

Tartu Ülikool
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
Loodusteadusliku hariduse keskus

Agne Jõgis

Õpilaste mõisteliste seoste kujunemine õppemooduli
“Miks valmistada kodus kosmeetikat?” õppimise
tulemusel
Magistritöö

Juhendaja: Katrin Vaino, PhD

TARTU
2015

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
1. Kirjanduse ülevaade.....	5
1.1. Mõistekaardi meetod.....	5
1.1.1 Mõistekaardi psühholoogilised alused.....	5
1.1.2 Mõistekaardi erinevad tüübid.....	6
1.2. Kontekstipõhine õpetamine.....	8
1.3 Väärarusaamad.....	10
1.3.1 Väärarusaamad keemias.....	11
1.3.1.1 Keemiline side.....	12
1.3.1.2 Aine ehitus.....	13
1.3.1.3 Lahustuvus.....	14
2. Metoodika.....	16
2.1 Valim.....	16
2.2 Õppemooduli kirjeldus.....	16
2.3 Instrument.....	16
2.4 Protseduur.....	17
3. Tulemused ja arutelu.....	19
3.1 Mil viisil seostavad õpilased õpitud mõisteid mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” teemaga?.....	19
3.2 Missugused erinevused esinevad mõistekaartide vahel, mille tuummõisteteks on: (a) <i>aine ehitus</i> ja (b) <i>kosmeetiline kreem</i> ?.....	20
3.3 Missuguseid mõisteid lisavad õpilased mõistekaartides etteantud mõistetele?.....	23
3.4 Missugused väärarusaamad õpilaste mõistekaartides esinevad?.....	24
3.4.1 Õpilaste väärarusaamad keemilisest sidemest.....	24
3.4.1.1 Iooniline side.....	24
3.4.1.2 Kovalentne side.....	25
3.4.1.3 Vesinikside.....	26
3.4.2 Õpilaste väärarusaamad lahustuvusega seotud mõistest.....	27
3.4.3 Õpilaste väärarusaamad aine ehitusest.....	27
3.4.3.1 Polümeerid.....	28
3.4.3.2 Rasvad ja õlid ning vahad.....	28
3.4.3.3 Emulsioon ja emulgaator.....	28
3.5 Mil määral on võimalik mõistekaarti õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks kasutada?.....	29
Kokkuvõte.....	31
Tänuavaldused.....	34
Kasutatud allikad.....	35
Summary.....	41
Lisad.....	44

Sissejuhatus

Gümnaasiumi riikliku õppekava Lisa 4 (2011) järgi taotletakse gümnaasiumi keemiaõpetusega, et õpilane “tunneb huvi keemia ja teiste loodusteaduste vastu, mõistab keemia tähtsust ühiskonna arengus, tänapäeva tehnoloogias ja igapäevaelus ning on motiveeritud elukestvaks õppeks.”

Samas näitavad mitmed uurimused, et õpilaste huvi loodusainete (sh keemia) õppimise vastu on väike ning seda ei väärtustata kuigi kõrgelt (Taremaa ja Henno, 2012; Teppo ja Rannikmäe, 2011; Osborne jt, 2003). Teppo ja Rannikmäe (2010) toovad oma uurimuses välja, et keemia on põhikooli õpilaste arvates kõige ebapopulaarsem ja vähem huvipakkuv loodusteaduslik õppeaine. Märgitakse, et keemia on õppeainena raske, liialt üldistatud ja abstraktne ning elukauge (Fensham, 2004; Pinarbasi ja Canpolat, 2003; Salta ja Tzougraki, 2004; De Vos jt, 2002; Osborne ja Collins, 2001; Zoller, 1990).

OECD (2007; 2010) toob oma raportites välja probleemi, et õpilased ei oska rakendada koolis õpitud teadmisi ja oskusi igapäevaelu probleemide lahendamisel. Selle parandamiseks on toonud Rannikmäe jt (2010) ühe lahendusena välja kontekstipõhise õpetamise (ingl k *context-based learning*) suurendamiseks õpilaste motivatsiooni ja huvi loodusteaduslike ainete (sh keemia) õppimise vastu. King'i (2012) järgi on kontekstipõhine õppimine see, kui teooria õpetamiseks kasutatakse reaalelulisi situatsioone. Seeläbi muutub õpitav õpilase jaoks huvitavaks ja tema jaoks oluliseks ning nii muutuvad ka õpilase hoiakud (Vaino jt, 2012). Ka Bybee ja McRae (2011) rõhutavad teaduse ja tehnoloogia vastu huvi tekitamisel isiklike hoiakute olulisust.

Selleks, et muuta keemia õppeainena arusaadavamaks ning parandada õpilaste mõistetevahelistest seostest aru saamist, soovivad Novak ja Cañas (2008) kasutada mõistekaardi meetodit. Mõistekaart (ingl k *concept map*) on teadmiste esitamiseks ja korrastamiseks mõeldud meetod, mis annab ühtlasi võimaluse paigutada uued teadmised juba olemasolevasse süsteemi (Reiska, 2009).

Käesoleva magistritöö eesmärkideks on:

- Uurida kuidas on õpilastel kujunenud mõistetevahelised seosed mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” õppimise tulemusena.

- Uurida mõistekaardi rakendamise võimalusi õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks.

Lähtuvalt eesmärkidest sõnastati järgnevad uurimisküsimused:

1. Mil viisil seostavad õpilased õpitud mõisteid mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” teemaga?
2. Missugused erinevused on mõistekaartide vahel, mille tuummõisteteks on: (a) *aine ehitus* ja (b) *kosmeetiline kreem*?
3. Missuguseid mõisteid lisavad õpilased mõistekaartides etteantud mõistetele?
4. Missugused väärarusaamad esinevad õpilaste mõistekaartides?
5. Mil määral on võimalik kasutada mõistekaarti õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks?

Töö teoreetiline osa koosneb kirjanduse ülevaatest, mis käsitleb mõistekaardi meetodit, sh mõistekaartide erinevaid tüüpe; kontekstipõhist õpetamist ja õpilaste väärarusaamade põhjuseid ning õpilaste levinumaid väärarusaamu keemias teemadel *keemiline side, lahustuvus ja aine ehitus*.

Õpilaste mõistetevahelised seoseid uuriti kasutades *parking lot* mõistekaarte ning õppemoodulit “Miks valmistada kodus kosmeetikat?”. Õpilased koostasid etteantud mõisteid kasutades ning omapoolseid näiteid ja selgitusi lisades mõistekaardid, mida hiljem analüüsi kasutades Reiska (2009; 2014) poolt kirjeldatud mõistekaardi analüüsi tasemeid.

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Mõistekaardi meetod

Mõistekaardi meetodit (ingl. k *concept mapping*) on efektiivselt kasutatud tähendusliku õppimise (ingl k *meaningful learning*) ning õpilaste mälustruktuuride korrastamise toetamiseks (Novak, 2002). Meetod kui selline arendati välja Joseph Novaki ja tema poolt juhitud uurimisrühma poolt 1970ndate alguses (Novak, 2010). Mõistekaardi meetod toetub suuresti Ausubeli assimilatsiooniteooriale, mille kohaselt moodustavad teadmised omavahel tihedalt seotud süsteemi, kusjuures teadmised on ajus talletatud mõistete (ingl. k *concepts*) ja väidetena (ingl k *propositions*) (Novak, 2002).

Mõistekaarti kirjeldatakse kui mõistete kogu, mis on omavahel seostega ühendatud (Soika ja Reiska, 2014; Marée jt, 2013 Reiska, 2009; van Zele jt, 2004). Holbrook ja Tempel (2010) lisavad, et mõisteid võib veel omakorda ühendada moodustades ristseoseid (ingl. k *cross-links*), kusjuures ristseoste moodustamine aitab kaasa mõistete omavaheliste seoste nägemisele.

Mõistekaardi väikseim infot kandev osa on lause, mille moodustavad kaks omavahelises seoses olevat mõistet. Nende asemel võib kasutada ka teooriaid või seadusi (Reiska, 2009). Viimaseid saab kasutada mõiste paremaks ja täpsemaks selgitamiseks, kus tavapärasest selgitusest ei piisa.

Mõistekaardi meetodi puhul on õpilastel tarvis esitada info struktureeritult ning ühetähenduslikult, arendamaks nende probleemilahendus- ning analüüsi oskust (Hsu, 2003, Wilkes jt, 1999). Van Zele jt (2004) väitel näitab mõistekaart selle koostaja teadmisi teemast või kesksest mõistest, mille kohta see koostatakse. Samuti aitab see õpilastel saada ülevaadet oma teadmistest (Novak, 2002; 2003).

1.1.1 Mõistekaardi psühholoogilised alused

Nagu eelnevalt välja toodud, toetub mõistekaardi meetod suuresti Ausubeli assimilatsiooniteooriale. Ausubel oli veendunud, et teadmised on organiseeritud hierarhiliselt, kus madalama astme mõisted on allutatud kõrgema astme teadmistele

(Krull, 2001). Sellest tulenevalt moodustatakse ka mõistekaarte – mõisted on omavahel hierarhilises seoses. Kõige üldisemad mõisted on n-õ üleval pool ning mida spetsiifilisem (st vähem üldisem) on iga järgnev mõiste, seda madalamal astmel see hierarhilises struktuuris on (Novak ja Cañas, 2008).

Ausubel tegi vahet tähenduslikul (ingl k *meaningful learning*) ja mehaanilisel (ingl k *rote learning*) õppimisel. Novak ja Cañas (2008) tõid oma töös välja tähendusliku õppimise kolm tingimust:

1. Õpitava materjal peab olema sisuliselt ja keeleliselt arusaadav. Oluline on, et keeleline kasutus ning esitatud näited oleksid õppijale varasemast tuttavad ja arusaadavad.
2. Õppijal peab olema eelnevalt omandatud piisavalt eelteadmisi.
3. Õppija peab soovima tähenduslikult õppida. Siinkohal on oluline õpilase ja õpetaja vaheline koostöö, kus õpetaja esitab õpitava sisu motiveerival viisil.

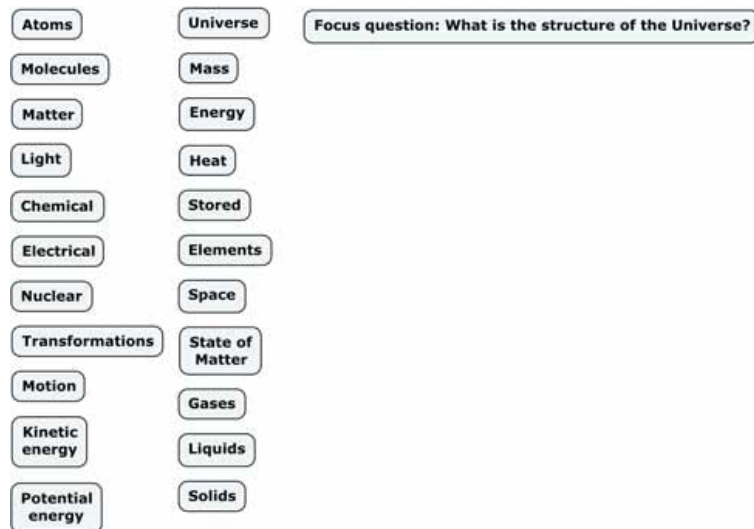
1.1.2 Mõistekaardi erinevad tüübid

Iga mõistekaardi aluseks on fookusküsimus (ingl k *focus question*), mille ülesandeks on teemakohaseid mõtteid koondada. Mida konkreetsemalt on küsimus sõnastatud, seda parem (Correia, 2012).

Kõige üldisemalt eristatakse kolme tüüpi mõistekaarte:

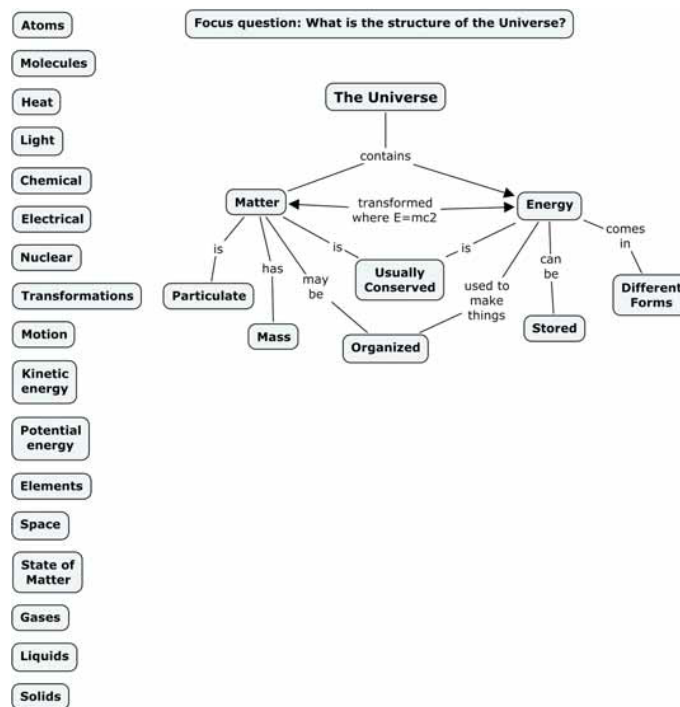
- **Fookusküsimusega mõistekaart.** Selle tüübi puhul on alguspunktiks vaid fookusküsimus. Mõistekaart ehitatakse üles vastusena fookusküsimusele (Novak ja Cañas, 2008). Samas toovad Ruiz-Primo jt (2001) välja, et selline mõistekaardi tüüp nõuab liiga kõrget kognitiivset võimekust saamaks laiapõhjalist ning sisukat tulemust.
- **Parking lot mõistekaart.** Kirjanduses nimetatud ka kui *Construct-A-Map From Scratch*. Selles on ette antud fookusküsimus, kuid lisaks on välja toodud ka teatav hulk mõisteid, mida mõistekaardis kajastama peaks (vt Joonis 1). Kui lihtsalt fookusküsimusega mõistekaardi puhul on selle koostajal vabad käed lisamaks sinna mõisteid, siis *parking lot* mõistekaart annab ette teatava hulga mõisteid (ingl k *parking lot of concepts*), millega arvestada tuleks (Novak ja Cañas, 2008). Samas on selle mõistekaardi tüübi puhul ette heidetud nende mittesobivust suuremamahuliste mõistekaartide koostamisel (Ruiz-

Primo jt, 2001). Mõisted, mida ei kasutata, valmistavad õpilaste jaoks raskusi – nende mõistete sisu nad ei tea või teavad vähesel määral. See annab õpetajale infot, millele võiks edaspidi õpetamisel tähelepanu pöörata ning üle seletada (Novak ja Cañas, 2008).



Joonis 1. *Parking lot* mõistekaardi alus. Allikas: Novak ja Cañas (2008)

- **Skelett mõistekaart** (ingl k *skeleton concept map*, ka *expert skeleton maps* ning *Fill-in-the-Map*) Neid kasutatakse keeruliste teemade puhul. Skelett-mõistekaardi puhul on olemas nii fookusküsimus kui ka *parking lot* mõistekaardi elemendid ning lisatud on ka algne n-ö skelett erinevate mõistete seostest (vt Joonis 2) (Novak ja Cañas, 2008). Lisaks võib olla jäetud mõned kohad sellest skeletist tühjaks. Niiviisi tuleb õpilastel endal täita kas etteantud mõistete hulgast või see ise välja pakkuda (Ruiz-Primo jt, 2001).



Joonis 2. Skelett-mõistekaardi alus. Allikas: Novak ja Cañas (2008)

1.2. Kontekstipõhine õpetamine

Kontekstipõhiste õppekäsitluste ajalugu loodusteaduste õppimisel ja õpetamisel on lühike, ulatudes tagasi 1980ndate aastate algusesse (Bennett ja Lubben, 2006). Terminil “kontekstipõhine õppimine” võib olla mitu tähendust (King, 2007). Whitelegg ja Parry (1999) järgi on see laiemas käsitluses sotsiaalne ja kultuuriline keskkond, mis ümbritseb õpilast, õpetajat ja kooli, kitsamas tähenduses pöörab kontekst tähelepanu teooria kindlale kasutusele. Whitelegg ja Parry (1999) toovad näitena füüsikast tuttava valguse peegeldumise rakendused. Gilbert (2006) kirjeldab konteksti kui “situatsiooni, mis annab sõnadele, fraasidele ja lausetele tähenduse”.

King’i (2012) järgi toimub kontekstipõhine õppimine, kui teooria õpetamiseks kasutatakse reaalelulisi situatsioone. Bennett jt (2006) kirjeldavad kontekstipõhist õppimist selliselt, kus mingi situatsioon (kontekst) ja teooria rakendused on aluskiviks ja edasiarenduseks loodusteaduslikule sisule ja teadmistele. See on vastandlik traditsioonilistele õpetamiskäsitlustele, kus esmalt õpitakse teooriat ning seejärel leitakse sellele rakendus. Kontekstipõhise keemiaõppe eesmärk on suurendada õpilase huvi ja motivatsiooni keemia vastu ühendades üldtunnustatud keemiateadmised igapäevaeluliste situatsioonidega (King, 2012). Bulte jt (2006) on märkinud, et

konteksti ülesandeks on ärgitada õpilasi mõtlema ning oma teadmiste piiri avardama ja küsimusi esitama. Tõnts (2013) toob oma töös välja asjaolu, et kontekstipõhiste ülesannete kasutamine aitab kaasa õpilaste loodusteaduste tundides omandatud teadmiste rakendamisele igapäevaelus.

Kontekstipõhise õppe puhul kirjeldatakse esmalt situatsiooni motiveeriva õpistsenaariumi kaudu, millel on nii teaduslik sisu kui ka sotsiaalne taust (Holbrook, 2008; Teppo ja Rannikmäe, 2003). Schraw jt (2001) märgivad ära ka loogilise ülesehituse ning õpilaste varasemate teadmistega arvestamise vajalikkuse. Teppo ja Rannikmäe (2011) toovad välja, et stsenaariumi kasutab õpetaja teema sissejuhatamiseks, kusjuures tegemist võib olla mitme ainetunni pikkuse protsessiga. Oluline on jõuda probleemi lahenduseni ning lõpuks järelduste tegemiseni. Teppo ja Rannikmäe (2011) on kirjeldanud ka kriteeriume, mida (õpetaja) peaks stsenaariumi väljatöötamisel silmas pidama:

- **Loodusteaduslik probleem.** See peaks olema igapäevaelulises või sotsiaalses kontekstis.
- **Interdistsiplinaarne suunitus.** See eeldaks õpilastelt teema seostamist teistest õppeainetest saadud teadmistega. Samuti võimaldaks see kasutada ühte stsenaariumi mitmes erinevas ainetunnis.

Bulte jt (2006) kirjutavad, et kontekstipõhised keemia ainekavad (ingl k *curricula*) aitavad vältida mitterahuldavaid tulemusi tavapärastes koolikeemia õpingutes. Tuttav kontekst on õpilaste jaoks relevantsem ning pakub ka vajalikud (ingl k “*need-to-know*” *basis*) keemia põhitõed (Bulte jt, 2006). Samuti tuuakse välja, et õpilased loovad kontekstipõhiselt õppides edukamalt seoseid õpitud teadmiste vahel (Bennett jt, 2006). On täheldatud, et kui kasutada õppimisel relevantseid probleeme, suureneb ka õpilaste huvi edaspidises elus loodusteadustega tegeleda (Hulleman ja Harackiewicz, 2009).

Mitmed uuringud on toonud välja, et õpilastel, kes õppisid koolis kontekstipõhise õppe vormis, tekkisid loodusteaduste tundide (ingl k *science lessons*) suhtes oluliselt positiivsemad emotsioonid, kui nendel õpilastel, kellele õpetati sama ainesisu traditsioonilise õppevormi järgi (Parchmann jt, 2006; Gutwill-Wise, 2001; Ramsden 1992, 1997). Parchmann jt (2006) ning Gutwill-Wise (2001) juhivad sealjuures tähelepanu õpetaja rollile õpilaste motiveerimisel ja huvi tekitamisel.

Kontekstipõhisel õppimisel omandavad õpilased vajaliku teoreetilise tausta sama hästi või paremini, kui traditsioonilisel meetodil õpetatud õpilased (Sutman ja Bruce, 1992; Wierstra, 1984). Samuti on välja toodud, et kontekstipõhise õppe (sh praktiliste tööde) kaudu kasvab ka õpilaste iseseisva töö ja selle planeerimise oskus (Bulte jt, 2006).

1.3 Väärarusaamad

Väärarusaamad (ingl k *misconceptions*, *alternative conceptions*, ka *naive beliefs*) on defineeritud kui ettekujutlused, mis erinevad oluliselt teadusliku kogukonna poolt aktsepteeritud ning millega seletatakse nähtusi (Garnett jt, 1995; Krikmann jt, 2005). Lisaks tõdeb Gabel (2005), et õpilaste väärarusaamad on äärmiselt püsivad ja kui nad on juba talletunud pikaajalises mälus, on neid ka väga raske parandada. Õpilase eelnevad teadmised (sh väärarusaamad) mõjutavad edasist õppimist ja (teadusliku) info vastuvõtmist (Boujaude, 1991). Samuti on raske muuta arusaama mõistest, mis on eelnevalt igapäevaelulisest kontekstist valesi meelde jäänud (Taagepera, 1999). Viimase puhul meenub esimesena suhkru lahustumine vees, levinud väljend *suhkur sulab* on laialt levinud väärarusaam.

Õpetajal on väärarusaamade ärahoidmisel oluline roll. Ta peaks suutma arvestada õpilaste iseärasusi, nende varasemaid kogemusi ja teadmisi, tekitama õpilastes huvi (ja ka õpimotivatsiooni) ning kõige tähtsamalt selgitama ja suunama õpilasi ning aitama neil olulisi seoseid luua (Ploomipuu, 2006).

Davis (1997) on toonud oma töös välja väärarusaamade liigituse:

- **Eelarvamuslikud mõisted** (ingl k *preconceived notions*) on igapäeva elust pärinevad väärarusaamad. Näiteks usuvad inimesed, et maapõues olev vesi peab voolama ojadena, kuna maapinnal olev vesi voolab ojade ja jõgedena.
- **Mitteteaduslikud uskumused** (ingl k *nonscientific beliefs*) on arusaamad, mis on õpilasteni jõudnud mitteteaduslike allikate kaudu. Nendeks võivad olla näiteks religioon või mütoloogia. Näiteks, mõned õpilased on kuulnud usulise õpetuse kaudu Maa ja selle eluvormide tekke ajalugu (näiteks kristlikus õpetuses Maailma loomine, Moosese 1. raamat). Selle laialdaselt levinud arusaama maailma ja elu tekkest ning teadusliku tõendusmaterjali vaheline vastuolu on viinud raskusteni loodusteaduste (eriti Suure Paugu teooria) õpetamisel.

- **Mõistelised väärarusaamad** (ingl k *conceptual misunderstandings*) (ka kontseptuaalsed väärarusaamad) ilmnevad siis, kui õpilastele õpetatakse teadusliku taustaga teavet viisil, mis ei ärgita neid uut teavet oma varasematele teadmistele ja veendumustele vastandama ja ümber mõtlema. Selle tulemusel satuvad õpilased segadusse ning loovad enda jaoks mõisteid ja arusaamu, mille õigsuses pole nad kindlad.
- **Keelelised väärarusaamad** (ingl k *vernacular misconceptions*) tekivad, kui igapäevaelulises ja teaduslikus kontekstis on mõistel erinevad tähendused. Kõige levinum selline mõiste on *töö*. Näiteks töö igapäeva mõistes on midagi, mida tehes saab raha (väljend *tööl käima*). Füüsilises mõistes on töö kehale mõjuv jõud, mis paneb keha liikuma.
- **Faktilised väärarusaamad** (ingl k *factual misconceptions*) on sageli lapsepõlves õpitud ja kinnistunud ning n-ö käivad inimesega eluaeg kaasas, tihti kuni täiskasvanueani välja. Tihti ei pruugi see olla ka tahtlikult õpitud, vaid kuskilt kuulnud lause, mis võib kasvõi mitukümmend aastat hiljem alateadvusest meelde tulla.

1.3.1 Väärarusaamad keemias

Keemial on tähtis osa teaduste süsteemis. Zoller (1990) ning Pinarbasi ja Canpolat (2003) heidavad keemiale ette selles kasutatavate mõistete abstraktsust ning see omakorda nõuab õpilastelt märkimisväärset pingutust omandamiseks neid mõisteid “teadlaste poolt aktsepteeritaval viisil”. See ning asjaolu, et põhimõisted pole piisavalt selgeks tehtud, siis nendele toetuvad edasisi teadmisi on raske mõista (Nakhleh, 1992; Ünal jt, 2010).

Järgnevalt on toodud ülevaade levinumatest väärarusaamadest, mis õpilastel kõige tihedamini tekivad. Teemadeks, mille juures väärarusaamad tekivad, on eelkõige *keemiline side*, *aine ehitus* ja *lahustuvus*. Need kolm on ka käesolevas töös olulisel kohal.

1.3.1.1 Keemiline side

Keemilise sideme mõiste on keemias üks tähtsamaid (Coll ja Treagust, 2001) ning oluliseks lähtekohaks edasiste keemiaõpingute seisukohalt. Keemilise sideme mõistele heidetakse ette selle abstraktsust ja elukaugust ning seetõttu on ka paljudel õpilastel raskusi selle mõistmisel. Seetõttu esineb ka palju väärarusaamu (Ünal jt, 2010; Tan ja Treagust, 1999).

Üheks keeruliseks aspektiks keemilise sideme mõiste juures võib pidada seda, et *keemiline side* mõistena on väga lai. Lisaks esineb mitut liiki keemilist sidet (kovaalentsed, iooniline, metalliline, vesinikside), mis omakorda võivad jaguneda alaliikideks (nt kovaalentsed sideme puhul – polaarne ja mittepolaarne). Järgnevalt on toodud ära õpilaste levinumad väärarusaamad seoses keemilise sidemega (vt Tabel 1).

Tabel 1. Õpilaste väärarusaamad seoses keemilise sidemega

Õpilaste seas levinud väärarusaamad	Autorid, kelle tööst need välja tulevad
<ul style="list-style-type: none">• Temperatuur lõhub molekulidevahelised sidemed.	Akgün (2009)
<ul style="list-style-type: none">• Kovaalentsed side tekib metalli ja mittemetalli vahel. Kovaalentsed sideme ja ioonilise sideme segiajamine.• Kovaalentsed sidemete tüüpide (s.o. polaarne ja mittepolaarne) omavaheline segiajamine.	Al-Balushi jt (2012); Ünal jt (2010); Tan ja Treagust (1999)
<ul style="list-style-type: none">• Pulga pooleks murdmisel keemilised sidemed kahjustada ei saa, need ei katke	Al-Balushi jt (2012)
<ul style="list-style-type: none">• Keemilised sidemed on kriipsud aatomite vahel.	Miklovičová (2012)
<ul style="list-style-type: none">• Keemilised sidemed on füüsilised objektid aatomite vahel.	Özmen (2008)
<ul style="list-style-type: none">• Ioonilised sidemed tekivad ainult leelismetallide ja halogeenide vahel. (Näitena NaCl)• Vesinikside on samasugune side nagu kovaalentsed ja iooniline side.• Elektronid puutuvad (ingl k <i>stick together</i>) sideme moodustamisel kokku	Nicoll (2001)
<ul style="list-style-type: none">• Metallid ja mittemetallid moodustavad molekule.	Tan ja Treagust (1999)
<ul style="list-style-type: none">• Kõigis kovaalentsed sidemetes on elektronpaar võrdselt jagatud.	Peterson ja Treagust (1989)

Ünal jt (2010) tõi väärarusaama *kovaalentsed side tekib metalli ja mittemetalli vahel* üheks võimalikuks põhjenduseks välja asjaolu, et õpilased ei saa täpselt aru, missugused mittemetallide omadused lasevad neil kovaalentsed sidemeid moodustada või missugused metallide ja mittemetallide omadused lasevad neil ioonilisi sidemeid moodustada. Samuti toob sama autor välja, et säärane väärarusaam võib tekkida ka

sellest, et õpilased õpivad definitsioonid pähe. Seega, kui neil seoseid ei teki, siis ongi tulemuseks mõistete ja nende definitsioonide omavaheline segiajamine.

Kovalentse sideme polaarsuse ja mittepolaarsuse omavahelise sassiajamise üheks võimalikuks põhjuseks on see, et õpilased ei tea, mis on elektronegatiivsus või ei suuda seostada omavahel elementide elektronegatiivsust ning sideme polaarsust (Ünal jt, 2010; Özmen, 2008)

1.3.1.2 Aine ehitus

Õpilaste aine ehitust puudutavate väärarusaamade kohta on läbi viidud mitmeid uuringuid (Al-Balushi jt, 2012; Miklovičová, 2012; Tan ja Treagust, 1999; Tsaparlis, 1997; Garnett ja Hackling, 1993). Aine ehitus on seotud keemilise sideme mõistega ning väärarusaamad, mis on sellega kaasnevad, võivad edasi kanduda aine ehituse mõistmisesse (või mittemõistmisse). Järgnevalt on välja toodud õpilaste levinumad väärarusaamad seoses aine ehitusega (vt Tabel 2).

Tabel 2. Õpilaste väärarusaamad seoses aine ehitusega

Õpilaste seas levinud väärarusaamad	Autorid, kelle tööst need välja tulevad
<ul style="list-style-type: none"> Kui vesi aurustub, siis laguneb see vesiniku molekulideks ja hapniku molekulideks või vesiniku aatomiks ja hapniku aatomiks. 	Al-Balushi jt (2012); Tan ja Treagust (1999)
<ul style="list-style-type: none"> Ioonilised ained koosnevad lineaarsetest molekulide ahelatest. 	Al-Balushi jt (2012)
<ul style="list-style-type: none"> Vesi koosneb kahest pallist hapnikust ja ühest pallist vesinikust. Aatomid = molekulid = ioonid 	Miklovičová (2012)
<ul style="list-style-type: none"> Kõik vee molekulid ei ole samasugustest aatomitest koosnevad Vee molekulid on ühes faasis erinevate kujudega 	Garnett ja Hackling (1993)
<ul style="list-style-type: none"> Veepiisk koosneb ühest veemolekulist. 	Tsaparlis (1997)
<ul style="list-style-type: none"> Tahked ained koosnevad osakestest, mis näevad välja nagu kristallid, piisad, pallid jne. Ioonilised ained, nagu NaCl, on molekulid, mis koosnevad naatriumi aatomist ja kloori aatomist. 	Tan ja Treagust (1999);

Väärarusaam, mis puudutab viimast punkti (*Ioonilised ained koosnevad lineaarsetest molekulide ahelatest*), on oma olemuselt orgaanilise ühendi struktuuri ülekanne anorgaanilistele ainetele (Al-Balushi jt, 2012). Õpilased on õppinud orgaanilist keemiat ning selle ühendite struktuuri ning järeldavad sellest, et ka anorgaaniliste ainete struktuur on selline.

Miklovičová (2012) märkis väärarusaama *Vesi koosneb kahest pallist hapnikust ja ühest pallist vesinikust* juurde, et vestluses õpilastega tuli välja, et nad on selle meelde jätnud vee molekuli joonise põhjal. Siit tulenevalt saab järeldada, et joonis, mille põhjal selline järeldus tehti, jäi õpilaste jaoks mõneti arusaamatuks või tekitas neis varasemate teadmiste osas ebakõla – nt teadsid nad, et vesinikku tähistatakse molekulmudelites valge “pallina” ja hapnikku nt punasena ning joonisel olid värvid vastupidised.

Lisaks märgib Talanquer (2009), et õpilaste mälumudelid aine ehitusest (ja seeläbi omadustest) on tugevasti mõjutatud selle aine füüsilisest välimusest. Sellest tulenevalt võivad õpilased, võrreldes sama aine tükki ja pulbrit, kirjeldada kui kahte erinevat ainet.

1.3.1.3 Lahustuvus

Lahustuvus on keemias (kui ka teistes õppeainetes) oluline mõiste, mille kohta on nii õpilastel kui ka õpetajatel väärarusaamu (Özden, 2009).

Järgnevalt on toodud välja õpilaste (sh õpetajaks õppivate üliõpilaste) väärarusaamad seoses lahustuvuse ja lahustamisega (vt Tabel 3).

Tabel 3. Õpilaste väärarusaamad seoses lahustuvuse ja lahustumisega

Õpilaste seas levinud väärarusaamad	Autorid, kelle tööst need välja tulevad
<ul style="list-style-type: none"> Lahustuvus = sulamine (“suhkur sulab vees”) 	Calik ja Ayas (2005); Özmen (2008); Miklovičová (2012)
<ul style="list-style-type: none"> Lahustumine toimub siis, kui vedeliku molekulid lahustuvad tahke aine molekulides ning tahke aine kuju muutub. 	Miklovičová (2012)
<ul style="list-style-type: none"> Lahusti molekulide vahel on augud, kuhu vahele saavad lahustatava aine molekulid minna ning seeläbi lahustuda. Lahustumine on füüsikaline protsess. Lahus on see, kui tahke aine on lahustunud vedelas aines. Vedelikud ei saa lahustada kõiki tahkeid aineid. 	Akgün (2009)
<ul style="list-style-type: none"> Soola lahustuvus on parem peenestatuna, kuna siis on see kergem (väiksema massiga). 	Calik (2005);
<ul style="list-style-type: none"> Lahus, milles on lahustumata ainet, on küllastunud lahus. 	Pinarbasi ja Canpolat (2003)
<ul style="list-style-type: none"> Lahustuva aine kogus sõltub lahustatava aine pinna suurusest. 	Tan ja Treagust (1999)

Lahustuvus = *sulamine* väärarusaam tuleneb tõenäoliselt igapäevaelust, kus kasutatakse ka terminit “suhkur sulab vees”. Õpilastel esineb raskusi eristamiseks mõisteid *sulama* ja *lahustuma* (Calik, 2005). Miklovičová (2012) märgib ka, et neid kahte terminit kasutatakse kui sünonüüme.

Calik (2005) toob ka oma töös välja, et õpilaste seas on levinud arusaam, nagu sõltuks lahustuva aine kogus lahustatava aine pindalast, mis näitab, et õpilastel on raskusi otsustamisega, millised faktorid mängivad rolli lahustumise protsessis. Vanemate klasside õpilased seletasid seda arusaama molekulidevaheliste jõudude abil (peenestamata soolas). Tan ja Treagust (1999) lisavad siinkohal, et õpilased ajavad tihti molekulidevahelised jõud ja molekulisised sidemed omavahel sassi. Sellest tulenevalt võib järeldada, et lahustumisega seotud väärarusaamad võivad olla seotud keemilise sidemega seotud väärarusaamadega.

2. Metoodika

2.1 Valim

Selgitamaks õpilaste mõisteliste seoste tekkimist, viidi läbi uuring kahes koolis – Rakvere Reaalgümnaasiumis ja Tartu Jaan Poska Gümnaasiumis. Tegemist oli mugavusvalimiga ning sellesse kuulus kummastki koolist üks klass või õppegrupp kes õppisid mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” järgi. Kokku kuulus valimisse 14 poissi ja 28 tüdrukut 10.-11. klassidest.

2.2 Õppemooduli kirjeldus

Õppemoodul “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” on valminud Euroopa Liidu 7. Raamprogrammi projekti ESTABLISH raames (<http://www.establish-fp7.eu/>)

Õppemoodul koosneb kahest osast – õpetaja ning õpilase materjalidest. Õpetaja materjalide hulka kuuluvad: (a) mooduli kirjeldus; (b) teemaga seonduv konspekt (loodusteaduslikud ja tehnoloogiaalased teadmised); (c) metoodilised juhised; (d) õppetegevused. Õpilase materjalid sisaldavad õpistsenaariumi ning erinevate tegevuste töölehti.

Õpetaja materjalides olev teemaga seonduv konspekt sisaldab endas kolme osa – loodusteaduslikke teadmisi, tehnoloogiaalaseid teadmisi ning metoodilised soovitusel. Neist esimeses tuuakse ülevaade lahustuvuse üldisest põhimõttest (sh kovalentsete ja iooniliste ainete lahustuvus) ning teises kosmeetikatööstusest ja toote disainist.

2.3 Instrument

2014. aasta kevadel töötati autori poolt läbi õppemooduli õppesisu ning koostati n-ö ekspertmõistekaart (vt Lisa 1), mille põhjal valmis uurimisinstrument.

Valiti välja kaks tuummõistet – *aine ehitus* ja *kosmeetiline kreem* ning 13 kohustuslikku mõistet/märksõna, mis lisati kummalegi mõistekaardile. Need 13 mõistet/märksõna olid mõlemas mõistekaardis samad ning nendeks olid: *lahustuvus*,

rasvad ja õlid (sünteesilised ja looduslikud), emulgaator, vesi, hüdrofiil, iooniline side, hüdrofoob, emulsioon, polaarsus, vahad, vesiniksise, polümeer, alkaan.

Valiidsuse suurendamiseks eelnes põhiuuringule 2015. aasta talvel pilootuuring 2014. a kevadel. Selle tulemusel muudeti küll veidi õpilastele antava tööülesande sõnastust, kuid mitte etteantavaid mõisteid.

Andmete reliaablus tagati kasutades hindajatevahelise usaldusväärse meetodit (ingl k *inter-rater reliability*). See näitab erinevate sõltumatute hindajate saadud tulemuste kokkulangevust (Gwet, 2008). Käesolevas töös oli hindajateks kaks ekspertõpetajat, kes kontrollisid mõistekaartide ainealast korrektsust, vajadusel tegid parandusi. Seejärel leiti nende poolt tehtud paranduste kokkulangevus, milleks oli 85%.

2.4 Protseduur

Andmekogumine teostati *parking lot* mõistekaartide (Lisa 2 ja Lisa 3) abil õppemooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” läbimise järgselt.

Õpetajatele, kellelt oli saadud nõusolek uurimuses osalemiseks, saadeti mõistekaardi põhjad ning paluti pärast õppemooduli läbimist õpilastel individuaalselt koostada õpitu põhjal mõistekaardid.

Pärast mõistekaartide kokkukogumist hindasid mõistekaarte kaks ekspertõpetajat pöörates tähelepanu tööde sisulisele ja ainealasele korrektsusele.

Andmeanalüüs teostati töö autori poolt mõistekaardipõhiselt kasutades Reiska (2009; 2014) poolt kirjeldatud mõistekaardi analüüsi tasemeid:

1. Tase 1 – *intuitiivne*. Mõistekaarti hinnatakse selle struktuuri ja erialase korrektsuse seisukohalt.
2. Tase 2 – *osaliselt (pooleldi) kvantitatiivne*. Arvutatakse korrektsete seoste koguarv, sõlmpunktide (sh tsentraalsete sõlmpunktide) arv.
3. Tase 3 – *kvantitatiivne, läbi viidud osaliselt arvuti abil*. Mõistekaardi analüüs, mis on osaliselt arvuti abil läbi viidud.
4. Tase 4 – *kvantitatiivne, läbi viidud ainult arvutiga*. Analüüs, mis on täiesti arvutipõhine, kasutades spetsiaalseid andmeanalüüsiprogramme, mida saab kasutada mõistekaartide analüüsiks.

Kirjeldatud tasemetest 1-4 kasutati antud töös tasemeid 1-3, kuna ligipääs spetsiaalsele andmeanalüüsiprogrammile puudus ning õpilaste tööd olid paber kandjal. Tasemes 3 kirjeldatud osaliselt arvuti abil läbiviidav andmeanalüüs teostati tasemetest 1-2 saadud andmete põhjal MS Exceli tabelitöötlusprogrammiga.

Struktuuri all mõeldakse käesolevas töös visuaalse vaatluse teel täheldatud mõistekaardi kuju, milleks võib olla näiteks kolmnurk või ruut. Struktuur pandi paika pärast tsentraalsete sõlmpunktide loendamist. Tsentraalseks sõlmpunktiks loeti seost, mis oli ühendatud tuummõistega, ning millest omakorda lähtusid edasised seosed. Üheks levinumaks tsentraalseks sõlmpunktiks oli mõlema tuummõistega mõistekaartide puhul *rasvad ja õlid* ning *polümeer*.

Selgitusteks loeti mõiste defineerimist, lahtiseletamist või täpsustamist, näiteks *[rasvad ja õlid] lahustuvad orgaanilistes lahustes*. Näideteks loeti neid seoseid, millele oli antud selgelt mõista või oli aru saada, et tegemist on näitega, nt *heksaan*. Erialane korrektsus tagati ekspertõpetajate poolse hinnanguga töödele.

3. Tulemused ja arutelu

Analüüsitavaid mõistekaarte oli kokku 42. Fookusmõiste järgi jagunesid need: kosmeetiline kreem – 16 mõistekaarti ja aine ehitus – 26 mõistekaarti. Lisades 4 ja 5 on toodud näitena kaks õpilaste poolt koostatud mõistekaarti.

3.1 Mil viisil seostavad õpilased õpitud mõisteid mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” teemaga?

Vastamaks sellele uurimisküsimusele uuriti mõistekaarte n-õ kohustuslike mõistete kasutamise aspektist. Siinkohal olgu toodud veel kord etteantud mõisted (kokku oli neid 13), mida õpilased oma mõistekaartidesse kindlasti lisama pidid: *lahustuvus, rasvad ja õlid (sünteesilised ja looduslikud), emulgaator, vesi, hüdrofiil, iooniline side, hüdrofoob, emulsioon, polaarsus, vahad, vesinikside, polümeer, alkaan*.

Uuritavaid mõistekaarte oli kokku 42, millest viiel mõistekaardil olid kõik 13 mõistet kasutatud õiges seoses. Fookusmõiste järgi jagunesid need 5 mõistekaarti üsna võrdselt – 3 aine ehituse ja 2 kosmeetilise kreemi kohta.

Ülejäänud 37 mõistekaardi puhul oli puudu vähemalt üks mõiste, kõige enam oli puudu 11 mõistet. Keskmiselt oli ühes töös kasutatud 9 kohustuslikku mõistet. Mõisted ja nende puudumiste sagedus on toodud järgnevas tabelis (Tabel 4).

Tabel 4. Kohustuslike mõistete puudumise sagedused õpilaste (N=42) mõistekaartides

Mõiste	Sagedus
Vesinikside	21
Alkaan	20
Iooniline side	16
Vesi	16
Vahad	12
Hüdrofiil	11
Lahustuvus	10
Rasvad ja õlid	9
Emulsioon	8
Polümeer	8
Emulgaator	4

Nagu Novak ja Cañas (2008) oma töös tähelepanu pöörasid, siis etteantud

mõiste (mõistete) mittekasutamine tähendab seda, et õpilane ei tea (või teab vähesel määral) selle sisu. Antud töö kontekstis võib märkida ka põhjusena, et õpilased võivad mõistet ja selle sisu teada (nt *vesi*), kuid ei seosta seda teemaga.

Tulemused näitavad, et õpilastel oli kõige rohkem raskusi vesiniksideme ning etteantud tuummõiste *aine ehitus* seostamisega. Võrdlemisi palju oli puudu ka ioonilise sideme mõistet (16 korral). Oli vähe selliseid töid, kus oleks olnud ainult üks neist kahest keemilise sideme liikidest (vesinikside, iooniline side). Enamasti oli töös kasutamata jäänud mõlemad mõisted.

Töödest tuli samuti välja, et õpilased ei seosta omavahel erinevate teemade mõisteid. 42 tööst oli vaid kuues ristseoseid, millest ühes oli kasutatud kahte ristseost. Ülejäänud viies töös oli üks ristseos töö kohta. Tähelepanu väärrib seejuures asjaolu, et seitsmest väljatoodud ristseosest olid kuus seotud mõistega *emulgaator*. Emulgaatorit seostati näiteks polaarsusega (polaarne ja mittepolaarne), hüdrofoobsuse ja hüdrofiilsusega. Samuti rasvade ja õlide ning veega (emulgaator aitab neil omavahel seguneda). Samas tuli mitmest tööst välja, et mõistete *emulsioon* ja *emulgaator*, mis on omavahel ilmselges seoses, vahel ei nähtud seost. Näiteks mõiste *emulgaator* oli sootuks välja jäänud või olid mõlemad mõisted olemas, kuid eraldi, omavahel seostamata teadmistena.

3.2 Missugused erinevused esinevad mõistekaartide vahel, mille tuummõisteteks on: (a) *aine ehitus* ja (b) *kosmeetiline kreem*?

Sellele uurimisküsimusele vastamiseks uuriti mõistekaarte neljast aspektist, milleks olid:

- seoste koguarv,
- sõlmpunktide arv,
- lisatud näited ja selgitused,
- struktuur.

Kirjeldatud aspektide võrdlusena koostati ülevaatlik tabel (Tabel 5).

Tabel 5. Kahe erineva mõistekaardi võrdlus

	Kosmeetiline kreem (N=16)	Aine ehitus (N=26)
Seoste keskmine koguarv	39	37
Keskmine kohustuslike mõistete arv	9	9
Keskmine sõlmpunktide arv (sulgudes keskmine tsentraalsete sõlmpunktide arv)	7 (5)	6 (5)
Selgitused (keskmiselt)	17	13
Näited (keskmiselt)	8	10
Levinuimad struktuurid	kolmnurk, ruut	kolmnurk, täht

Seoste koguarvu leidmiseks loeti üle kõik korrektsed seosed ühe mõistekaardi lõikes. Keskmiseks seoste arvuks aine ehituse mõistekaartide puhul oli 37 seost ühe töö kohta. Kusjuures vähim seoste arv ühe mõistekaardi kohta oli 18 ja suurim 58.

Mõistekaartidel, mille tuummõisteks oli kosmeetiline kreem, oli keskmine seoste arv 39. Kosmeetilise kreemi mõistekaartide puhul oli suurimaks seoste arvuks 60 ning vähim 25. Seega oli mõlemal mõistekaardi teemal keskmiselt sama palju seoseid ühe töö kohta. Sama saab öelda ka kohustuslike mõistete kasutamise kohta. Neid kasutati keskmiselt 9 mõistet ühe töö kohta.

Sõlmpunktideks loeti käesolevas töös kõik tuummõistest tulenevad mõisted ning lisaks need mõisted, mille korral hargnes mõiste veel vähemalt kolmeks, st üks joon n-õ suubus ja vähemalt kaks väljus. Sõlmpunktide arvuks kujunes aine ehituse mõistekaartidel keskmiselt 6 ühe töö kohta, mis jagunes keskmiselt 5 tsentraalset sõlmpunkti ja 1 lisaõlmpunkt töö kohta. Levinumad tsentraalsed sõlmpunktid aine ehituse mõistekaartide puhul olid näiteks *polümeer*, *alkaan*, *emulgaator*, *rasvad ja õlid*. Kõige enam leidis lisaõlmpunkte just mõiste *polümeer* juurest. Levinumaks juurde lisatud sõlmpunktiks kujunes kohustuslike mõistete nimekirjas olev mõiste – *polaarsus*.

Mõistekaartide, mille tuummõisteks oli kosmeetiline kreem, puhul kujunes keskmiseks sõlmpunktide arvuks 7, millest 5 olid tsentraalsed sõlmpunktid. Seega oli iga töö kohta keskmiselt 2 lisaõlmpunkti. Levinumad tsentraalsed mõisted olid näiteks *rasvad ja õlid*, *lahustuvus*, *emulsioon*. Kui aine ehituse mõistekaartide puhul oli olemas mõiste, mille juures esines enamasti lisaõlmpunkt, siis kosmeetilise kreemi mõistekaartide puhul ühte kindlat mõistet ei olnud. Näiteks olid lisaõlmpunktideks *polaarsus*, *vesi*, *alkaan*.

Aine ehituse mõistekaartide puhul oli selgitusi lisatud keskmiselt 13 ühe töö kohta. Selgitusi lisati peamiselt mõistete juurde, kuid mitmes töös leidis ka selgitusi näidete juures. Näiteks ühes töös oli mõiste *rasvad ja õlid* juurde toodud näide: “oliiviõli, kakaovõi, kookosrasv, pähkliõli” ning selle juurde oli lisaks toodud täpsustus/selgitus “Taimsed”.

Mõistekaartide, mille teemaks oli kosmeetiline kreem, puhul oli samuti selgitusi lisatud rohkem kui näiteid. Samamoodi, nagu aine ehituse mõistekaartides, oli ka kosmeetilise kreemi mõistekaartides selgitusi lisatud nii mõistete juurde (neid defineerides) kui ka näidete juurde (täpsustamiseks). Mõistekaardi kohta lisati keskmiselt 8 näidet ja 17 selgitust.

Levinumad näited kahe erineva tuummõistega mõistekaardi puhul olid NaCl (seda näiteks iooniliste ainete kui ka soolade juures), süsihappegaas (mittepolarse aine mõiste juures) ja mesilasvaha (mõiste *vaha* juures).

Struktuuri määramisel on aluseks võetud tsentraalsete sõlmpunktide (ehk need mõisted, mis on otseselt seostatud mõistekaardi tuummõistega) arv ning nende paigutus mõistekaardil.

Mõistekaartide, mille tuummõisteks oli aine ehitus, levinumateks struktuurideks olid kolmnurk ja täht. Kolmnurga puhul oli tegemist kolme tsentraalse sõlmpunktiga, mille kuju varieerus mõistekaarditi väga palju. Kolmnurga kuju sõltus suuresti sellest, kui palju keskne sõlmpunkt hargnes – kui palju oli lisatud mõisteid, näiteid ja selgitusi. Struktuuri “täht” esines rohkem, kui struktuuri “kolmnurk”, kuid esines väga palju erinevaid variatsioone. Variatsioonidena mõeldakse siinkohal tähe “tippude” arvu. Struktuuri loeti täheks, kui mõistekaardil oli kuus ja enam tsentraalset sõlmpunkti. Suurim sõlmpunktide arv, mis tähe struktuuris esines oli üheksa.

Tuummõistega “Kosmeetiline kreem” mõistekaartide puhul oli levinumaks struktuuriks ruut ning sarnaselt teemaga “Aine ehitus” tähekujuline struktuur. Struktuuriks “ruut” loeti sellise ülesehitusega mõistekaarti, kus esines neli tsentraalset sõlmpunkti ning mis paiknesid nelinurkselt – näiteks ruut või romb. Struktuur “täht” oli sarnane eelnevalt kirjeldatule, kuid kõige enam esines 12 sõlmpunkti.

Analüüsides erinevate tuummõistetega mõistekaarte, selgub, et kosmeetilise kreemi mõistekaartide puhul oli õpilastel lisatud selgitusi rohkem, kui aine ehituse teemaliste tööde puhul. Õpilased, kes koostasid mõistekaardi teemal *kosmeetiline kreem* seletasid mõisteid rohkem, kui need, kelle mõistekaardi teemaks oli *aine ehitus*. Seda näitas ka lisasõlmpunktide arv, kosmeetilise kreemi teemalistes töodes

esines neid rohkem. Seevastu aine ehituse mõistekaartide puhul oskasid õpilased rohkem näiteid tuua ning seostada neid mõistetega. Näidete rohkus aine ehituse puhul võib tuleneda sellest, et tegemist on õpilaste jaoks tuttavama teemaga. Aine ehitusega seotud teemasid on nad varasemalt oma keemiaõpingutes õppinud, kosmeetiline kreem aga on vastupidiselt nende jaoks uus teema. Kuigi see on nii otseselt kui ka kaudselt aine ehitusega seotud, siis arvatavasti ei tulnud õpilased selle peale, et tuua samu näiteid mille juurde need sobiksid. Struktuurilt olid valdav enamus neist töödest siiski küllaltki lihtsa ülesehitusega. Väga vähe oli selliseid mõistekaarte, mille üldine struktuur oli keerukas ning milles oli enam sõlmpunkte. Mida rohkem oli tsentraalseid sõlmpunkte, mille põhjal struktuuri määrata, seda lihtsam oli mõistekaardi ülesehitus.

3.3 Missuguseid mõisteid lisavad õpilased mõistekaartides etteantud mõistetele?

Mõistekaarte analüüsid ilmnnes, et peale selgituste ja näidete olid õpilased lisanud ka omaltpoolt mõisteid.

Kokku oli selliseid lisamõisteid kõikide mõistekaartide peale 140, mis teeb keskmiselt 3 lisamõistet mõistekaardi kohta. Paljud neist lisatud mõistetest kordusid ning mitmed tuli grupeerimiseks täpsustada. Täpsustamisena mõeldakse seda, kui mõiste esines töödes nii mitmuses kui ainsuses, siis kodeeriti mitmuses olevad mõisted ainsuse vormi ümber. Näiteks *ioonilised ained* kodeeriti kui *iooniline aine*.

Peale täpsustamist ning korduvate mõistete eemaldamist saadi tulemuseks 62 erinevat mõistet. Märkimisväärne hulk neist (täpsemalt 42) esines ühel korral, kahel ja enamal korral kordus 20 mõistet. Tabelis 5 on toodud seitse enim lisatud mõistet, eraldi kõik lisatud mõisted on välja toodud Lisa 6.

Tabel 6. Õpilaste poolt enim lisatud mõisted

Mõiste	Sagedus
molekulaarne aine	18
iooniline aine	17
kovalentne side	15
ester	10
silikoon	4
biopolümeer	3
lahusti	3

Vaadates tulemusi on näha, et õpilased lisasid uute mõistetena juurde enamasti keemiaga seotud mõisteid ja teadmisi. Lisaks oli kahes töös füüsikaga seotud mõisted *dipool*, *dipoolmoment* ja *dielektriline läbitavus*. Samas polnud ühtegi mõistet, mis oleks olnud seotud näiteks bioloogia või Holbrook'i ja Tempel'i (2010) poolt kirjeldatud sotsiaalsete teguritega.

Märkimist väärIB siinkohal ka asjaolu, et tabelis 5 toodud kõik seitse mõistet esinesid aine ehituse mõistekaartides. Samas neist ainult kaks oli esindatud kosmeetilise kreemi mõistekaardis. Need kaks mõistet olid *iooniline aine* ja *ester*. Üldiselt oli mõistekaartidele, mille tuummõisteks oli *kosmeetiline kreem* lisatud just erinevaid mõisteid ning need ei kippunud korduma. Sellest tulenevalt oli ka lisatud mõistete arv vägagi suur.

3.4 Missugused väärarusaamad õpilaste mõistekaartides esinevad?

Saadud tulemusi analüüsid es kategoriseeriti levinumad ebatäpsused ja väärarusaamad. Need kategoriseeriti kolme teema alla:

1. Keemiline side
2. Lahustuvus
3. Aine ehitus

3.4.1 Õpilaste väärarusaamad keemilisest sidemest

Väärarusaamad jaotati antud töös sidemetüüpide järgi vastavalt (a) ioonilise sidemega, (b) vesiniksidemega ning (c) kovalentse sidemega seotud väärarusaamadeks.

3.4.1.1 Iooniline side

Ioonilise sideme puhul esinesid järgnevad väärarusaamad (sulgudes väärarusaamade sagedus):

1. Elektronegatiivsus vähemalt 1,7. (1)

2. Selle [ioonilise sideme] korral aatomid loovutavad või liidavad väliskihi elektrone. (2)
3. Iooniline side esineb kahe fluori aatomi vahel. (1)

Toodud loendis märgiti teine arusaam osaliselt õigeks ning esimene ja viimane valeks.

Esimese mõistelise väärarusaama puhul oli õpilane küll aru saanud, et elektronegatiivsus mängib ioonilise sideme korral olulist rolli, kuid tema toodud väide vajanuks veel täpsustamist. Õigeks oleks loetud väidet *elektronegatiivsuste vahe on vähemalt 1,9*.

Teise, väite puhul oli näha, et õpilane saab aru, et ioonilise sideme tekkeks on vajalik elektronide liitmine ja loovutamine ehk ionide teke. Õpilase poolt toodud väide vajanuks täpsustamist, näiteks täpsustades kuidas liidetud-loovutatud elektronid paiknevad kahe aatomi vahel. Tegemist oli mõistelise väärarusaamaga.

Kolmas väide loeti täiesti valeks. Õpilane oli lisanud ioonilise sideme selgitamiseks joonise kahest fluori aatomist ja neid ümbritsevatest elektronidest. Joonise juurde oli märgitud *ühine elektronpaar*. Ioonilise sideme puhul on küll ühine elektronpaar, kuid see on täielikult elektronegatiivsema aatomi valduses. Lisaks esineb iooniline side metalli ja mittemetalli aatomite vahel. Tõenäoliselt on õpilasel meeles fakt, et fluor on kõige elektronegatiivsem aatom ning sealt seostanud enda jaoks selle, et kahe fluori aatomi vahel on järelikult iooniline side, kuigi nende vahel esineb kovalentne side. See mõisteline väärarusaam, kus aetakse segi kovalentne ja iooniline side oli välja toodud ka Al-Balushi jt (2012), Ünal jt (2010) ning Tan ja Treagust (1999) töödes. Nendes töödes küll konkreetset näidet välja ei toodud, kuid oli märgitud väärarusaamaks kovalentse ja ioonilise sideme omavaheline segiajamine.

3.4.1.2 Kovalentne side

Kovalentse sideme puhul esinesid järgmised väärarusaamad (sulgudes väärarusaamade sagedus):

1. Polaarne kovalentne side on seoses vesiniksidemega. (1)
2. Kovalentsed sidemed on süsiniku ja vesiniku sidemed. (1)
3. Kovalentne side koosneb mitmest sidemest. (2)

Esimese puhul tuleb lisaks selgitada seda, et mõistekaardis oli märgitud polaarne kovalentne side ning sealt tõmmatud seos vesiniksideme juurde. Nende kahe mõiste vahele võinuks lisada näitena nende aatomite sidemed vesinikega, mille korral saab rääkida vesiniksideme tekkest ja olemasolust. Tegemist on mõistelise väärarusaamaga.

Teise väite puhul oli tegemist samuti mõistelise väärarusaamaga. Süsiniku ja vesiniku vahel tekib küll kovalentne side, kuid see tekib ka teiste mittemetallide aatomite vahele. Seda väidet täiesti valeks seetõttu lugeda ei saa, sest õpilane võis mõelda seda näitena, kuid ei kirjutanud seda nii täpselt välja.

Kolmanda väite puhul oli õpilane ilmselt mõelnud selle juures seda, et kovalentne side võib olla ka kordne side, sõltuvalt sellest, mitu ühist elektronpaari kahe aatomi vahel on. Kuna ka selle töö puhul oli see ainsaks selgituseks, siis ei saanud seda täiesti õigeks lugeda. Täiesti valeks ka mitte, sest nagu öeldud, kovalentne side võib olla ka kordne side. Väärarusaam liigitus taaskord mõisteliste väärarusaamade alla.

3.4.1.3 Vesinikside

Vesiniksideme puhul esinesid järgmised väärarusaamad:

1. Täiendav keemiline side, mis moodustatakse teise molekuli negatiivse osalaenguga vesiniku aatomiga. (1)
2. Vesiniku aatom on seotud tugevalt elektronegatiivse elemendi aatomiga. (2)

Esimese puhul väitis õpilane, et vesiniku aatom on negatiivse osalaenguga, tegelikult see nii ei ole. Vesiniku aatom on valdavalt positiivse osalaenguga, seega oli see mõisteline väärarusaam. Täiendava keemilise sideme osas oli õpilasel õigus.

Teise väite puhul, mis liigitus taaskord mõisteliste väärarusaamade alla, väitsid õpilased, et vesiniku aatom on seotud tugevalt elektronegatiivse elemendi aatomiga. Siinkohal võinuks täpsustada, millised need aatomid on, millega vesinik vesiniksideme moodustab, kuid täiesti valeks seda väidet lugeda ei saa. Tegemist on pigem vesiniksideme napi kirjeldusega.

3.4.2 Õpilaste väärarusaamad lahustuvusega seotud mõistest.

Lahustuvuse kategooriasse paigutusid otseselt lahustuvusega (sh vees lahustumisega) seotud väärarusaamad. Lahustuvusega, sh vees lahustuvusega olid seotud järgmised väärarusaamad (sulgudes väärarusaamade sagedus):

1. Hüdrolüüs on füüsikaline omadus. (1)
2. Vaha lahustub kuumutamisel. (2)
3. Alkaan ja ester on hüdrofiilid. (4)
4. Mittepolaarne molekulaarne aine on hüdrofiil, lahustub vees. (1)
5. Polaarne molekulaarne aine on hüdrofoobne, vees ei lahustu. (1)

Esimese puhul oli tegemist selgelt keemilise ja füüsikalise nähtuse segiajamisega. Võib olla, et õpilane ei tee füüsikalistel ja keemilistel omadustel ning nähtustel vahet. Taaskord oli tegemist mõistelise väärarusaamaga.

Teise väite puhul on tegemist ka Calik ja Ayas (2005), Özmen (2008) ja Miklovičová (2012) poolt kirjeldatud levinud faktilise väärarusaamaga, kus õpilaste jaoks tähendab lahustumine sama, mida sulamine (nende poolt näitena toodud “suhkur sulab”). See esines ka käesolevas töös. Õpilane on ilmselt mõelnud, et temperatuuri tõstmisel hakkab vaha sulama, kuigi vaha võib ka lahustuda mitmetes orgaanilistes lahustites (näiteks heksaanis)

Viimased kaks väidet olid ühest tööst, kus õpilane oli omavahel segi ajanud hüdrofiili ja hüdrofoobi mõiste. Siinkohal muidugi ei saa välistada, et õpilane on need kogemata (nt hajameelsusest) segi ajanud, kuid väärarusaamana liigitub mõisteliste väärarusaamade kategooriasse.

3.4.3 Õpilaste väärarusaamad aine ehitusest

Sellesse kategooriasse võeti kokku polümeeride, rasvade, õlide ja vahadega ning emulsioonide ja emulgaatoritega seotud väärarusaamad.

3.4.3.1 Polümeerid

Polümeeridega oli seotud üks väärarusaam (sulgudes väärarusaamade sagedus):

1. Polümeerid haihtuvad kokkupuutel õhuga. (2)

Selle väite puhul oli juurde toodud näide küünelakkide kohta. Ilmselt oli õpilane mõelnud seda, et küünelaki kuivades lahusti, kus polümeer on lahustatud, lendub ära. Tegemist on eelarvamusliku väärarusaamaga, sest polümeer ei “haihtu” kuhugi.

3.4.3.2 Rasvad ja õlid ning vahad

Mõistekaarte analüüsidest järeldusid järgmised väärarusaamad (sulgudes väärarusaamade sagedus):

1. Õlid ja rasvad, vahad – mittemolekulaarsed ained (2)
2. Rasv = vaha (10)

Kuigi õpilased näitasid oma töödes seda, et seostavad õpitud mooduli teemaga mõistet *molekulaarsed ained*, kusjuures enamasti selgitati ka sisu ning toodi sealjuures õiged näited. Kahes töös, kus oli ka mõiste *mittemolekulaarne aine*, oli mõiste küll selgitatud, kuid toodi valesid näiteid. Ühel nendest töödest mittemolekulaarse aine näitena rasvad ja õlid ning teisel vahad. Järelikult ei saanud õpilased päris lõpuni aru nende mõistete tähendustest ning sealt tulenevalt tulid ka valed näited. Väärarusaamana liigitub see mõistelise väärarusaama alla.

Teise, mõistelise väärarusaama puhul on võrdusmärk kirjutatud kahe sõna vahele tinglikult, märgistamaks õpilaste seas esinenud väärarusaama. Töös oli kas rasvade alla märgitud vahad või vastupidi. Need kaks on aga teineteisest täiesti erinevad. Kuna aga mõlemad on seotud estritega, siis võib põhjuseid väärarusaamadeks otsida sealt.

3.4.3.3 Emulsioon ja emulgaator

Emulsiooni ja emulgaatoriga olid seotud järgmised väärarusaamad (sulgudes

väärarusaamade sagedus):

1. Vesi on emulsioon. (2)
2. Emulsioon aitab kahel ainel seguneda. (2)
3. Emulgaator on mustust eemaldava toimega. (1)

Esimese väite puhul võib arvata, et õpilane võis mõelda seda, et vesi on üks emulsiooni koostisosadest (õli-vees ja vesi-õlis emulsioonid) ning kuna mõiste *vesi* oli üks 13 kohustuslikust mõistest, mida tuli mõistekaarti paigutada, siis lisas ta selle emulsiooni juurde. Väärarusaamana liigitub seegi mõistelise väärarusaama kategooriasse.

Teise, mõistelise väärarusaama puhul leidsid õpilased, et emulsioon aitab kahel ainel seguneda. See ei aita kahel ainel seguneda, seda aitab emulgaator. Võib olla, et õpilased ei tee emulsioonil ja emulgaatoril vahet või ei mõista nende mõistete sisu.

Kolmanda väite puhul on tegemist taaskord mõistelise väärarusaamaga, mille on õpilane järeldanud ilmselt sellest teadmistest, et emulgaator on pindaktiivne aine. Kuna on teada, et näiteks seep ja pesupulber on pindaktiivsed ained ning need eemaldavad mustust. Seega võis see õpilane kanda selle seose ka emulgaatorile üle – see on pindaktiivne aine, seega peab olema mustust eemaldava toimega, sest seebi ja pesupulbri puhul nii on.

3.5 Mil määral on võimalik mõistekaarti õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks kasutada?

Toetudes läbi viidud analüüsile, võib järeldada, et mõistekaarti saab kasutada õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks. Selle edukus oleneb aga, nagu ka kõikide teiste hindamismeetodite, ülesande püstitusest. Siinkohal on oluline tähelepanu pöörata fookusküsimuse või tuummõiste(te) sõnastamisele. Kui on oluline mingi kindla teema kontrollimine, siis oleks mõistlik ette anda ka seonduvad mõisted ehk kasutada nn *parking lot* mõistekaarti. See aitab õpilasel endal paremini oma mõtteid korrastada ning lihtsustab mõistekaardi koostamist. Samamoodi on õpetajal seda lihtsam hiljem ülevaadet ning kokkuvõtteid teha. Mõisted, mida ei kasutata üheski seoses, on

õpilaste jaoks tõenäoliselt raskesti arusaadavad või ei saada üldse aru selle sisust või olemusest.

Samas on meetodil ka omad piirangud. Peab tõdema, et kuigi mõni mõiste jäi mõistekaardil kajastamata, on ka tõenäoline, et õpilane teab selle tähendust (ning ka seost teemaga), kuid ei märkinud seda oma töös üles. Tuleb arvestada ajalist faktorit – kui kaua õpilastele oli antud aega, et mõistekaart valmis teha. Mida lühem on aeg, seda tõenäolisem on, et õpilane ei pruukinud kõikidele mõistetele jõuda pühenduda.

Seega tuleks mõistekaarti kui hindamisvahendit kasutada selliselt, et õpilane jõuaks igale mõistele piisavalt aega ja tähelepanu pühendada. Samuti on oluline valida õige mõistekaardi tüüp. Ajanappuse korral sobib kindlasti paremini skelett-mõistekaart, kui lihtsalt fookusküsimusega mõistekaart, mis, nagu ka Ruiz-Primo jt (2001) oma töös välja tõid, nõuavad õpilastelt väga suurt kognitiivset võimekust. See aga tähendab, et õpilane ei pruugi olulisemate mõistete ni jõuda ning kogu tähelepanu kulub töös muudele detailidele. Käesolevas töös kasutatud *parking lot* mõistekaart on sobiv selliseks hindamisvahendiks, kus õpilastel pole ajapuudusega probleemi, näiteks topelttunnid või kodune ülesanne.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö teemaks oli “Õpilaste mõistelist seoste kujunemine õppemooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” õppimise tulemusel”.

Tööle püstitati kaks eesmärki. Esimeseks eesmärgiks oli uurida kuidas on õpilastel kujunenud mõistetevahelised seosed mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” õppimise tulemusena. Teiseks eesmärgiks oli uurida mõistekaardi rakendamise võimalusi õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks.

Eesmärkide saavutamiseks viidi läbi uuring, mis leidis aset pärast õppemooduli läbimist. Uurimisinstrumentideks olid *parking lot* mõistekaardid, mille tuummõisteteks olid *kosmeetiline kreem* ja *aine ehitus*. Õpilastel paluti valida üks teema ning koostada mõistekaart. Lisaks oli ette antud 13 kohustuslikku mõistet, mis olid seotud õppemooduli õppesisuga ning olid mõlema õppemooduli jaoks samad. Need 13 mõistet olid: *lahustuvus, rasvad ja õlid (sünteetilised ja looduslikud), emulgaator, vesi, hüdrofiil, iooniline side, hüdrofoob, emulsioon, polaarsus, vahad, vesinikside, polümeer, alkaan*. Kokku osales uuringus 42 õpilast, Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi ja Rakvere Reaalgümnaasiumi 10. ja 11. klassidest.

Saadud mõistekaarte analüüsi ühekaupa kasutades Reiska (2009; 2014) poolt kirjeldatud mõistekaardi analüüsi tasemeid. Analüüsi käigus pöörati tähelepanu mõistekaardi sõlmpunktidele, tsentraalsetele sõlmpunktidele, struktuurile, seoste koguarvule, ristseosetele, kasutatud kohustuslike mõistete arvule, õpilase poolt lisatud mõistetele, näidetele, selgitustele ning seoste korrektsusele.

Analüüsi tulemusena sai vastata viiele püstitatud uurimisküsimusele.

1. Mil viisil seostavad õpilased õpitud mõisteid mooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” teemaga?

Sellele küsimusele vastamiseks analüüsi õpilaste kohustuslike mõistete kasutamist oma mõistekaartides. Uuriti, kuidas ja kui palju neid kasutati. Kõige enam raskusi tekitasid õpilastele mõisted *vesinikside, alkaan, iooniline side*, ja *vesi* oma mõistekaardi tuummõistega seostamisel. Lisaks kohustuslike mõistete kasutamisele uuriti ka ristseosete loomist. Õpilastel esines raskusi mõistetevaheliste ristseoste loomisega, neid esines vaid vähestes töödes.

2. Missugused erinevused on mõistekaartide vahel, mille tuummõisteteks on: (a) *aine ehitus* ja (b) *kosmeetiline kreem*?

Sellele uurimisküsimusele vastamiseks uuriti mõistekaartide seoste koguarvu, sõlmpunktide arvu (sh tsentraalsed sõlmpunktid), lisatud näiteid ja selgitusi ning mõistekaardi struktuuri. Kosmeetilise kreemi mõistekaartide puhul ilmnes, et õpilased oskavad mõisteid paremini selgitada kui tööde puhul, mille tuummõisteks oli *aine ehitus*. Selle põhjuseks võib olla kosmeetilise kreemi teema otsene ning aine ehituse vähene seos igapäevaeluga. Samas oskasid õpilased tuua rohkem näiteid aine ehituse teemaga mõistekaartide puhul.

3. Missuguseid mõisteid lisavad õpilased mõistekaartides etteantud mõistetele?

Sellele uurimisküsimusele vastamiseks uuriti õpilaste poolt koostatud mõistekaarte lisatud mõistete ja selgituste vaatenurgast. Eristati mõisted selgitustest ning analüüsiti saadud tulemusi. Õpilased lisasid kõige enam selliseid mõisteid, mis olid seotud otsesemalt aine ehitusega – *molekulaarne aine* ja *iooniline aine*. Kuigi õpitud moodul oli interdistsiplinaarse suunitlusega, siis valdavaks jäi siiski keemia koos mõne üksiku füüsikast pärit mõistega. Bioloogiaga õpilased seoseid välja ei toonud, kuigi kosmeetika puhul saanuks seda teha.

4. Missugused väärarusaamad esinevad õpilaste mõistekaartides?

Sellele küsimusele vastamiseks anti mõistekaardid n-õ ekspertõpetajate kätte, kes kontrollisid mõistekaartide sisulist ja ainealast korrektsust. Tulemustest oli näha, et õpilastel oli väärarusaamu laias laastus kolmes kategoorias – keemiline side, lahustuvus ja aine ehitus. Enim väärarusaamu oli seotud rasva ja vahaga, kus 10 õpilase töös oli seos rasva ja vaha vahel. Õpilaste jaoks olid need samad (rasv=vaha). Davis'e (1997) väärarusaamade liigituse järgi oli enim mõistelisi väärarusaamu, lisaks esines üksikuid väärarusaamu eelarvamuslike ja faktiliste väärarusaamade kategooriatest.

5. Mil määral on võimalik mõistekaarti õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks kasutada?

Sellele vastamiseks analüüsiti mõistekaartide analüüsil saadud tulemusi ning jõuti järeldusele, et *parking lot* mõistekaarti on võimalik hindamisvahendina kasutada. Selle edukus sõltub suuresti tuummõiste konkreetsusest või keskse küsimuse sõnastusest. Samuti leiti, et konkreetsete mõistete seoste hindamiseks oleks otstarbekas kasutada *parking lot* mõistekaarti. Selle tüübi puhul on ette antud kohustuslikud mõisted, mida mõistekaart kindlasti sisaldama peaks. Nii aitab see õpilast mõistekaardi koostamisel kui ka õpetajat hilisemal hindamisel – mõisted, mida ei lisatud, valmistavad õpilasele probleeme.

Toetudes saadud tulemustele võib väita, et tööle püstitatud eesmärgid said saavutatud. Töö tulemusel selgus, et mõistekaarti on võimalik kasutada õpilaste mõistetevaheliste seoste hindamiseks. Seejuures tuleb silmas pidada, et nii nagu kõigil hindamisvahenditel on ka mõistekaardil omad eelised ja puudused. Hindamismeetodina kasutamisel peaks õpilasel olema piisavalt aega oma mõtete koondamisel ning nende kirja panemiseks.

Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajat, Katrin Vainot, ilma kellela poleks see töö valminud. Samuti soovin tänada ka Mare Mursi, kelle igakülgne abi pilootuurimuse ja põhiuuringu läbiviimisel kulus igati marjaks ära! Aitäh ka neile ligi 60 õpilasele, kes koostasid käesoleva magistritöö jaoks mulle pilootuuringu ja põhiuuringu tarbeks mõistekaarte. Teie panus sellesse töösse on olnud hindamatu!

Lisaks soovin tänada oma peret viimase paari kuu eest, et olete mind välja kannatanud, kui oma magistritöö tõttu teile aega pühendada pole saanud.

Viimased tänusõnad lähevad aga Triinule, Liisile, Meritile, Elenile, Epule ja teistele, kuid olete mind toetanud, kui olukord seda nõudis. Eriti Triin! Su motivatsioon ja ergutuskõned olid mul alati alateadvuses kõlamas!

Aitäh!

Kasutatud allikad

- Akgün, A.** (2009). The Relation between Science Student Teachers' Misconceptions about Solution, Dissolution, Diffusion and Their Attitudes toward Science with Their Achievement. *Education and Science*, 34(154), 26-36.
- Al-Balushi, S. M., Ambusaidi, A. K., Al-Shuaili, A. H., Taylor, N.** (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry *Science Education International*, 23(3), 221-240.
- Bennett, J. ja Lubben, F.** (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.
- Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S.** (2006). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
- Boujaude, S. B.** (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 689-704.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O., Pilot, A.** (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts, *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Bybee, R., ja McCrae, B.** (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science, *International Journal of Science Education*, 33:1, 7-26.
- Calik, M.** (2005). A Cross-Age Study of Different Perspectives in Solution Chemistry from Junior to Senior High School. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 3(4), 671-696.
- Calik, M. ja Ayas, A.** (2005). A Comparison of Level of Understanding of Eighth-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(6), 638-667.
- Coll, R. K. ja Treagust, D.F.** (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.
- Correia, P. R. M.** (2012). The use of concept maps for knowledge management: from classrooms to research labs. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 402(6), 1979-1986.

- Davis, B. G.** (1997). Misconceptions as barriers to understanding science. *Science teaching reconsidered: A hand book*. Washington, DC: National Academy.
- De Vos, W., Bulte, A. M. W., Pilot, A.** (2002). Chemistry curricula for general education: Analysis and elements of a design. *Chemical education: Towards research-based practice* (lk 101–124). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Gabel, D.** (2005) Enhancing Students' Conceptual Understanding of Chemistry through Integrating the Macroscopic, Particle, and Symbolic Representations of Matter, *Chemists' Guide to Effective Teaching*, Pearson Prentice Hall, 77-88.
- Garnett, P. J. ja Hackling, M. W.** (1993). Chemistry Misconceptions at the Secondary–Tertiary Interface. *Chemistry in Australia*, 60, 117-119.
- Garnett, P. J., Garnett, P.J, Hackling, M. W.** (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning, *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Gilbert, J. K.** (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International journal of science education*, 28(9), 957-976.
- Gutwill-Wise, J.** (2001). The impact of active and context-based learning in introductory chemistry courses: An early evaluation of the modular approach. *Journal of Chemical Education*, 77(5), 684–690.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava Lisa 4.** (2011). Riigi Teataja I, 29.08.2014, 18.
- Gwet, K. L.** (2008). Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 61(1), 29–48.
- Holbrook, J.** (2008). Introduction to the Special Issue of Science Education International Devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19 (3), 257-266.
- Holbrook, J. ja Tempel, E.** (2010). The types of concepts students prefer to add to incomplete concept maps. *Concept Maps: Making Learning Meaningful. Proceedings of Fourth International Conference on Concept Mapping*, Vina del Mar, 2010.
- Hsu, L.** (2003). Developing concept maps from problem-based learning scenario discussions. *Journal of Advanced Nursing*, 48(5), 510-518.
- Hulleman C. ja Harackiewicz, J. M.** (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science* 2009 (326), 1410-1412.
- King, D.** (2007). Teacher beliefs and constraints in implementing a context-based approach in chemistry. *Teaching Science: The Journal Of The Australian Science Teachers Association*, 53(1), 14-18.

- King, D.** (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning, *Studies in Science Education*, 51-87.
- Krikmann, O., Susi, J., Voolaid, H.** (2005). Eesti õpilaste väärarusaamad vektorite ja suundade määramisel *Õpetajate leht: Füüsika ja keemia. Õpetajate lehe lisaleht*, lk 7.
- Krull, E.** (2001). Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat. Tartu, Tartu Ülikooli Kirjastus. Lk 277-282.
- Marée, T. J., van Bruggen, J. M., Jochems, W. M. G.** (2013). Effective self-regulated science learning through multimedia-enriched skeleton concept maps. *Research in Science & Technological Education*, 31:1, 16-30.
- Miklovičová, J.** (2012). Primary Students Misconceptions About Substances: Where Do They Come From? *Chemistry Education in the Light of the Research*, lk 97-101.
- Nakhleh, M.B.** (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69 (3), 191-196.
- Nicoll, G. A.** (2001). Report of undergraduates' bonding misconception. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 707-730.
- Novak, J. D.** (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Novak, J. D.** (2003). The promise of new ideas and new technology for improving teaching and learning. *Cell Biology Education*, 2: 122-132.
- Novak, J.D.** (2010). *Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Second edition.* New York: Routledge.
- Novak, J. D. ja Cañas, A. J.** (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. *Technical Report IHMC CmapTools*, 2006-01, Rev. 2008. Florida. Institute for Human and Machine Cognition.
- OECD** (2007). Education at a Glance 2007: OECD Indicators. Aadressil <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/40701218.pdf>
- OECD** (2010). Education at a Glance 2010: OECD Indicators. Aadressil <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/45926093.pdf>
- Osborne, J. ja Collins, J.** (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467.

- Osborne, J., Simon, S., Collins, S.** (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, 25:9, 1049-1079.
- Parchmann, I., Grasel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralle, B., & the ChiK Project Group** (2006). 'Chemie im Kontext': A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041–1062.
- Peterson, R. F. ja Treagust, D. F.** (1989). Grade-12 Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure. *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.
- Pinarbasi, T. ja Canpolat, N.** (2003). Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*. 80(11). 1328-1332.
- Ploomipuu, I.** (2006). Aatomi ehituse ja keemilise sideme teema ning selle omandatus põhikooli ja gümnaasiumi keemia õpetuses. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Ramsden, J. M.** (1992). If it's enjoyable, is it science? *School Science Review*, 73 (265), 65–71.
- Ramsden, J. M.** (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19(6), 697–710.
- Rannikmäe, M., Teppo, M., Holbrook, J.** (2010). Popularity and Relevance of Science Education Literacy: Using a Contextbased Approach. *Science Education International*, 21 (2), 116-125.
- Reiska, P.** (2009). Mõistekaardid IKT abil *Tiigriõpe: Haridustehnoloogia käsiraamat*, lk 101-116, Tallinn.
- Reiska, P.** (2014). Mõistekaardi meetodi kasutamine õppimisel ja õpetamisel. *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis*. TÜ Loodusteadusliku Hariduse Keskus. Toim. Miia Rannikmäe ja Regina Soobard, lk 119-135, Tartu.
- Ruiz-Primo, M. A., Schultz, S. E., Li, M., & Shavelson, R. J.** (2001). Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 260-278.
- Schraw G., Flowerday T., Lehman S.** (2001). Increasing Situational Interest in the Classroom. *Educational Psychology Review*, 13 (3), 211-224.
- Soika, K. ja Reiska, P.** (2014). Using concept mapping for assessment in science

education. *Journal of Baltic Science Education*, 13:5, 662-673.

Sutman, F. ja Bruce, M. (1992). Chemistry in the community – ChemCom: A five year evaluation. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 564–567.

Taagepera, M. (1999). Mõistelis-loogiliste seoste kujunemine õppimisel ja õpetamisel. *Haridus*, 3, 20 – 21.

Talanquer, V. (2009). On Cognitive Constraints and Learning Progressions: The case of “structure of matter”. *International Journal of Science Education*. 31(15), 2123-2136.

Tan, K.D. ja Treagust, D.F. (1999). Evaluating students’ understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81 (294), 75-84.

Taremaa, M. ja Henno, I. (2012). Õpilaste loodusteaduslike oskuste ja huvide arendamisest gümnaasiumis. *Gümnaasiumi valdkonnaraamat. Loodusained*. Aadressil

http://www.oppekava.ee/index.php/G%C3%BCmnaasiumi_valdkonnaraamat_LOODUSAINED_%C3%95pilaste_loodusteaduslike_oskuste_ja_huvidearendamisest_g%C3%BCmnaasiumis.

Teppo, M. ja Rannikmäe, M. (2003). Increasing the relevance of science education – student preferences for different types of teaching scenarios, *Journal of Baltic Science Education*, 2 (4), 49–61.

Teppo, M. ja Rannikmäe, M. (2010). Estonian Grade Nine Students' Interest towards Learning Science at School. *Innovation in Science and Technology Education: Research, Policy, Practice: 3rd World Conference on Science and Technology Education (ICASE 2010); Estonia, Tartu; June 28-July 2, 2010*. (Toim.) Holbrook, J.; Rannikmäe, M.; Soobard, R.; Cavas, B.; Kim, M.. Tartu., 202 - 204.

Teppo, M. ja Rannikmäe, M. (2011). Kuidas suurendada õpilaste huvitatust loodusteaduste õppimise vastu, huvi õpingute jätkamise ning ainega seotud elukutsete vastu? Aadressil

http://www.oppekava.ee/index.php/Kuidas_suurendada_%C3%B5pilaste_huvitatust_loodusteaduste_%C3%B5ppimise_vastu_huvi_%C3%B5pingute_j%C3%A4tkamise_ning_ainega_seotud_elukutsete_vastu%3F

The Establish Project Aadressil <http://www.establish-fp7.eu/project>

Tõnts, T. (2013). Kontekstipõhiste ülesannete kasutamine geograafia tunnis 11. klassi näitel. Magistritöö, Tartu Ülikool.

- Tsaparlis, G.** (1997). Atomic and Molecular Structure in Chemical Education. A Critical Analysis from Various Perspectives of Science Education. *Journal of Chemical Education*, 74(8), 922-925.
- Vaino, K., Holbrook, J., Rannikmäe, M.** (2010). Stimulating students' intrinsic motivation for learning chemistry through the use of context-based learning modules. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 410-419.
- Whitelegg, E. ja Parry, M.** (1999). Real-life contexts for learning physics: Meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34(2), 68-72.
- Wierstra, R.F.A.** (1984). A study on classroom environment and on cognitive and affective outcomes of the PLON-curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 10, 273–282.
- Wilkes, L., Cooper, K., Lewin, J., Batts, J.** (1999). Concept mapping: promoting science learning in BN learners in Australia. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 31, 37-44.
- Özden, M.** (2009). Prospective Science Teachers' Conceptions of the Solution Chemistry. *Journal of Baltic Science Education*. 8(2), 69-78.
- Özmen, H.** (2008). The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51(1), 423-438.
- Ünal, S., Costu, B., Ayas, A.** (2010). Secondary School Students' Misconceptions of Covalent Bonding *Journal of Turkish Science Education*, 7(2), 3-29.
- Zoller, U.** (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053–1065.

Summary

The topic of this Master's thesis was "The formation of students' conceptual links as a result of studying the learning unit "Why make home-made cosmetics?""

The aims of this thesis were first to find out how students' conceptual links have formed as a result of studying the learning unit "Why make home-made cosmetics?" and secondly to find out what are the possibilities to use concept maps as an assessment tool for conceptual links.

To achieve the aims a study was carried out after the learning unit was learned. The research instruments were parking lot concept maps, which had the following focus concepts: *cosmetic cream* and *structure of matter*. Students were asked to choose one focus concept and to draw up a concept map. In the parking lot of concepts were 13 different concepts that were tied to the content of the learning unit. These concepts were as follows: *solubility, fats and oils (synthetic and natural), emulsifier, water, hydrophile, ionic bond, hydrophobe, emulsion, polarity, waxes, hydrogen bond, polymer, alkane*. 42 students from the grades 10 and 11 took part in the study.

The concept maps were analyzed using the method described by Reiska (2009; 2014). During the analysis, attention was paid to the concept map characteristics, such as central branching (and branching in total), structure, the total number of concepts, cross-links, using the parking lot concepts, the ideas added by the students, examples, definitions and the accuracy of the concepts.

Five research questions were posed.

1. In what way do the students connect the studied concepts with the learning unit "Why make home-made cosmetics?"?

To answer that research question, the usage of the 13 *parking lot* concepts were analyzed. It was found that the most troublesome concepts to associate with the focus concept for the students were *hydrogen bond, alkane, ionic bond* and *water*. In addition to using the *parking lot* concepts, the creation of cross-links was examined. Students had trouble with creating cross-links within their concept maps. Only a few cross-links were created among the 42 concept maps.

2. What kind of differences were there between the concept maps with focus concepts (a) *structure of matter* and (b) *cosmetic cream*?

To answer that question the total number of links, total branching (including central branching), the added examples and definitions, and also the structure of the concept maps was examined. From the concept maps with the focus concept *cosmetic cream* it appeared that the students were able to relate more concepts to everyday life as opposed to structure of matter concept maps. The reason of that might be the direct connection of cosmetics to everyday life, whereas the structure of matter has little to no connection to everyday life. At the same time it appeared that the students were able to bring more examples to the structure of matter concept maps.

3. What kind of concept do students add to their concept maps?

In order to answer that, the concept maps were analyzed from the perspective of added concepts and definitions. Most common concepts added by the students were connected directly to the structure of matter. These concepts were *molecular substance* and *ionic substance*. Though the learning unit was interdisciplinary, containing chemistry, physics and biology, the concepts added by the students were mainly related to chemistry. Only a few of the added concepts were related to physics. There were no concepts related to biology, though the topic itself -“cosmetics” would allow to create links with biology.

4. What kinds of misconceptions are present in students' concept maps?

To find out, the concept maps were given to two expert teachers, who have been teaching this learning module. They assessed concept maps in terms of accuracy. The results show that the students have misconceptions in three big categories – chemical bond, solubility and structure of matter. Topic with the biggest number of misconceptions was found to be fats and waxes. For many of the students (10 from 42) wax and fats are the same. According to Davis' (1997) classification of misconceptions, the most common was conceptual misunderstanding. There were also a few preconcieved and factual misunderstandings.

5. To which extent is it possible to use concept maps as a evaluation tool to evaluate the formation of conceptual links?

All results were grouped and analyzed once more. As a result a conclusion was made that it is possible to use parking lot concept map as an assesment tool. The success in using it largely depends on the focus concept or focus question that is added to the map. Also it was found that using the parking lot concept map is a good way to evaluate the links between specific concepts. For this type of concept map there is a parking lot of concepts given to the students that must be present in the concept map.

The concepts that have not been used by students give information to the teacher, that these were the concepts that the students did not understand or know and also the misconceptions that the students may have.

Based on the results it can be stated that the aims which were set at the beginning of the thesis, were met. The concept maps are a way to evaluate the formation of students' conceptual links. It must be borne in mind that, as all assesment tools, the concept map has its pros and cons. Using it as an evaluation tool, students must have plenty of time to focus their thoughts and to write them up.

Lisad

Lisa 1. Õppemooduli põhjal koostatud ekspertmõistekaart.

Lisa 2. Uurimisinstrument. Mõistekaardi põhi tuummõistega *Aine ehitus*.

Lisa 3. Uurimisinstrument. Mõistekaardi põhi tuummõistega *Kosmeetiline kreem*.

Lisa 4. Õpilase koostatud mõistekaart tuummõistega *Aine ehitus*.

Lisa 5. Õpilase koostatud mõistekaart tuummõistega *Kosmeetiline kreem*.

Lisa 6. Õpilaste poolt mõistekaarti lisatud mõisted.

Lisa 2. Uurimisinstrument. Mõistekaart tuummõistega *Aine ehitus*.

Koosta mõistekaart toetudes kosmeetika moodulis õpitule. Järgnevalt on toodud mõisted, mis peaksid mõistekaardis kindlasti esitatud olema. Täienda mõistekaarti veel enda poolt lisatud mõistete ja näidetega. Soovi korral võid ka illustreerivaid pilte joonistada/lisada.
Palun ära kirjuta tööle oma nime!

Mõisted: Lahustuvus, rasvad ja õlid (sünteesilised ja looduslikud), emulgaator, vesi, hüdrofiil, iooniline side, hüdrofoob, emulsioon, polaarsus, vahad, vesinikside, polümeer, alkaan.

Aine
ehitus



Lisa 3. Uurimisinstrument. Mõistekaart tuummõistega *Kosmeetiline kreem*.

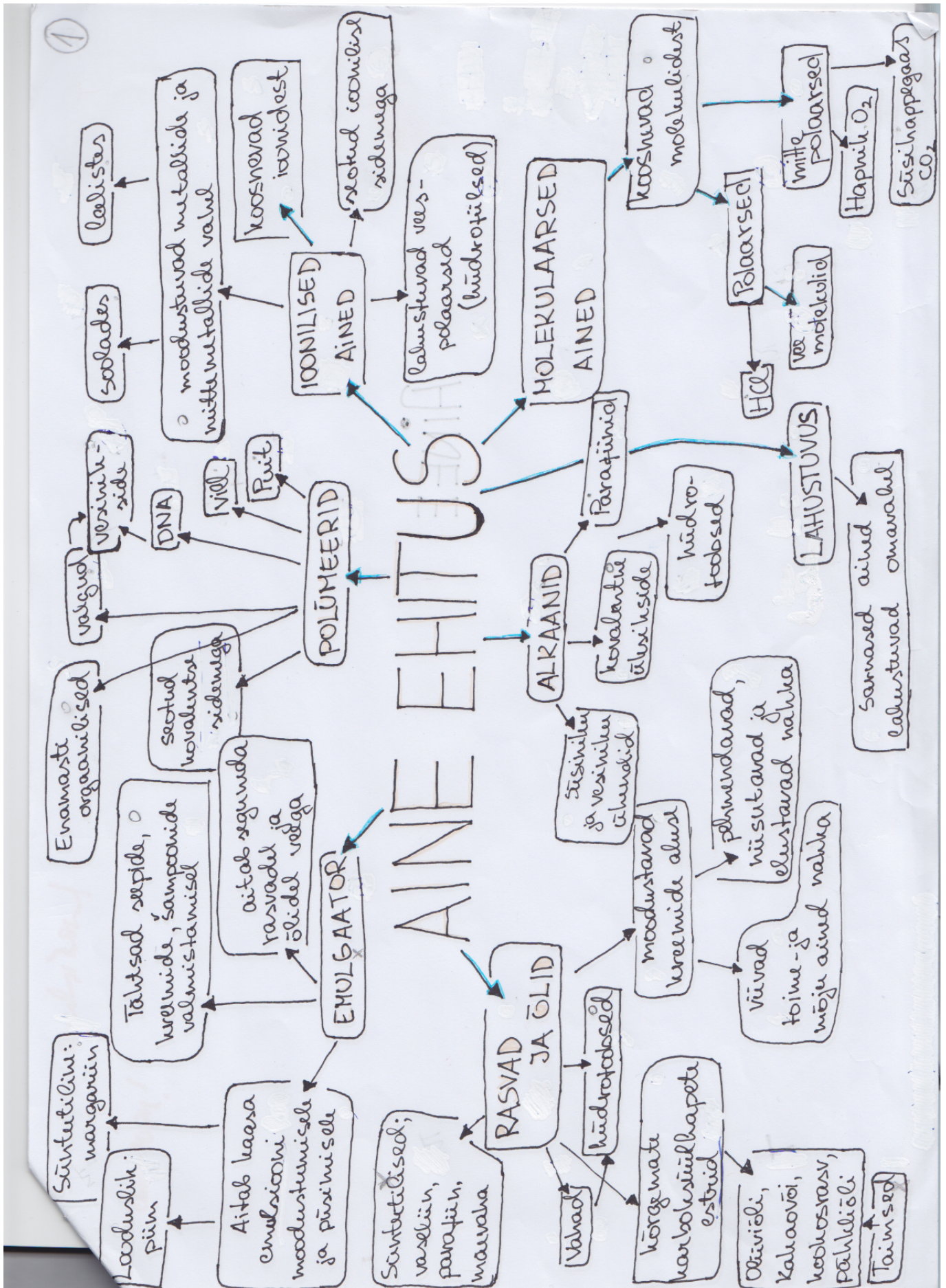
Koosta mõistekaart toetudes kosmeetika moodulis õpitule. Järgnevalt on toodud mõisted, mis peaksid mõistekaardis kindlasti esitatud olema. Täienda mõistekaarti veel enda poolt lisatud mõistete ja näidetega. Soovi korral võid ka illustreerivaid pilte joonistada/lisada.

Palun ära kirjuta tööle oma nime!

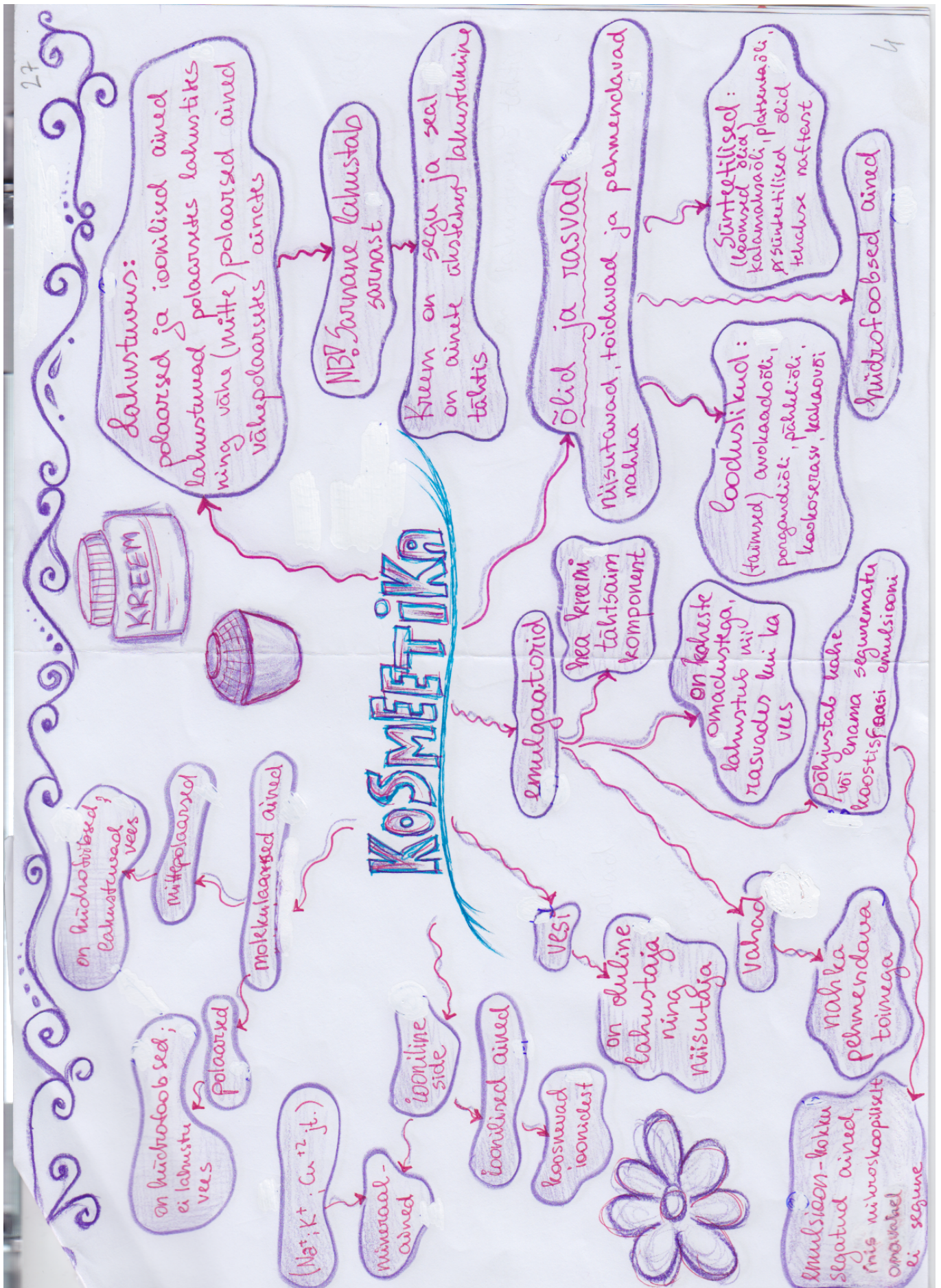
Mõisted: Lahustuvus, rasvad ja õlid (sünteesilised ja looduslikud), emulgaator, vesi, hüdrofiil, iooniline side, hüdrofoob, emulsioon, polaarsus, vahad, vesinikside, polümeer, alkaan.

Kosmeetiline
kreem

Lisa 4. Õpilase koostatud mõistekaart tuummõistega *Aine ehitus*.



Lisa 5. Õpilase koostatud mõistekaart tuummõistega Kosmeetiline kreem.



Lisa 6. Õpilaste poolt mõistekaarti lisatud mõisted

Sama sagedusega mõisted on lisatud ühele reale

Mõiste(d)	Sagedus
Molekulaarne aine	18
Iooniline aine	17
Kovalentne side	15
Ester	10
Silikoon	4
Biopolümeer, lahusti	3
Antioksidant, dipool, dipoolmoment, elementaarlüli, klaasistumistemperatuur, lihtaine, mineraalaine, mittemolekulaarne, monomeer, polümeerumine, säilitusaine, sulamistemperatuur, sünteetiline polümeer	2
Ahropolümeer, aine, aineosakestevaheline side, aniooniline, anorgaaniline, dielektriline läbitavus, dispersne süsteem, eeterlikud õlid, elektronegatiivsus, etoksüleeritud, füüsikalised omadused, hästi lahustuv, karboksüülhapped, katioonilised, keemiline side, konjugeerunud sidemed, kristallvõre, küllastumata rasvhape, küllastunud rasvhape, liitaine, lipiid, lõhnained, metalliline side, mitteiooniline, molekulvõre, monoküllastunud, orgaaniline, osakestevaheline jõud, pihussüsteem, pindaktiivne aine, polaarne lahusti, polüküllastumata, polüsahhariid, polüvinüülühendid, räasumine, rasklahustuv, tehispolümeer, termoplastilisus, vähelahustuv, vaik, või, võrestikpolümeer	1

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Agne Jõgis (08.02.1991),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Õpilaste mõisteliste seoste kujunemine õppemooduli “Miks valmistada kodus kosmeetikat?” õppimise tulemusel”, mille juhendaja on Katrin Vaino, PhD,

1.1 reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 03.06.2015