011). Riigi Teataja I, 14.01.2011, 4.
- Põldoja, H., (2016). Digitaalsete õppematerjalide koostamine. Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia magistriõppe kursus. Külastatud aadressil:
<https://oppematerjalid.wordpress.com/oppematerjalid/oppematerjalide-koostamise-protsess-ja-kvaliteet/>
- Reinup, R. (2014). Väike protsendiraamat. Tarvo Siilaberg (Toim.). Tallinn: Maurus.
- Reinup, R. (2008). Protsentõppe algetapp - positiivne õpikogemus. Haridus, 14–17.
- Simmo, P. (2017). Põhikooli matemaatika lõpueksam 2017 (lühikokkuvõte).
<https://harno.ee/lopueksamid#materjalid>
- Taal, D. (2015). Põhikooli matemaatika lõpueksam 2015 (lühikokkuvõte).
<https://harno.ee/lopueksamid#materjalid>
- Tamm, L (2019). Keemia õpik 8. klassile. Avita.
- Tamm, L. (2007) Keemia töövihik VIII klassile. Avita
- Zwart, D. P., Luit, J. E. H. V., Noroozi, O., & Goei, S. L. (2017). The effects of digital learning material on students' mathematics learning in vocational education. *Cogent Education*, 4(1).
- Villems, A., Kusmin, M., Peets, M.-L., Plank, T., Puusaar, M., Pilt, L., Varendi, M. Sutt, E.m Kusnets, K. Kampus, E., Marandi, T., Rogalevitš, V. (2012). Juhend kvaliteetse õpiobjekti loomiseks. Tallinn: Eesti Infotehnoloogia Sihtasutus.
- Villems, A., Aluoja, L., Kusmin, M., Naulainen, M.-M., Pilt, L., Rogalevitš, V., Tokko, U. 2015. Digitaalse õppematerjali loomise soovitusel. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus.
- Рапкина, О. М.; Астанина, С. Ю.; Дерина, Е. А.; Михайлова, Н. А.; Волкова, Л. Ю., Шепель, Р. Н. 2021. Формирование практических навыков разработки задач при дистанционном обучении преподавателей. *Профилактическая Медицина*, 24 (6), 91-96.

Lisa 1. Õpiobjekti hinnangu küsimustik.

Mul on hea meel, et leidsid aega tutvuda minu loodud õpiobjektiga. Selle täiustamiseks vajan sinu abi. Palun hinda all tabelis olevad aspektid ning vajadusel anna oma soovitud.

Küsitlusele vastamine võtab aega umbes 6 minutit ning sellele vastamine on anonüümne.

Sinu vastuseid kasutatakse ainult Tartu Ülikooli magistritöö raames.

Ette tänades

Lilia Ottenson

Matemaatika- ja informaatikaõpetaja magistriõppe üliõpilane

1. Hinda õpiobjekti Lahuse protsendiline koostis.

	Olen täiesti nõus (5)	Pigem olen nõus (4)	Nii ja naa (3)	Pigem ei ole nõus (2)	Pole üldse nõus(1)
Õpiobjekti ülesehitus on selge ning loogiline					
Õpiobjekt on iseseisvalt läbitav					
Keelekasutus on korrektne					
Värvitoonid on silmasõbralikud					
Video on selge					
Kirja suurus on silmasõbralik					
Õppevideo sisu on mõistetav					
Ülesanded teevad õppimise huvitavamaks					
Ülesanded on arusaadavad					
Kasutaksin seda matemaatika tunnis					
Kasutaksin seda keemia tunnis					
Kasutaksin seda olümpiaadiks					

valmistumiseks					
Kasutaksin seda eksamiks valmistumiseks					

2. Sinu ettepanekud õpiobjekti täiustamiseks.
3. Olete õpetaja või õpilane?
4. (õpetajale) Mitu aastat olete õpetaja olnud?
5. (õpetajale) Mis ainet õpetate?
6. (õpilasele) Mitu ülesannet jõudsite ära teha? Sisestage viimase ülesande number.
7. (õpilasele) Kui palju aega teil kulus?
8. (õpilasele) Mitmendas klassis õpitate?

Lisa 2. Lapsevanema nõusolekukiri.

Lugupeetud lapsevanem!

Olen Lilia Ottenson ja õpin Tartu Ülikoolis Matemaatika ja statistika instituudis matemaatika- ja informaatikaõpetajaks. Magistritöö raames koostan õpiobjekti lahuse protsendilise koostise kohta ning soovin läbi viia uurimuse, mida arvavad õpilased koostatud õppematerjalidest.

Palun Teie nõusolekut lapse osalemiseks magistritöö uurimuses.

Küsimustiku täitmine on anonüümne ja saadud tulemusi kasutatakse üldistatult.

Olen nõus, et minu laps osaleb käesolevas uurimuses

/allkiri/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Lilia Ottenson,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Õpiobjekti väljatöötamine lahuse protsendilise koostise õppimiseks, mille juhendaja on Sirje Pihlap 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'i 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.

Lilia Ottenson 16.08.2021