

Tartu Ülikool

Loodus- ja tehnoloogiateaduskond

Loodusteadusliku hariduse keskus

Gerli Luks

**Mooduli „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“  
kohandamine kasutamiseks põhikooli ja gümnaasiumi  
geograafiatundides**

Magistritöö

Juhendaja: Regina Soobard, MSc

Tartu 2014

## Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. Kirjanduse ülevaade .....	5
1.1. Loodusainete õpetamine koolis .....	5
1.2. Kontekstipõhine õpetamine .....	7
1.3. Moodul „Paberitööstus - kas see on probleem ka Eestis?“ .....	10
2. Materjal ja metodika .....	12
2.1. Uuringu ülesehitus .....	12
2.2. Valim .....	12
2.3. RÕK analüüs .....	13
2.4. Uuringu instrumendid .....	13
2.5. Andmeanalüüs .....	16
3. Tulemused ja arutelu .....	17
3.1. RÕK analüüs .....	17
3.2. Õpilaste eelteadmised, eelistused õpitava teema ja õpitegevuste kohta .....	17
3.3. Probleemülesanne .....	21
3.4. Õppetegevuste tulemused 7. klassis .....	22
3.5. Õppetegevuste tulemused 11. klassis .....	24
4. Järeldused .....	28
Kokkuvõte .....	33
Tänuavaldused .....	35
Kasutatud kirjandus .....	36
Summary .....	39
Lisad .....	41

## Sissejuhatus

Loodusainete tundide eesmärk on kujundada õpilastes loodusteaduslikku kirjaoskust (Bybee, 1997; Holbrokk & Rannikmäe, 2007; Soobard & Rannikmäe, 2011). Loodusteadusliku kirjaoskuse üks eesmärke on arendada õpilastes oskust seostada õpitut igapäevaeluga ning kasutada loodusainete tundides omandatud teadmisi ja oskusi igapäevaelus ettetulevate probleemide lahendamiseks ja põhjendatud otsuste tegemiseks (Holbrook & Rannikmäe, 2007; Murcia, 2009; Feinstein, 2010).

Rahvusvahelised PISA uuringud (OECD, 2007; OECD, 2009) on näidanud, et Eesti põhikooliõpilaste arvates on loodusainete tundides õpitav liiga ainekeskne ning tundide sisul puudub seos igapäevaeluga (Puksand, Lepmann & Henno, 2010). Samas näitavad PISA uuringu tulemused, et Eesti koolide õpilased väärtustavad siiski loodusteadusi kõrgelt (nii üldisel kui ka personaalsel tasemel) ning rahvusvahelises võrdluses on Eesti õpilased huvitatud loodusteaduste õppimisest koolitunnis (Puksand, Lepmann & Henno, 2010). Seega, üheltpoolt on õpilased huvitatud loodusainete tundidest koolis, kuid teiselt poolt ei näe nad seal õpitava seost igapäevaeluga. Tulenevalt sellest peaks loodusainete tundides enam tähelepanu pöörama õpitava seostamisele igapäevaeluga ning reaalses elus vajaminevate teadmiste ja oskuste kujundamisele (Holbrook & Rannikmäe, 2009) ning üheks võimaluseks seda teha on uurimustes pakutud kontekstipõhist õpet (Bennet et al., 2007; Fensham & Rennie, 2013). Kontekstipõhise õppe käigus võib arendada klassiruumis nii uurimuslikke oskusi kui ka kasutada mitteformaalset õpet, mida võib seostada õppekäiguga näiteks tööstusesse (Teppo & Rannikmäe, 2010).

Üheks võimaluseks, kuidas muuta loodusainete tunde õpilastele asjakohasemaks ja rohkem seostatuks eluga, on erinevad uurimused pakkunud õpitu sidumist igapäevaelulise kontekstiga (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Kontekstipõhine õpe võimaldab tuua loodusainete tundidesse igapäevaselt ettetulevaid loodusteadusliku sisuga probleeme ning õpetab õpilasi neid märkama ja lahendama (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Antud soovitus on kooskõlas ka PISA 2012. aasta uuringu järgselt tehtud ettepanekutega Eesti hariduspoliitikasse, kus soovitatakse tähelepanu pöörata õpilaste võimekusele ära tunda loodusteadusliku sisuga probleeme igapäevaelus ning oskusele teha teaduspõhiseid järeldusi (Tire et.al., 2013).

Ühe võimalusena kontekstipõhisest õppest on välja pakutud 3-astmelisel moodulil põhinevat õpet (Holbrook & Rannikmäe, 1997; Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008) ning selle näitena

võib välja tuua gümnaasiumi valikkursuse “Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond” jaoks Tartu Ülikooli Loodusteadusliku hariduse keskuse poolt koostatud mooduleid. Tulenevalt sellest, et antud kursus on valikuline ja samas on uuringud näidanud, et moodulipõhine õpe aitab muuta loodusainete tunnid huvitavamaks ja nauditavamaks ning väärtustab seeläbi loodusainete õppimist (Holbrook & Rannikmäe, 1997; Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008), siis otsustati käesolevas magistritöös kohandada ühte antud valikkursuse moodulit kasutamiseks geograafia tavatunnis. Mooduliks valiti „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?” (Soobard & Vaino, 2013) sellepärast, et see seostus geograafia ainetunniga.

Käesolevale magistritööle püstitati kolm eesmärki:

1. Modifitseerida gümnaasiumi valikkursuse “Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond” õppemoodulit “Paberitööstus- kas see on probleem ka Eestis?” kasutamiseks nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis tavatunnis.
2. Mooduli modifitseerimiseks selgitada välja õpilaste eelteadmised paberist ning
3. Rakendada modifitseeritud moodulit põhikoolis ja gümnaasiumis.

Lähtuvalt püstitatud eesmärkidest sõnastati neli uurimisküsimust:

1. Millised on õpilaste eelteadmised paberist ja paberitööstusega seonduvast valdkonnast?
2. Milliste teemavaldkondade kohta soovivad õpilased rohkem teada seoses paberitööstusega?
3. Milliseid õpimeetodeid eelistavad õpilased mooduli käigus õppimisel?
4. Kuidas mõjutavad mooduli käigus läbiviidud õpitegevused õpilaste teadmisi paberist ja paberitööstusest?

# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.1. Loodusainete õpetamine koolis

Loodusainete õppimise käigus kujuneb õpilastel loodusteaduslik kirjaoskus, mida on defineeritud mitmeti lähtuvalt autori tõekspidamistest (Bybee, 1997; Laugksch, 2000). Loodusteadusliku kirjaoskusega on seostatud mitmeid teadmisi ja oskusi, mida loodusainete tundides peaks arendatama: näiteks oskust anda loodusteadusliku sisuga selgitust; oskust lahendada igapäevaelus ettetulevaid probleeme, kasutades loodusainete tundides omandatud teadmisi ja oskusi; oskust võtta vastu põhjendatud otsuseid; kasutada interdistsiplinaarseid teadmisi ja olla teadlik võimalikest karjäärivalikutest seoses loodusteadusliku kirjaoskusega (OECD, 2007; Holbrook & Rannikmäe, 2007; Murcia, 2009; Fenistein, 2010).

Eesti üldhariduskooli loodusteadusliku hariduse kontekstis kasutatakse õppekava dokumentides terminit *loodusteaduslik pädevus*, mis väljendub „loodusteadusliku- ja tehnoloogiaalases kirjaoskuses” (Rannikmäe, 2010). Loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane kirjaoskus on defineeritud nii põhikooli kui ka gümnaasiumi õppekavas (Põhikooli RÕK, 2011; Gümnaasiumi RÕK, 2011). Põhikooli tasemel hõlmab *loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane kirjaoskus oskust vaadelda, mõista ning selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas (edaspidi keskkond) eksisteerivaid objekte ja protsesse, analüüsida keskkonda kui terviksüsteemi, märgata selles esinevaid probleeme ning kasutada neid, lahendades loodusteaduslikku meetodit, võtta vastu igapäevaelulisi keskkonnaalaseid pädevaid otsuseid ja prognoosida nende mõju, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka sotsiaalseid aspekte, tunda huvi loodusteaduste kui maailmakäsitluse aluse ja areneva kultuurinähtuse vastu, väärtustada looduslikku mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi* (Põhikooli RÕK, 2011). Põhikooli tasemel tehti muudatus loodusainete valdkonda aastal 2014 ning *loodusainete õpetamise eesmärk põhikoolis on kujundada õpilastes eakohane loodusteaduslik pädevus, st suutlikkus väärtustada looduslikku mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi; oskus vaadelda, mõista ning selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalkeskkonnas eksisteerivaid objekte, nähtusi ning protsesse, märgata ja määratleda elukeskkonnas esinevaid probleeme, neid loovalt lahendada, kasutades loodusteaduslikku meetodit; väärtustada looduslikku mitmekesisust ning vastutustundlikku ja säästvat eluviisi; hinnata looduses viibimist.*

Gümnaasiumi tasemel hõlmab *loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane kirjaoskus oskust vaadelda, mõista ja selgitada loodus-, tehis- ja sotsiaalses keskkonnas (edaspidi keskkond)*

*toimuvaid nähtusi; analüüsida keskkonda kui terviküsteemi, märgata selles esinevaid probleeme, teha põhjendatud otsuseid neid lahendades, järgides loodusteaduslikku meetodit ning kasutades teadmisi bioloogilistest, füüsikalis-keemilistest ja tehnoloogilistest süsteemidest; väärtustada loodusteadusi kui kultuuri osa, jätkusuutlikku ja vastutustundlikku eluviisi ning loodusressursside säästvat kasutamist (Gümnaasiumi RÕK, 2011).*

Kokkuvõttes võib öelda, et vastavalt Eesti õppekavadele oskab loodusteadlikult kirjaoskaja õpilane muuhulgas seostada koolis õpitud igapäevaelus ettetulevate situatsioonidega, lahendamaks loodusteadusliku sisuga probleeme, milles tuleb demonstreerida ka interdistsiplinaarseid teadmisi. See on kooskõlas loodusteadusliku kirjaoskuse määrangutega (Holbrook & Rannikmäe, 2007; Feinstein, 2010). Olulisel kohal on loodusvaldkonna õppekavades märgitud ka õpilaste karjääriteadlikkuse tõstmine võimalikest elukutsetest (Põhikooli RÕK, 2011; Gümnaasiumi RÕK, 2011). See suurendab õpilaste teadlikkust loodusteadusliku sisuga karjäärist (Bybee & Fuchs, 2006), kuid samas ei saa eeldada, et kõik õpilased valivad loodusteadustega seotud karjääri (Osborne & Dillon, 2010).

Loodusteaduslik kirjaoskus on vajalik igale õpilasele ümbritseva maailma mõistmiseks ning sotsiaal-teaduslike otsuste vastuvõtmiseks, et tagada jätkusuutlik tulevik (Murcia, 2009). Tytleri ja Symingtoni (2006) kohaselt peab loodusainete õpetamine ja õppimine peegeldama teaduse toimimist ühiskonnas ja keskendumas teaduse majanduslikele, poliitilistele ja sotsiaalsetele aspektidele. Loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamisele tähelepanu pööramine on oluline ka seetõttu, et loodusainete õpetamise ainus eesmärk koolis ei ole koolitada tulevasi teadlasi, vaid teadlikke kodanikke, kes on võimelised osalema aruteludel, võtma vastu sotsiaal-teaduslike otsuseid, neid põhjendama ning muutma oma elustiili või karjäärivalikuid kiiresti muutuvast teadmistepõhises maailmas (Murcia, 2009).

Loodusteaduslikku kirjaoskust mõõdetakse tasemetega ning mingil tasemel on kõigil õpilastel loodusteaduslik kirjaoskus olemas (Bybee, 1997). Bybee (1997) järgi sõltub õpilase individuaalne loodusteadusliku kirjaoskuse tase vanusest, kontekstist, probleemist ja selle temaatikast. Seega saavutavad kõik õpilased alati mingi loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse taseme, kuid nad ei omanda kõiki teadmisi ja oskusi korraga (Rannikmäe, 2010).

Loodusteadusliku kirjaoskuse tasemed jaotatakse Bybee (1997) järgi:

- loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskamatus:

puudub kognitiivne kompetentsus mõista loodusteaduslikku probleemi;

- nominaalne loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus:

saadakse aru loodusteaduslikust mõistest, küsimusest või teemast, kuid esinevad väärarusaamad, seletused on naiivsed;

- funktsionaalne loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus:

kasutatakse loodusteaduslikku sõnavara, kuid kontekstiväliselt;

- kontseptuaalne ja protseduuriline loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus:

nähakse, kuidas distsipliini osad seostuvad tervikuga, arusaamad tekivad praktilistel laboritöödel;

- multidimensionaalne loodusteaduste- ja tehnoloogiaalane kirjaoskus:

interdistsiplinaarne lähenemine, seostatakse loodusteaduslikke, filosoofilisi, ajaloolisi ja sotsiaalseid aspekte.

Eespool esitatud tasemed on hierarhilised kvaliteedi, mitte õpilaste vanuse või õpiaja järgi ning areng toimub astmeliselt, alates loodusteadusliku mõiste tundmaõppimisega, jätkudes arusaamade laienemisega ning jõudes lõpuks sotsiaalse interaktsioonini (Bybee, 1997).

Uuringu kohaselt on loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamisel olulise tähtsusega sotsiaalne aspekt õppekavas ning õpetatava olulisus ja tähtsus õpilase jaoks (Murcia, 2009). Ka Eestis tähtsustatakse loodusvaldkonna ainekavade õpitulemustes õpitava rakendatavust igapäevaelus (Põhikooli RÕK, 2011; Gümnaasiumi RÕK; 2011) ja seetõttu pööratakse enam tähelepanu õpetatava kontekstuaalsusele ja tänapäevasusele (Rannikmäe, 2010). Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamisel vastavalt Eesti õppekavale on rõhk seega tähendusrikkal õppimisel, kus tähtsat rolli etendab õpilaste õpimotivatsioon (Rannikmäe, 2010). Uuringute kohaselt motiveerib probleemide lahendamisele ja otsuste tegemisele suunatud õpetamine õpilasi vaid siis, kui tegemist on neile oluliste ja tähtsate probleemidega (Sjøberg, 2002; Teppo & Rannikmäe, 2008). Sellest tulenevalt võib loodusainete õppekavade koostamisel viimase paarikümne aasta jooksul kogu maailmas märgata trendi loodusainete tundidesse igapäevaeluliste situatsioonide toomist, et seeläbi muuta loodusainete õpetamine kontekstipõhiseks (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007).

## **1.2. Kontekstipõhine õpetamine**

Loodusteaduslik kirjaoskus on pigem teaduse kohandamine konkreesse sotsiaalteaduslikku situatsiooni kui mõistmine „kuidas asjad töötavad“ (Holbrook & Rannikmäe, 1997; Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008). Seega traditsiooniline meetod “kuula loengut ja õpi” tuleb asendada õppimisega, mis keskendub interdistsiplinaarsetele teadmistele ja

probleemide lahendamisele (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008). Interdistsiplinaarsete teadmiste ja oskuste kujunemine konkreetsetes situatsioonides (kontekstis) ja teadmiste rakendatavus igapäevaelulistes situatsioonides on iseloomulik kontekstipõhisele õppimisele (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007), mis vastandub faktipõhisele õppele, kus faktide omandamine eelneb rakenduslike ülesannete lahendamisele. Loodusteaduslik kirjaoskus antud kontekstis on teadmised, arusaamad ja oskused, mida õpilased arendavad, et mõelda ja tegutseda adekvaatselt loodusteaduslike probleemide lahendamisel, mis puudutavad nende ja teiste inimeste elu kohalikul, rahvusvahelisel ja globaalsel tasandil (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Kontekstipõhise õppe puhul tuleb seega lähtuda õpitava sisu populaarsusest, tähtsusest ja olulisusest õpilase jaoks (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008). Õpilaste jaoks on loodusteadusliku sisuga probleemide lahendamine tähtsam ja olulisem siis (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007), kui need:

- seostuvad hetkel õpilaste igapäevaeluga või huvidega;
- seostuvad probleemidega, millega nad võivad igapäevaselt kokku puutuda;
- seostuvad tehnoloogiliste protsesside ja arengutega;
- seostuvad võimalike tulevaste elukutsetega.

Sadleri (2004) kohaselt võimaldab selline kontekstipõhine sotsiaal-teaduslike probleemide lahendamine siduda loodusteadusi igapäevaeluga ning aitab õpilastel mõista loodusteaduste olulisust oma igapäevaelus. Suurendamiseks integratsiooni loodusteaduse ja igapäevaelu vahel, soovitab ta uute teadmiste omandamisel kasutada ka kohalikul sotsiaalsel tasandil olulisi probleeme.

Kontekstipõhine õpe aitab parandada õpilaste suhtumist loodusainetesse ja avaldab positiivset mõju ka õpitulemustele (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007; Yager & Weld, 1999). Uuringud (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007) näitavad, et kontekstipõhine lähenemine suurendab nii poiste kui ka tüdrukute huvi loodusainete vastu. Kontekstipõhisel õppimisel saadud teadmised on võrreldavad ja kohati isegi paremad kui faktipõhisel õppel omandatu ning vähendavad oluliselt väärarusaamu (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Märgatavalt paranevad ka vähem võimekate õpilaste kontseptuaalne kirjaoskus ja suhtumine loodusainetesse (Yager & Weld, 1999).

Kontekstipõhise õppe ühe vormina võib kasutada ka kontekstipõhist mitteformaalset õppimist, kus õppimine toimub tavaliselt väljaspool klassiruumi, näiteks muuseumis, teaduskeskuses, laboris, tööstusettevõttes või õppekäiguna looduses (Teppo & Rannikmäe, 2010). Sellised õppekäigud võimaldavad õpilastel tegutseda väljaspool tavapärast klassiruumi



erinevates olukordades, luues täiesti uue kontseptsiooniga teadmisi (Business-Higher Education Forum, 2008). Muuseumid, teaduskeskused, laborid, tööstusettevõtted ja teised institutsioonid omavad olulist rolli õpilaste loodusteadusliku kirjaoskuse kujundamisel (Falk & Dierking, 2010) ning annavad õpilastele ettekujutuse loodusteaduste ja tehnoloogiaga seotud karjäärast, populariseerivad teadlase elukutset (Teppo & Rannikmäe, 2010) ja aitavad parandada õpilaste suhtumist loodusainetesse (Rennie & Williams, 2002).

Väljapool klassiruumi toimuvate tegevuste käigus toimub õpilaste, õpetaja ja/või juhendaja vahel aktiivne sotsiaalne interaktsioon (Good & Brophy, 1995). Sotsiaalne interaktsioon (Good & Brophy, 1995) mõjutab õppimist positiivselt, sest lisaks õpilaste enda tajule lisanduvad kaasõpilaste omad ja see aitab kaasa situatsiooni laiemale mõistmisele (nt märgatakse mõnda detaili, mida ise enne ei nähtud) või analüüsitakse omavahel kogetut ja seeläbi kujunevad sügavamad arusaamad. Samuti arenevad ka sotsiaalsed oskused (nt suhtlemisoskus) ning isiksuseomadused (nt eneseväljendusoskus). Sotsiaalse interaktsiooni tähtsusele loodusainete õppimisel viitavad Pedretti (2004) uuringud, mis näitavad, et mitteformaalne õppimine (nt teadusnäituse külastamine) peab õpilastes tekitama soovi suhelda ja olema meelikõitev, et populariseerida seeläbi teadust (Pedretti, 2004).

Kontekstipõhise õppe teiseks näiteks on moodulipõhine õpe (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008), milles reaalelulise probleemi lahendamisel konkreetsetes stsenaariumis konstrueerib õpilane ise uued teadmised, toetudes varasematele teadmistele ja kogemustele. Kuna reaalelulistel situatsioonides esinevad probleemid on kompleksed ja interdistsiplinaarsed, siis nõuavad need keerulisemat lähenemist kui lihtsalt faktide omandamine (Holbrook & Rannikmäe, 1997; Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008). Moodulipõhine õpe võib tugineda kolmeastmelisele mudelile (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008):

- etapp 1: sotsiaalteadusliku sisuga probleemi tutvustamine.

Õpilastele tutvustatakse igapäevaelust võetud olulist sotsiaalteadusliku sisuga probleemi. Probleem sisaldab sotsiaalset aspekti ja esitatakse sobiva stsenaariumi abil diskussiooni tekitamiseks. Stsenaariumi eesmärk on tekitada õpilastes huvi uue õpitava teema vastu ning tekitada õpilasel arusaamine, et ta ei oska veel probleemile lahendust pakkuda ning vaja oleks omandada uusi teadmisi ja/või oskusi;

- etapp 2: uute teadmiste ja oskuste omandamine uurimusliku suunaga tegevuse kaudu.

Teine etapp hõlmab suurema osa kolmeastmelise mudeli mahust ja on oma olemuselt uurimusliku suunaga. Probleemide lahendamiseks vajalike oskuste ja teadmiste hulk sõltub 1. etapis esitatud sotsiaalprobleemist. Lisaks uute teadmiste omandamisele peaksid 2. etapis

arenema ka õpilaste sotsiaalsed oskused (nt meeskonnatöö- ja suhtlemisoskus), isiksuseomadused (nt püsivus, algatusvõime, leidlikkus);

- etapp 3: sotsiaal-teadusliku otsuse tegemine koos otsuse põhjendamisega.

Tuginedes oma eelteadmistele ning 2. etapis omandatud uutele teadmistele ja oskustele, tehakse 1. etapis esitatud probleemi kohta sotsiaalteadusliku sisuga otsus. Õpilases arenevad argumenteerimis- ja juhtimisoskus ning oskus põhjendada oma valikuid lähtuvalt teaduslikest, sotsiaalsetest, eetilistest, poliitilistest aspektidest.

Kokkuvõttes võib öelda, et kontekstipõhine õpe pakub õpilastele võimalust seostada õpitavat igapäevaeluga ning üheks võimaluseks ainetundi sotsiaalseid kontekste tuua, on kasutada moodulipõhist õpet.

### **1.3. Moodul „Paberitööstus - kas see on probleem ka Eestis?“**

Järgnevalt tutvustatakse käesolevas magistritöös kasutatud moodulit „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“. Moodul „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ (Soobard & Vaino, 2013) tugineb kolmeastmelisele mudelile (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008) ja on loodud Tartu Ülikooli Loodusteadusliku hariduse keskuse poolt koostatud valikkursuse „Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond“ jaoks. Antud mooduli eesmärgiks on:

- arendada õpilastes teadmisi paberi kui materjali omadustest, selle valmistamise tehnoloogiast ning paberi kui toote olelustersüklist;
- arendada õpilastes oskust püstitada hüpoteese, viia läbi katseid ning teha katsete põhjal loogilisi järeldusi;
- põhinedes kogutud infole puidu kasutamise, paberi tootmise, tarbimise ning taaskasutuse kohta, arendada õpilastes oskust teha kaalutletud otsuseid paberitööstuse elujõulisuse kohta Eesti kontekstis.

Mooduli 1. etapis esitatakse sotsiaalsel tasandil tähtis ja oluline probleem: *majandusminister peab tegema poliitilise otsuse, kas toetada riiklike investeeringute suurendamist Eesti paberitööstusesse või mitte* (Soobard & Vaino, 2013).

Mooduli esimese etapi eesmärk on suunata õpilaste tähelepanu uuritavale situatsioonile. Tähelepanu (Aru & Bachmann, 2009) on ühtaegu nii tunnetusprotsessi kui ka tegevuse regulatsioonimehhanism ja õpilase tähelepanu võib olla suunatud nii väliskeskkonda kui ka subjektiivsesse mõtete/kujutluste sfääri. Tähelepanu seisundis on õpilase psüühiline tegevus

keskendunud objektile, millel on tema jaoks püsiv või hetkeolukorrast lähtuv tähtsus (Aru & Bachmann, 2009). Tähelepanu abil integreerib õpilane eri infoallikate teabe mõtestatud tervikuks ja koordineerib tegevust selliselt, et igal hetkel tajutakse, kujutletakse ning analüüsitakse sel ajal vajalikku või tähtsaimat ning siis suundutakse järgmise õige toimingu või töötlusprotsessi juurde (Aru & Bachmann, 2009). Õpilasele olulise ja huvipakkuva konteksti esitamisel võib õpilasel tekkida arusaamine, et ta ei tea vastust ning probleemi lahendamine hakkab talle tunduma vältimatu (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008).

Kolmeastmelise mudeli 2. etapis tuleb õpilastel omandada moodulis „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ (autorid Regina Soobard ja Katrin Vaino) uued teadmised uurimusliku lähenemisviisi kaudu *praktilise tööna paberi omadusi uurides (sh paberi pH määramine, paberi aluselise reservi määramine, ligniini määramine, tärklise määramine) ning vanapaberist uue paberi valmistamise*. Uurimusliku tegevuse kaudu konstrueerivad õpilased uued teadmised ja mõtteskeemid olemasolevatesse ja isikupärastesse teadmistesse (Tarwel, 1999). Mooduli „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ (Soobard & Vaino, 2013) probleemsituatsiooni lahendamine eeldab õpilastelt eelteadmisi põhikooli geograafiast ja keemiast ning selle käigus omandatakse uued teadmised geograafias (puit kui väärtuslik ressurss, paberi- ja tselluloositööstus Eestis) ja keemias (tselluloos, tärklis, ligniin ning nende struktuur ja omadused, paberi tootmine, paberi koostis, paberi tootmisega kaasnevad keskkonnaprobleemid).

Õppimisprotsessis toimuvad aktiivsed psüühilised protsessid info tajumisest kuni praktiliste rakendusteni sõltuvad seega õpilase varasemast kogemusest, mis on nende mälus (Krull, 2000). Kaasaaegsed konstruktivistlikud teooriad rõhutavad meeldejäeva info töötlemist juba olemasolevate kognitiivsete struktuuride valguses ning meeldejääv info on tegelikult selle töötamise produkt, mis võib algsest tajust oluliselt erineda (Krull, 2000). Konstruktivistlike mälumudelite kohaselt oleneb õpitava meelespidamine sellest, mil määral suudavad õpilased aktiveerida olemasolevaid kognitiivseid struktuure või kui võrd suudavad nad luua uusi struktuure õpitava hõlmamiseks ja sellele hilisema ligipääsu tagamiseks (Krull, 2000).

Kolmeastmelise mudeli 3. etapis teevad õpilased moodulis „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ sotsiaal-teadusliku otsuse ja esitavad oma tulemuse plakatil: *Iga ekspertriühm koostab plakati uuritud teemal ja nendest moodustub paberi olelusring ning iga rühm tutvustab oma teemat teistele klassikaaslastele. Ettekannete järel peab iga õpilane võtma seisukoha stsenaariumis püstitatud probleemi suhtes ning õpilastel tuleb oma arvamust põhjendada*.

## 2. Materjal ja metodika

Lähtuvalt käesolevale magistritööle püstitatud eesmärkidest valiti uurimistöö läbiviimiseks sobiv metoodika ning koostati eesmärgipärane valim 7. ja 11. klassi õpilastest. Järgevalt on tutvustatud uuringu ülesehitust, valimi moodustamist, uuringuinstrumente ning antud ülevaade andmeanalüüsist.

### 2.1. Uuringu ülesehitus

Magistritöös püstitatud uurimisküsimustele vastuste leidmiseks viidi läbi uuring põhikooli ja gümnaasiumi õpilaste hulgas ning koostati vajalikud uuringuinstrumentid. Instrumentide valideerimiseks kasutati ekspertgruppi, mis koosnes geograafia-, bioloogia- ja keemiaõpetajatest (kokku 5 õpetajat). Ekspertgrupi arvamust kasutati uuringuinstrumenti edasiarendamisel. Uuring viidi läbi 2013.-2014. aastal. Kokkuvõtlikult on uuringu disain toodud joonisel 1.



**Joonis 1.** Uuringu ülesehitus

### 2.2. Valim

Lähtuvalt magistritöö uurimisküsimustest moodustati eesmärgistatud valim (Cohen et.al., 2007) Pärnu Koidula gümnaasiumi 7. klassi ja 11. klassi õpilastest (Tabel 1). Uuringus osales 40 õpilast.

**Tabel 1.** Uuringu valim

Klass	Õpilaste arv
7. klass	21
11. klass	19

### 2.3. RÕK analüüs

Selgitamaks välja õpilaste eelteadmisi paberist analüüsiti käesolevas magistritöös põhikooli ja gümnaasiumi riiklikus õppekavas (Põhikooli ja gümnaasiumi RÕK, 2002; Gümnaasiumi RÕK 2011) toodud loodusõpetuse ja geograafia ainekava alates teisest kooliastmest. Analüüsi tulemusena toodi välja, milline on paberi õppesisu ja oodatavad õpitulemused ainekavades alates teisest kooliastmest otsides märksõnu *paber ja paberitööstus*.

### 2.4. Uuringu instrumentid

Uuringu instrumentidena kasutati küsimustikku, probleemülesannet ja modifitseeritud mooduli käigus kasutatud töölehti.

#### **Küsimustik**

Küsimustikule (Lisa 1) vastasid mõlema klassi õpilased ja küsimustiku eesmärk oli välja selgitada õpilaste eelteadmised paberitööstusest, valdkond, mille kohta nad sooviksid kõige rohkem teada saada seoses paberitööstusega ja nende ootused kasutatavate õpimeetodite osas. Õpilaste eelteadmisi paberitööstuse mooduli ainealase sisu kohta kontrolliti avatud küsimusega (Cohen et.al., 2007), kus õpilastel tuli vähemalt kuue lausega kirjeldada oma teadmisi paberitööstusest. Küsimustiku teise küsimuse kaudu selgitati välja teemavaldkond, mille kohta õpilased sooviksid rohkem teada saada (uusi teadmisi omandada) ja kolmanda küsimusega selgitati välja eelistatud õpimeetod. Mõlemad küsimused olid valikvastuselised (Cohen et.al., 2007), millele võis soovi korral lisada ühe vastusevariandi juurde. Õpilasi köitva teemavaldkonna küsimuste valikvastuste koostamisel lähtuti moodulis „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis“ esitatud õpitulemustest ja mooduliga seotud geograafia ainesisust, sest see tagas mooduli kasutamise võimalikkuse ning õpilaste poolt pakutud teemavaldkonnad ei kaugenenud liigselt algsest moodulist. Sarnaselt toimiti ka mooduli omandamiseks sobiva õpimeetodi väljaselgitamisel, lähtudes valikvastuste koostamisel moodulis „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ toodud rühma- ja praktilistest töödest (katsed paberi omaduste kohta, väitlus, taaskasutus, paberi ise valmistamine) ja lisati lähtuvalt mooduli õpitulemustest paberitööstuse külastus ja molekulimudelite valmistamine, et säiliks mooduli kasutamise võimalus.

## Probleemülesanne

Probleemülesande (Lisa 1) lahendasid mõlema klassi õpilased ning tulenevalt sellest, et tegemist oli paberitööstuse mooduliga, siis oli ülesandes palutud märkida plaanile kõige parem asukoht paberivabriku jaoks ning ühtlasi koostada ka leppemärkidega legend. Ka selle ülesande eesmärk oli välja selgitada eelteadmised, ent lisaks oli antud ülesanne elulisema kontekstiga ning seostus paberitööstuse paigutamise reaalse ülesandega.

## Mooduli modifitseerimine

Mooduli modifitseerimisel võeti arvesse nii originaalmoodulis toodud mooduli etappe, õpilastelt saadud tagasisidet nii eelteadmiste kui ka õpimeetodite osas ning geograafia ainetunnis õpitavat sisu ning ajalist tegurit. Lisaks oli vaja arvestada sellega, et antud moodul on koostatud kasutamiseks gümnaasiumi valikkursuses, kuid käesolevas uuringus sooviti seda rakendada ka põhikoolis, seega oli vaja üle vaadata ka mooduli sisulised tegevused ning teha vajalikud lihtsustused. Tabelis 2 on toodud ülevaade originaalmooduli kolmest etapist.

**Tabel 2.** Mooduli „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ ülesehitus

Etapp	Õppeprotsess
Etapp 1 Probleemi tutvustus	Probleem sisaldab sotsiaalset aspekti ja esitatakse sobiva stsenaariumi abil diskussiooni tekitamiseks: slaidiesitus probleemist majandusministrina
Etapp 2 Uute teadmiste ja oskuste omandamine uurimusliku tegevuse abil	Uute teadmiste ja oskuste omandamine uurimusliku lähenemisviisi kaudu: rollimäng, rühmatöö, katsed paberi omaduste uurimiseks, taaskasutus, paberi valmistamine
Etapp 3 Sotsiaal-teadusliku otsuse tegemine	Omandatud teadmiste abil lahendatakse etapis 1 esitatud probleem ning diskussioonide ja argumentatsioonide kaudu jõutakse sotsiaal-teadusliku otsuseni: väitlus

Võttes arvesse eespool loetletud tegureid, siis otsustati mõlema klassi jaoks moodulit modifitseerida erinevalt. Arvestades küsimustikust, probleemülesandest ja ainekavast saadud tulemusi ning ajalisi piiranguid, otsustati põhikooli puhul kohandada moodulit tavatunniks nii, et tunnis järgiti mooduli 2. etapis toodud uurimusliku suunaga tegevusi, ent mitte täies mahus. Põhjus on selles, et 7. klassi õpilaste jaoks ei olnud kõik tegevused jõukohased. Moodulis toodud 3. etapi eesmärke rakendati 7. klassi puhul nii, et õpilased koostasid rühmatööna plakati, arvestades uurimuslikus etapis omandatud teadmisi. Põhikoolis kulus õppetegevuseks 3 geograafia ainetundi, millest 1 oli koos keemiatunniga ja seega kasutati ka interdistsiplinaarset õpet. Kokkuvõttes võib öelda, et 7. klassi puhul tulenevalt erinevatest

teguritest võeti moodul küll aluseks, ent tegelikkuses kohandati mooduli tegevused ea- ja jõukohaseks.

Gümnaasiumi puhul modifitseeriti moodulit, lähtudes samuti samadest teguritest, mis põhikooli puhul, ent arvestati seejuures gümnaasiumiõpilaste vastuseid. Õppetegevusi kohandati selliselt, et 2. etapi moodustas mitteformaalne õppimine ehk õppekäik Kehra paberivabrikusse eesmärgiga omandada uusi teadmisi paberitööstuse kohta. Õppetegevuse järgmises etapis oli õpilastel vaja lahendada kokkuvõttev ülesanne, mille lahendamiseks pöördusid nad tagasi esialgse probleemülesande juurde ning seejuures rakendasid nüüd ka õppekäigult omandatud uusi teadmisi. Gümnaasiumis kulus õppetegevuseks kokku 4 ainetundi, millest 2 oli õppekäik paberitööstusesse. Ka gümnaasiumi puhul võib öelda, et moodulis toodud ainesisu ja tegevused olid aluseks mooduli kohandamisel, ent mooduli kõiki etappe tavatunnis ei järgitud. Põhjus on selles, et kuna valikkursuses eelneb moodulitele ka valikkursuse tutvustus ning etappide pikem ja põhjalikum selgitus, siis antud juhul see tavatunni õppega ei haakunud. Samas ei ole välistatud, et seda ei võiks teha. Kokkuvõttev ülevaade mooduli kohandamisest mõlema klassi jaoks on toodud tabelis 3.

**Tabel 3.** Kohandatud mooduli „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ ülesehitus

<b>Etapp</b>	<b>Õppeprotsess gümnaasiumis</b>	<b>Õppeprotsess põhikoolis</b>
Etapp 1 Probleemi tutvustus	Probleem sisaldab sotsiaalset aspekti ja esitatakse probleemülesandena	Probleem sisaldab sotsiaalset aspekti ja esitatakse probleemülesandena
Etapp 2 Uute teadmiste ja oskuste omandamine uurimusliku tegevuse abil	Õppekäik Kehra paberivabrikusse	Praktiline töö: paberi ligniini sisalduse määramine
Etapp 3 Sotsiaal-teadusliku otsuse tegemine	Kokkuvõttev ülesanne: esialgse probleemülesande uuesti lahendamine, arvestades uusi, omandatud teadmisi õppekäigu kaudu	Kokkuvõttev ülesanne: palakti koostamine, arvestades praktilise töö käigus omandatud teadmisi

### **Praktiline töö ja töölehed põhikoolis**

Praktilise töö eesmärgiks oli kujundada õpilastes arusaamist paberi omadustest, paberi valmistamise tehnoloogiast ning arendada õpilastes oskust püstitada hüpoteese, viia läbi katseid ning teha katsete põhjal loogilisi järeldusi. 7. klassi õpilased määrasid praktilise töö käigus ligniini sisaldust paberis, tutvudes seeläbi ühe paberi tootmisprotsessi etapiga. Õpilased töötasid paarikaupa rühmades ja määrasid ligniini sisaldust kollaseks tõmbunud

kirjapaberis ja valges koopiapaberis. Uurimusliku tegevuse käigus valmistasid õpilased preparaadi ja kasutasid mikroskoopi ligniini sisalduse määramiseks. Praktilise töö käigus saadud tulemused kanti töölehele (Lisa 2). Töölehe täitmise järgmiselt koostati plakat, millel kasutati praktilise töö käigus omandatud teadmisi. Kokku kulus nendeks tegevusteks kaks ainetundi.

### **Õppekäik gümnaasiumis**

Õppekäigu eesmärk oli kujundada 11. klassi õpilastes arusaamist paberi valmistamise tehnoloogiast ning olelustsüklit ja arendada õpilaste oskust teha kaalutletud otsuseid paberitööstuse elujõulisuse kohta Eestis. Õppekäik kestis 2 ainetundi ning selles osales 19 õpilast ja 2 õpetajat. Õppekäiku viis läbi Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-i tehnoloog, kes andis õpilastele ülevaate paberivabriku ajaloost, paberi valmistamise tehnoloogiast ning paberi tootmisega seonduvatest keskkonnaprobleemidest. Õpilastel oli ülesanne täiendada teadmisi paberi ja paberitööstuse kohta ning lahendada probleemülesanne (Lisa 3). Õppekäigul esitati giidile rohkelt küsimusi ja tehti märkmeid.

## **2.5. Andmeanalüüs**

Küsimustike, probleemülesannete ja töölehtede andmed kanti MS Excel 2007 tabelisse. Küsimustike vabavastuseliste küsimuste vastuste paberi ja paberitööstuse kohta ning probleemülesannete vastuste põhjal moodustati vastuste kategooriad (Lisa 4; Lisa 5).

Õpilaste teadmiste muutust paberist probleemülesandes hinnati, kasutades SPSS 17 (Statistical Package of Social Studies) Wilcoxon signed-ranks testi. Antud test võimaldab mõõta sama grupi tulemusi enne ja pärast mingi mõjuri rakendamist (Cohen et. al 2007). Mann Whitney U-testiga hinnati põhikooli ja gümnaasiumiõpilaste vastuste vahelisi erinevusi õpitegevuste ja õpitavate teemavaldkondade osas (Cohen et. al 2007).



### 3. Tulemused ja arutelu

#### 3.1. RÕK analüüs

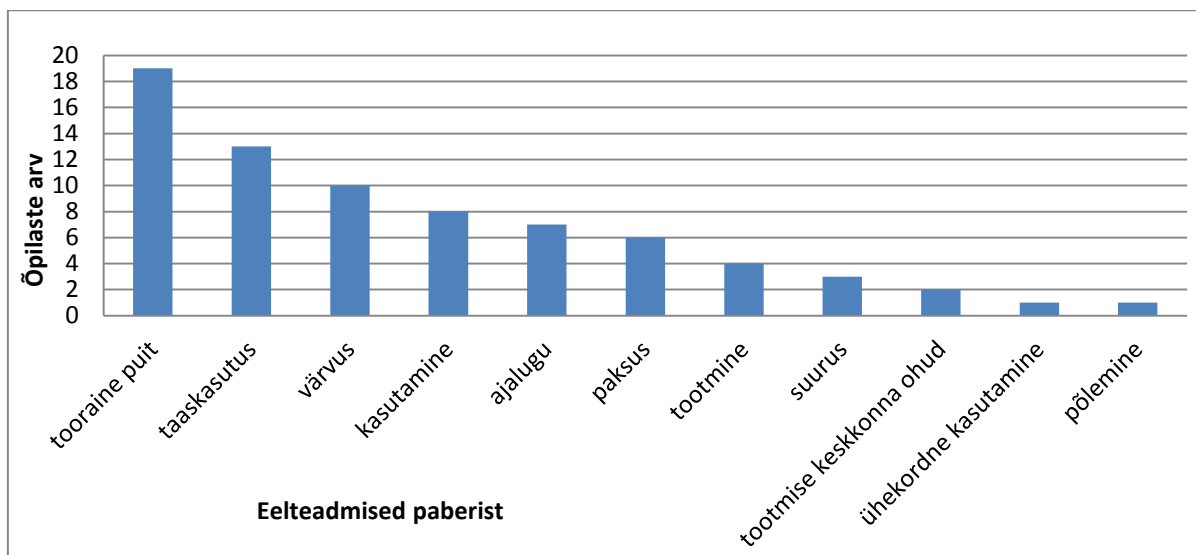
Õpilaste eelteadmiste selgitamiseks, et mõista moodulipõhisel õppel uute teadmiste kombineerumist olemasolevate teadmistega (Tarwel, 1999), uuriti põhikooli ja gümnaasiumi riiklikus õppekavas (Põhikooli ja gümnaasiumi RÕK, 2002; Gümnaasiumi RÕK, 2011) loodusõpetuse ja geograafia ainekavades paberi teema käsitlemist. Selgus, et nii loodusõpetuse (4-7. kl) kui ka geograafia ainekavas (7-12. kl) ei ole toodud märksõna *paberi ega paberitööstus*, kuid räägitakse metsa kasutusest. Samuti ei ole toodud oodatavaid paberi ja paberitööstusega seotud õpitulemusi. Loodusõpetuse puhul (4-7.kl) on toodud õppesisus teema *metsade tähtsus ja kasutamine* ja õpitulemustes *teab tähtsamaid loodusvarasid ja nende kasutamise võimalusi*. Põhikooli geograafia õpitulemustes ei ole samuti välja toodud otseselt paberi või paberitööstusega seotud õpitulemust, on vaid väga üldiselt nimetatud *oskab seletada looduse ja inimtegevuse vastasmõju ning nimetada peamisi keskkonnaprobleeme erinevates loodusvööndites* ning õpisisus on teemad *metsamajandus ja metsatööstus; metsade kasutamine; metsavarad ja nende hindamine ning metsatööstuseharud*.

Gümnaasiumi geograafia ainekavas on eraldi teema *maailma metsad*, mis käsitleb *metsade hävimist ja selle põhjuseid, erinevate metsatüüpide majandamist ja metsade säästlikku majandamist ja kaitset* ning õpitulemustes on välja toodud *oskus selgitada metsamajanduse ja puidutööstusega seotud keskkonnaprobleeme; analüüsida vihmametsade majanduslikku tähtsust, nende majandamist ja keskkonnaprobleeme; analüüsida parasvöötme okasmetsa kui ökosüsteemi ning iseloomustada metsamajandust ja keskkonnaprobleeme okasmetsavööndis*.

Kokkuvõtteks võib öelda, et RÕK-is toodud õpisisu ja õpitulemuste kohaselt on õpilastel teadmised puidust kui olulisest resurssist paberi toorainena ning puidutööstusega kaasnevatest keskkonnaprobleemidest.

#### 3.2. Õpilaste eelteadmised, eelistused õpitava teema ja õpitegevuste kohta

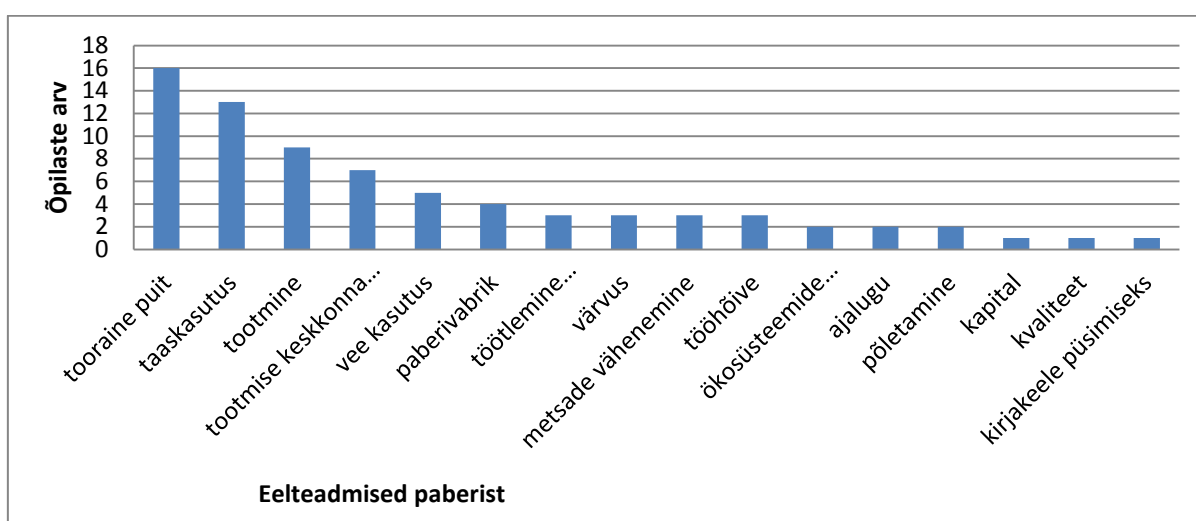
Õpilaste eelteadmisi paberist selgitasid küsimustiku esimene avatud küsimus ning probleemülesanne. Andmetöötluse käigus õpilaste eelteadmised kategoriseeriti (Lisa 4). Õpilaste vastuste põhjal moodustati üksteist kategooriat põhikoolis ja kuusteist kategooriat gümnaasiumis lähtuvalt sellest, milliseid tunnuseid nad paberitööstuse kirjeldamisel kasutasid. Esimesena on toodud põhikooliõpilaste kategoriseeritud eelteadmised paberi kohta ja õpilaste vastuste jaotumine kategooriate vahel (Joonis 2).



**Joonis 2.** Õpilaste eelteadmised paberist põhikoolis

Jooniselt on näha, et põhikooliõpilased teavad, et paberit valmistatakse puidust (90% õpilastest) või vanapaberist (62% õpilastest). Õpilastel on teadmised ka paberi erinevast kvaliteedist (nt värvus, paksus ja suurus) ja kasutusest (nt joonistamine, kirjutamine ja printimine). 33% põhikoolis õppijatest on tuttav paberi ajaloo (nt paber pärineb Hiinast). Vähem kui 19% õpilastest on nimetanud paberitootmist ja tootmisega kaasnevat keskkonnoahte. Antud joonis näitab, et põhikooliõpilaste eelteadmised paberist kattuvad RÕK-is toodud õpisisu ja õpitulemustega puidust kui paberi toorainest ja tootmisega kaasnevatest keskkonnoahtudest.

Järgnevalt on toodud gümnaasiumiõpilaste vastuste analüüsi tulemusena saadud kategooriad ja õpilaste vastuste jaotumine kategooriate vahel (Joonis 3).



**Joonis 3.** Õpilaste eelteadmised paberist gümnaasiumis

Jooniselt on näha, et gümnaasistide teadmised on samuti seotud eelkõige paberi tootmisega puidust (84% vastanutest) ja vanapaberist (68% vastanutest). Erinevalt põhikooliõpilastest kirjeldasid gümnaasiumiõpilased 47% juhtudest ka paberitootmisprotsessi (nt puidutöötlemine paberiks) ja selle käigus paberi kemikaalidega töötlemist (nt paberi pleegitamine klooriga), mida märkis 16% õpilastest. Tootmise keskkonnaohete (nt reovesi, jääkained) mainis 37% õpilastest ja 26% õpilastest märkis ära veekasutuse paberitööstuses. Paberivabrikuid Eestis teavad 21% vastanutest. Sarnaselt põhikooliga mainiti ka paberi värvust, ajalugu ja põletamist (vastavalt 16%, 5% ja 10%). Õpilased teavad ka metsade vähenemisest, ökosüsteemide kahjustumisest, kapitalimahukusest ja tööhõivega seotust. Toodi välja ka paberi olulisus kirjakeele säilimisel. Gümnaasistide eelteadmised paberist, selle tootmisest ning tootmise keskkonnaohetudest kajastuvad ka RÕK-is toodud õpisisus ja õpitulemustes.

Küsimustiku teises küsimuste rühmas selgitati valikvastustega välja õpilaste eelistused õpitava ainevaldkonna ja mooduli omandamisel kasutatava õpimeetodi kohta. Järgmisena esitatakse õpilaste vastuste jaotumine vastusevariantide vahel põhikoolis ja gümnaasiumis eelistatava ainevaldkonna kohta (Tabel 4).

**Tabel 4.** 7.klassi (N<sub>7</sub>=21) ja 11.klassi (N<sub>11</sub>=19) õpilaste eelistused teemavaldkondade kohta, millest nad soovivad rohkem teada saada

Teema	7. klass		11. klass		Statistiline olulisus	
	Jah	Ei	Jah	Ei	U	p
Paberitööstuse ajalugu	6 (28,6%)	15 (71,4%)	4 (21,1%)	15 (78,9%)	184,5	>0,05
Paberi tootmine	10 (47,6%)	11 (52,4%)	9 (47,4%)	10 (52,6%)	199,0	>0,05
Paberi taaskasutus	4 (19,4%)	17 (81,0%)	3 (15,8%)	16 (84,2%)	193,0	>0,05
Paberi kvaliteet	2 (9,5%)	19 (90,5%)	0 (0%)	19 (100%)	180,5	>0,05
Paberi kasutamine	2 (9,5%)	19 (90,5%)	1 (5,3%)	18 (94,7%)	191,0	>0,05
Keskkonnaohud paberitööstuses	3 (14,3%)	18 (85,7%)	6 (31,6%)	13 (68,4%)	165,0	>0,05
Muud valdkonnad	12 (57,1%)	9 (42,9%)	10 (52,6%)	9 (47,4%)	190,5	>0,05

Tabelist selgub, et kahe klassi õpilaste eelistustes ei ole olulist vahet teemavaldkondade osas, mille kohta nad sooviksid rohkem teada saada seoses paberitööstusega. Pakutud teemadest soovivad mõlema klassi õpilased kõige enam teada saada paberi tootmise kohta (7. klassis

47,6% ja 11. klassis 47,4% uuringus osalenud õpilastest). Kõige vähem soovitakse teada saada mõlema klassi puhul paberi kvaliteedi ja paberi kasutamise kohta (mõlemas klassis alla 10% õpilastest). Selle küsimuse juures oli õpilastel võimalus pakkuda ka omapoolseid vastuseid ning mõlemal juhul tegid seda ligikaudu 57% õpilastest. 7. klassi puhul pakuti välja näiteks soovi tutvuda palkadega paberitööstuses, paberi tüüpidega või värvilise paberi tootmisega. 11. klassi õpilased tõid välja tööhõive paberitööstuses, paberitööstuse Eestis ja paberitööstusega seotud statistilised andmed. Kokkuvõttes võib öelda, et õpilaste eelistused paberitööstusega seotud temavaldkondadega tutvumiseks on sarnased, sõltumata klassist.

Järgmise küsimusega selgitati välja õpilaste eelistused õpimeetodi kohta moodulõppel (Tabel 5).

**Tabel 5.** 7. klassi (N<sub>7</sub>=21) ja 11.klassi (N<sub>11</sub>=19) õpilaste eelistused õpimeetodite osas

Teema	7. klass		11. klass		Statistiline olulisus	
	Jah	Ei	Jah	Ei	U	p
Katsed seoses paberi tootmisega	11 (52,4%)	10 (47,6%)	3 (15,8%)	16 (84,2%)	126,5	<0,05
Paberitööstuse külastus	5 (23,8%)	16 (76,2%)	13 (68,4%)	6 (31,6%)	110,5	<0,05
Väitlus paberitööstuse kohta	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)	19 (100%)	199,5	>0,05
Paberi taaskasutus	1 (4,8%)	20 (95,2%)	1 (5,3%)	18 (94,7%)	198,5	>0,05
Praktiline tegevus: paberi valmistamine	7 (33,3%)	14 (66,7%)	6 (31,6%)	13 (68,4%)	196,0	>0,05
Molekulmudelid	2 (9,5%)	19 (90,5%)	0 (0%)	19 (100%)	180,5	>0,05
Muud meetodid	5 (23,8%)	16 (76,2%)	11 (57,9%)	8 (42,1%)	131,5	>0,05

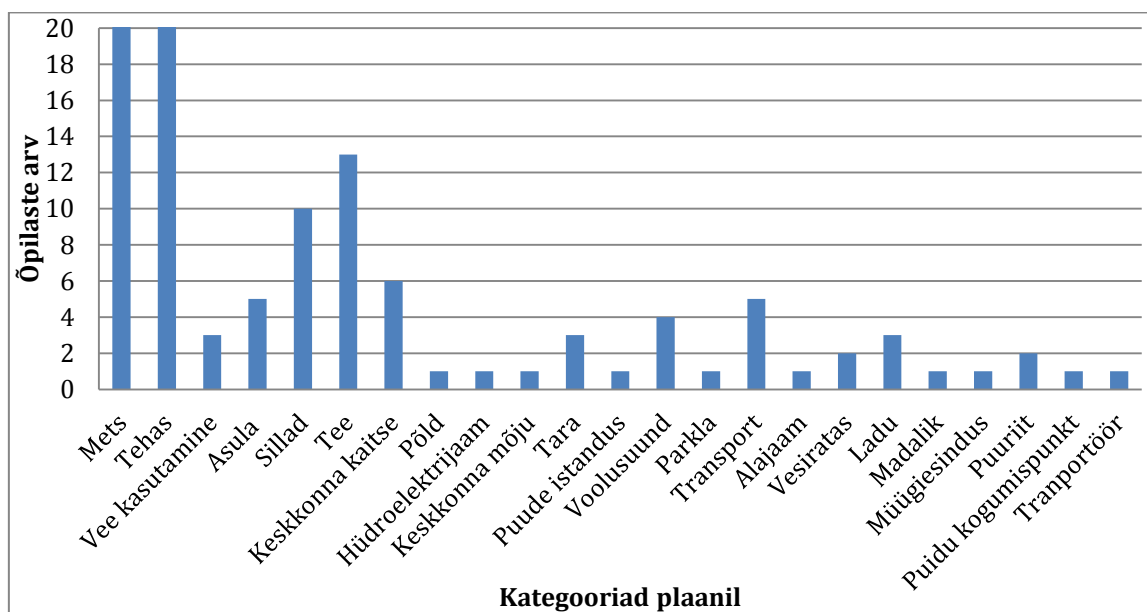
Tabelist 5 selgub, et põhikooli- ja gümnaasiumiõpilased eelistavad erinevaid õpitegevusi paberitööstusega tutvumisel. 7. klassi õpilased soovisid kõige rohkem omandada teadmisi katseid tehes (52,4%), samas kui vaid 15,8% 11. klassi õpilastest valis katsed. Küsitluse tulemus näitab, et katsete tegemise soov on statistiliselt oluliselt erinev kahe valimisse kuuluva klassi vahel. 11. klassi õpilased soovisid aga uusi teadmisi omandada kõige enam paberitööstust külastades (68,4%), samas kui 7. klassi õpilased valisid selle 23,8% juhtudest. Seegi tulemus on statistiliselt oluliselt erinev kahe klassi vahel. Ülejäänud õpitegevusi on mõlemas klassis hinnatud sarnaselt. Mõlema klassi puhul pakkusid õpilased lisaks välja ka omapoolseid tegevusi, mille kaudu võiks uusi teadmisi omandada (nt paberi ajaloo uurimine, ühepäevane praktika paberitööstuses).

Kokkuvõtteks võib öelda, et põhikooliõpilased eelistavad selle uuringu tulemuste põhjal omandada uusi teadmisi paberitööstuse kohta omandada pigem katseid tehes, samas gümnaasiumiõpilased eelistavad külastada paberitööstust.

### 3.3. Probleemülesanne

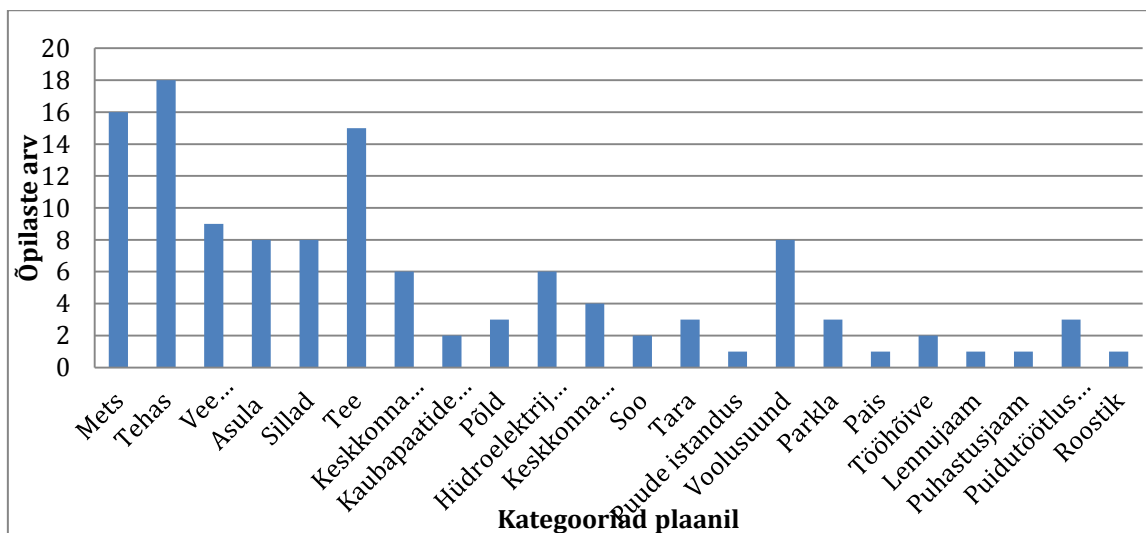
Probleemülesande lahendamiseks tuli õpilastel kanda plaanile erinevaid objekte, mis seostuvad paberitööstusega. Antud ülesande eesmärk oli selgitada, kuidas oskavad õpilased rakendada oma teadmisi reaalelulise ülesande lahendamisel seoses paberitööstusega. Õpilaste vastused kategoriseeriti vastavalt plaanile märgitud objektidele.

Probleemülesande lahendamisel õpilaste poolt paberitööstuse kirjeldamisel kasutatud objektid kategoriseeriti andmetöötamise käigus 23 rühma põhikoolis (Joonis 4) ja 22 rühma gümnaasiumis (Joonis 5).



**Joonis 4.** Probleemülesande lahendamisel kasutatud kategoriad põhikoolis

Jooniselt ilmneb, et kõige rohkem märkisid õpilased plaanile metsa ja tehase (100% vastanutest), nendeni viiva tee (62% vastanutest) ning sillad jõe ületamiseks (48% vastanutest). 24% õpilastest kujutasid kaardil transpordivahendeid ja asulat. Objektide paigutuse seletamisel kasutati 29% vastustest keskkonnakaitsealisi põhjendusi. Kaardile märgiti tootmisega seonduvaid ehitisi (nt ladu, müügiesindus, puidukogumispunkt, puuriit), energiatootmisega seotud objekte (nt hüdroelektrijaam, alajaam, vesiratas), transpordirajatise (nt parkla, transporttöör), loodusobjekte (nt madalik, jõevoolusuund) ja esmasektori kategoriaid (nt puude istandus, põld).



**Joonis 5.** Probleemülesande lahendamisel kasutatud kategooriad gümnaasiumis

Gümnaasiumiõpilased tegid plaanile tehase, metsa ja teed (vastavalt 95%, 84% ja 79% õpilastest). Joonisel tähistas asula, jõevoolusuuna ja jõel olevad sillad 42% vastanutest. 47% õpilastest andsid põhjenduses seletusi veekasutuse ja keskkonnakaitse kohta. Kaardile märgiti energiatootmisega seotud objekte (nt hüdroelektrijaam, pais), transpordirajatisi (nt kaubapaatide kai, parkla, lennujaam), loodusobjekte (nt roostik ja soo), esmasektori kategooriaid (nt puude istandus, põld) ja tootmisobjekte (nt puidutöötluskohtad).

### 3.4. Õppetegevuste tulemused 7. klassis

Käesolevas alapeatükis antakse ülevaade kohandatud mooduli õppetulemustest 7. klassis. Kuna mooduli eesmärk oli kujundada õpilastes arusaamist paberi omadustest, selle valmistamise tehnoloogiast ning arendada õpilaste oskust püstitada hüpoteese, viia läbi katseid ning teha katsete põhjal loogilisi järeldusi, siis sooritasid põhikooliõpilased praktilise töö töölehtedega (Lisa 2). Õppeprotsessi käigus omandasid õpilased uusi ainealaseid teadmisi ja oskusi geograafiast (puit kui väärtuslik ressurss), keemiast (ligniini struktuur ja omadused) ja bioloogiast (preparaadi valmistamine, mikroskoobi kasutamine).

7. klassi õpilased omandasid oskusi ja teadmisi, uurides paberi koostist ja omadusi, määrates ligniini sisaldust paberis, tutvudes seeläbi ühe paberi tootmisprotsessi etapiga. Õpilased töötasid paarikaupa rühmades ja määrasid ligniini sisaldust kollaseks tõmbunud kirjapaberis ja valges koopiapaberis. Töölehtede analüüsi tulemusena ilmnas (Joonis 6), et kõik rühmad oskasid, toetudes töölehel antud informatsioonile, püstitada hüpoteese. Järgnevalt on toodud näiteid õpilaste poolt püstitatud hüpoteesidest.

Näide 1. *Kollases paberis tekib purpurpunane värv, sest selles on ligniini.*

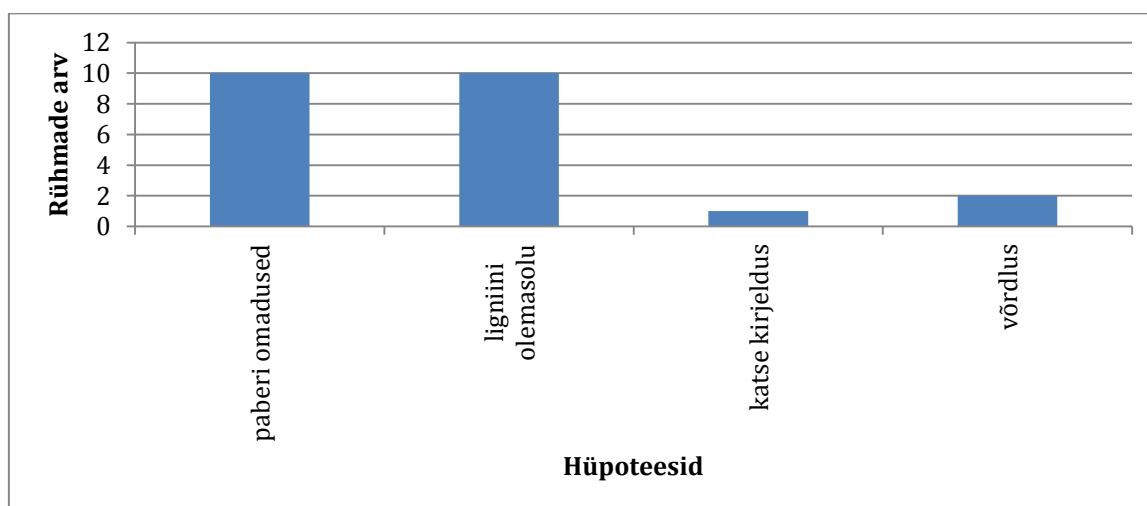
Vastuses on esitatud kolm hüpoteesi püstitamise võimalust. Esiteks lähtub õpilane paberi omadustest (*kollases paberis*), teiseks katse kirjeldusest (*tekib purpurpunane värv*) ja kolmandaks ligniini olemasolust (*on ligniini*).

Näide 2. *Valges paberis ei pruugi üldse ligniini olla või on väga vähe.*

Vastuses on esitatud kaks hüpoteesi püstitamise võimalust. Õpilane on lähtunud paberi omadustest (*valges paberis*) ja ligniini olemasolust (*ligniini ei pruugi olla või on vähe*).

Näide 3. *Kollakal ja pehmel paberil on suurem ligniini sisaldus kui valgel ja kõval paberil.*

Vastuses on esitatud kolm võimalust. Esiteks paberi erinevad omadused (*kollakas ja pehme; valge ja kõva*), teiseks ligniini olemasolu (*suurem ligniini sisaldus*) ja kolmandaks võrdlus (*suurem kui*).



**Joonis 6.** Hüpoteeside kategooriad

Jooniselt ilmneb, et töölehtedel esitatud hüpoteesides esines kõigil rühmadel paberi värvust (10 korral) ja ligniini olemasolu (10 korral), kuid oluliselt vähem kasutasid õpilased võrdlust (2 korral) ja katse kirjeldust (1 korral).

Uurimusliku osa läbiviimisel omandasid õpilased lisaks hüpoteesi püstitamisele ka oskuse valmistada preparaati (Lisa 6), kasutada mikroskoopi (Lisa 7) ja joonistada preparaati. Tulemused kanti korrektselt töölehel olevasse tabelisse koos preparaatide jooniste ja järeldustega paberi ligniinisalduse kohta. Töölehtedelt ilmnas, et läbiviidud katsetes paberikiudude värvi muutust purpurseks fluoroglutsiini toimel ei toimunud ja kõik rühmad järeldasid, et katsetes kasutatud paberid ei sisaldanud ligniini.

Kohandatud moodulõppe viimases osas koostasid rühmad omandatud teadmiste abil töölehel esitatud probleemi lahendamiseks plakati. Esitatud plakatite koostamisel kasutati töölehel olevat informatsiooni ja uurimuslikus osas saadud teadmisi ning need võib jaotada 3 rühma:

Rühm 1. Paberi erineva ligniinisalduse kasutamine: plakatitel kasutati klassikaaslaste tegelustes (sportimas, õppimas, poodlemas, lollitamas, laulmas, vanapaberit korjamas jne), mis kanti erineva ligniinisaldusega paberitele (Lisa 8).

Rühm 2. Ligniini struktuuri kasutamine: klassikaaslaste kujutati ligniinistruktuuris (Lisa 9).

Rühm 3. Ligniini struktuuri kasutamine erineva ligniinisaldusega paberil. Peale plakatite esitamist pöörasid õpilased tähelepanu sellele, et rühmad kasutasid ligniinistruktuuride tegemisel erineva ligniinisaldusega paberit (Lisa 10).

### **3.5. Õppetegevuste tulemused 11. klassis**

Käesolevas alapeatükis antakse ülevaade moodulipõhise õppe tulemustest 11. klassis. Õppekäigu eesmärk oli arendada õpilaste teadmisi paberitööstusest, paberi valmistamise tehnoloogiast ning olelustsüklit ja arendada õpilaste oskust teha kaalutletud otsuseid paberitööstuse elujõulisuse kohta Eestis õppekäigul. Õpilased omandasid uusi ainealaseid teadmisi geograafiast (puit kui väärtuslik ressurss, paberi- ja tselluloositööstus Eestis), keemiast (tselluloos, tähtsus, ligniin ning nende struktuur ja omadused, paberi tootmine, paberi koostis, paberi tootmisega kaasnevad keskkonnaprobleemid) ja bioloogiast (paberi tootmisega kaasnevad keskkonnaprobleemid). Küllastades paberitööstust, tutvusid õpilased ka paberivabriku ajaloo, paberi valmistamise tehnoloogiaga ning paberi tootmisega seonduvate keskkonnaprobleemidega. Järgnevalt on esitatud lühikokkuvõtte paberivabrikus nähtust ja kuuldust.

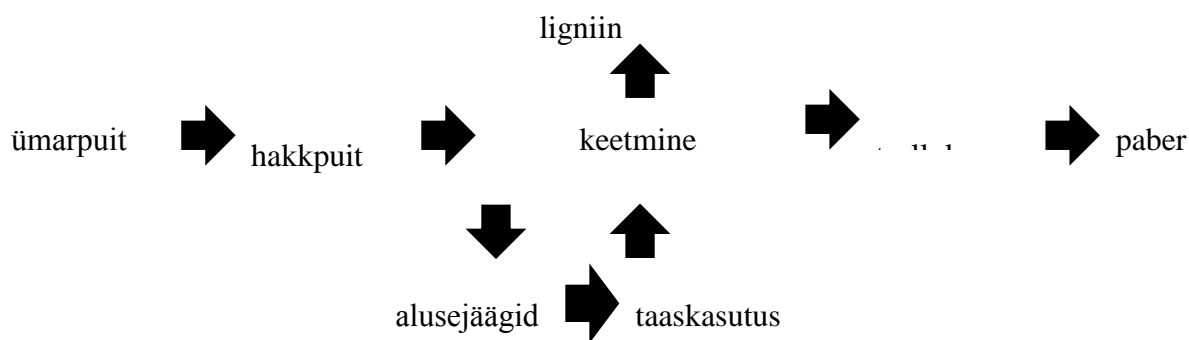
Horizon Paberi ja Tselluloosi AS paikneb Jägala jõe ääres. Paberivabrik rajati 1938. aastal ning pankrotistus 1992. aastal. Tehas taasavati 1995. aastal, kui selle omandas Singapuri kontserni Tolaram Group ning on tänapäeval ainuke tselluloosi tootev tehas Baltimaades, mis annab tööd 400 inimesele. Tootmine toimub vaid tellimuste alusel ning tootmishooned ja enamik seadmeid pärineb esimese Eesti Vabariigi aegsest perioodist. 1998. aastal loodi tehase juurde üksus, kus toimub sisseveetava pehmepaberi pakendamine (nt Daisy, Softstar). Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-is toodetakse jõupaberit, mida turustatakse rohkem kui 58 riiki.

Paberitootmistsüklil algab tselluloosi tootmisega, mida saadakse Eestist pärit okaspuust. Kuna puit koosneb tselluloosist ja ligniinist, on vaja puidust kätte saada tselluloos, selleks tuleb puit kõigepealt hakkida (Lisa 11). Seejärel toodetakse hakkpuidust tselluloosi (Lisa 11) sulfaat- ehk Krafti meetodil kasutades NaOH (väikese Na<sub>2</sub>S lisandiga). Puidulaaste keedetakse valges leelises 170°C ja 5,6 atm juures 4,5 h. Keetmise käigus tekib tumedat värvi tselluloos ja must leelis. Saadud must leelis regenereeritakse uuesti valgeks leeliseks ja



kasutatakse uuesti. Järgmises etapis eemaldatakse leelis mehaaniliselt ja kuivatatakse seda kuivatussilindrites 120°C juures ning saadakse jõupaber. 1 tonni jõupaberi jaoks kulub 5 tm puitu ja 1,02 – 1,05 t tselluloosi. Aastas toodetakse Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-is 6000 t tselluloosi. Paberi tootmiseks kulub palju vett: Jägala jõest võetakse 1000 m<sup>3</sup> vett tunnis. Kasutatud vesi puhastatakse bioloogilises veepuhastusjaamas. Tselluloosi ja paberi tootmisega kaasneb ebameeldiv lõhn ning müra.

Kohandatud moodulõppe 3. etapis täitsid gümnaasiumiõpilased järelküsimustiku, milles lahendasid uuesti probleemülesande ja esitasid oma teadmisi paberitööstusest. Paberitööstuse küsimustikuga (Lisa 3) kontrolliti õpilaste teadmiste muutust paberist ja paberitööstusest Eestis moodulõppe 2. etapis õppekäigul Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-i. Õpilaste poolt omandatud ja täiendatud teadmised, mis esitati küsitluse avatud küsimuse vastustes, jaotati kolme kategooriasse, mis omakorda jaotati alamkategooriateks (Lisa 5). Pärast õppekäiku paberivabrikusse muutusid õpilaste poolt esitatud teadmised konkreetsemaks ja detailsemaks ning seetõttu alamkategooriaid ei rühmitatud (nt. loeti eraldi rühma sulfaat- ehk Krafti meetod), et saada paremat ülevaadet omandatud teadmistest. Omandatud teadmised jaotati kolme kategooriasse, millest esimeses, paberi tootmisega seotud teadmistes esines 20 alamkategooriat, teises, Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-iga seotud teadmistes 20 alamkategooriat ja kolmandas, paberi tootmisega kaasnevate keskkonnaprobleemidealastes teadmistes 6 alamkategooriat. Paberi tootmise tehnoloogiaga seotud teadmistes töid õpilased välja paberi tootmistsükli osasid (nt puidu hakkimine, tselluloosi ja ligniini eraldamine, pleegitamine, töötlemine kõrgel temperatuuril ja rõhu all) ja keemilisi protsesse (nt sulfaat- ehk Krafti meetod, leelise kasutamine, lahusti kasutamine, valge leelise kasutamine, musta leelise teke, sulfaattselluloosi teke, slamm ja soodaprotsess) ning esitati skeemina paberi tootmise täielik tsükkel (Joonis 7).



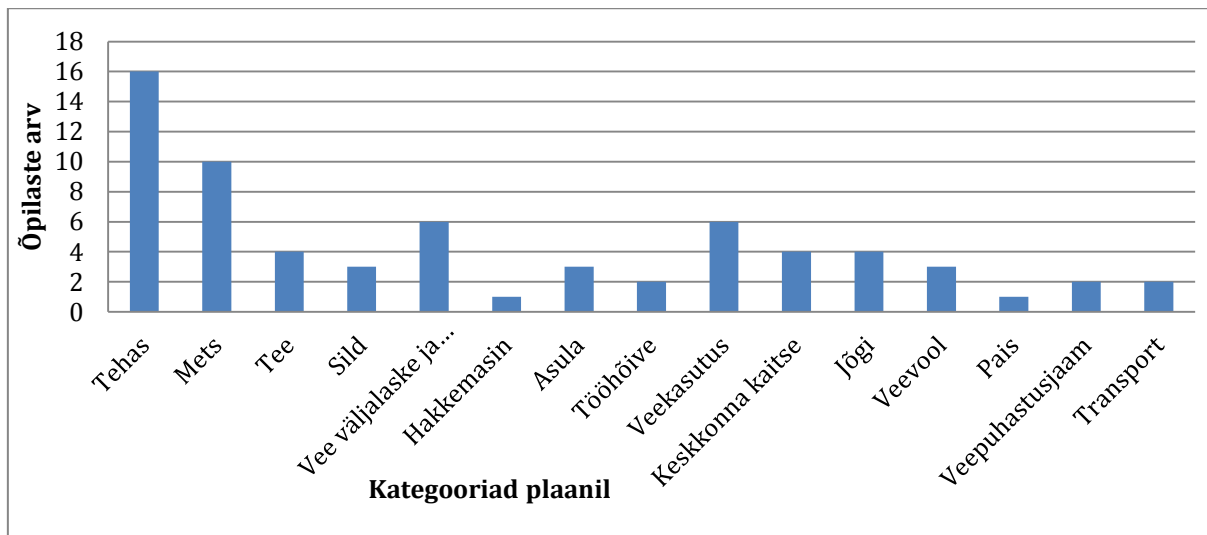
**Joonis 7.** Paberi tootmise tsükkel

Esimeses kategoorias nimetasid gümnaasistid enim, 14 korral 19-st paberi tootmist puidust, tselluloosi ja ligniini eraldamist tootmisprotsessis ning 9 korral 14-st okaspuu kasutamist paberi tootmisel. 3-5 korral 14-st leidis märkimist puidu hakkimine, vee, leelise ja lahusti kasutamine tootmisprotsessis, tootmine sulfaatmenetlusel, musta leelise teke ja pleegitamine ning eespool esitatud paberi tootmise täielikku tsüklit näidati skeemil 3 korral. Vähem (1-2 korral 19-st) mainiti tselluloosi töötlemist temperatuuri ja rõhu mõjul, kusjuures juurde märgiti ka vastavad arvandmed. Mõisteid *Krafti meetod*, *soodaprotsess* ja *slamm* toodi välja vaid 1 korral 19-st.

Kategoorias Horizon Paberi ja Tselluloosi AS esitati Kehras asuva tööstusettevõttega seotud andmeid, kus käsitleti ettevõtte ajalugu (nt asutamisaasta, pankrotiperiood, taasavamine, omanikud), tootmisega seotud andmeid (nt tselluloosikulu paberi valmistamisel, paberi maksumus, puidu päritolu, pehmepaberi tootmine) ja tööhõivet. Kõige rohkem leidis märkimist fakt, et Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-is toodetakse vaid jõupaberit (8 korral 19-st). 7 korral 19-st toodi esile Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-i kui suurimat tselluloosi tootjat Baltimaades. Õpilastele jäid meelde ka puidu vajadus 1 tonni paberi valmistamisel (6 vastanut 19-st), omanike päritolu (5 vastanut 19-st) ja asutamisaasta (5 vastanut 19-st). 3-4 õpilast 19-st märkis puidu päritolu, taasavamise aastat, vabriku töötamist 24/7, paberi importi 58 riiki, paberitonna maksumust (1 tonn paberit maksab 700 eurot), paiknemist Jägala jõel, pehmepaberi tootmisüksust, tööhõivet, pankrotti ja paberi rullimist. Vähem jäid meelde (2 vastanut 19-st) ehitiste päritolu, tootmine tellimuste alusel, tselluloosi kulu tootmisel, valge paberi mittetootmine ja rulli mõõtmed ning kaal.

Esimesse ja teise kategooriasse kuuluvaid teadmisi võis leida kõikide õpilaste järelküsitudes, kuid paberi tootmisega kaasnevaid keskkonnaohte toodi välja 11 korral 19-st. Kõige rohkem, 4 korral 19-st mainiti biofiltrite kasutamist. 2 korral 19-st nimetati ka tootmisega kaasnevat ebameeldivat lõhna ja kõrget mürataset, negatiivset mõju ökosüsteemile ning suurt vee- ja elektrikulu.

Probleemülesande lahendamisel õpilaste poolt paberitööstuse kirjeldamisel kasutatud objektid kategoriseeriti andmetöötuse käigus 15 rühma. Järgnevalt on toodud gümnaasiumiõpilaste vastuste analüüsi tulemusena saadud kategooriad ja õpilaste vastuste jaotumine kategooriate vahel (Joonis 8).



**Joonis 8.** Probleemülesande lahendamisel kasutatud kategoriad gümnaasiumiastmes

Jooniselt järeldub, et gümnaasiumiõpilased märkisid plaanile tehase, metsa, teed ja asula (vastavalt 16, 10, 4 ja 3 korral). Plaanidel leidis jõevoolusuund ja jõel olevad sillad 3 vastanud õpilasel 19-st. Keskkonnakaitsega seotud objekte (nt vee väljalaske- ja sissevoolutoru, veekasutus, keskkonnakaitse, veepuhastusjaam) esines 2-6 korral 19-st. Kõige vähem leidsid mainimist 1-2 korral 19-st hakkemasin, töehõive, pais ja transport.

Probleemülesandes paberitööstuse kirjeldamisel kasutatud objektide muutust mõõdeti Wilcoxon signed-rank testi kasutades. Paberitööstuse kirjeldamisel kasutatud objektid ei erinenud statistiliselt olulisel määral ( $p > 0,05$ ).

## 4.Järeldused

Käesoleva magistritöö esimese uurimisküsimuse eesmärgiks oli välja selgitada, millised on 7. klasside ja 11. klasside õpilaste eelteadmised paberist enne moodulõppe rakendamist.

Antud eesmärgi saavutamiseks analüüsiti paberi teema kajastamist loodusõpetuse ja geograafia ainekavades põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekava raames ning küsimustiku ja probleemülesande tulemusi. Loodusõpetuse ja geograafia ainekavade analüüsi tulemusena selgus, et põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava ei sisalda õpisisus ega õpitulemustes paberi ega paberitööstusega seotud teemasid. Paberiga seotud teemasid käsitletakse põhikooli loodusõpetuses teema metsade tähtsus ja kasutamine raames ning gümnaasiumis teema maailma metsad raames. Põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekava põhjal on õpilastel teadmised puidust kui olulisest ressursist paberi toorainena ning tootmisega kaasnevatest keskkonnaprobleemidest. Siiski sõltub paberi teema käsitlemine ainetunnis metsa temaatika raames eelkõige aineõpetaja lähenemisest ja rõhuasetusest antud osa õpetamisel.

Õpilaste eelteadmistest paberi kohta annavad täpsema ülevaate küsimustiku ja probleemülesande tulemused, mille põhjal võib väita, et õpilased on eelnevalt kokku puutunud paberi tootmise, taaskasutuse, ajaloo, kasutamise või omadustega. Küsimustiku tulemused näitavad, et gümnaasistidel on teadmisi rohkem (16 kategooriat avatud küsimuses ja 22 kategooriat probleemülesandes) kui põhikooliõpilastel (11 kategooriat avatud küsimuses ja 23 kategooriat probleemülesandes). Enamik 7. klassi ja 11. klassi õpilasi teab, et paberi tooraineks on puit (põhikoolis 90% õpilastest ja gümnaasiumis 84% õpilastest) ning rohkem kui pooled õpilastest pakuvad tooraineks vanapaberi (põhikoolis 62% vastanutest ja gümnaasiumis 68% vastanutest). Põhikooli ja gümnaasiumiõpilased on teadlikud ka paberi erinevatest omadustest (nt värvus ja kvaliteet) ja ajaloost (nt pärit Hiinast). Paberi ajalooga on tuttav 33% põhikooliõpilastest ning vaid 11% gümnaasiumiõpilastest. 11. klassi õpilastel on rohkem ja detailsemad teadmised paberi tootmise etappidest ja tootmisega kaasnevatest keskkonnaohtudest. Küsimustiku avatud küsimuse põhjal teab vaid 19% põhikooliõpilastest paberi tootmise etappidest ja tootmisega kaasnevatest keskkonnaohtudest. Samas kui 47% gümnaasistide omavad ülevaadet paberi tootmisprotsessidest (nt puidu töötlemine või paberi pleegitamine klooriga) ja 37% gümnaasistidest keskkonnaohtudest (nt reovesi, jääkained). Erinevus keskkonnaalastes teadmistes ilmnes ka probleemülesande lahendamisel, kus 11. klassi õpilased kasutasid rohkem keskkonnaalaseid põhjendusi kui 7. klassi õpilased (vastavalt 47% ja 29% vastanutest). Probleemülesandes plaanidele märgitud objektidel kahel valimisse kuuluval klassil teisi olulisi erinevusi ei esinenud. Avatud küsimus näitas 11.

klasside õpilaste teadmisi ka Eesti paberivabrikutest, veekasutusest paberitööstuses, metsade vähenemisest, ökosüsteemide kahjustumisest, kapitalimahukusest ja tööhõivest paberitööstuses.

Kokkuvõtlikult võib öelda, et kuigi 7. klasside ja 11. klasside õpilaste teadmised paberist enamjaolt kattuvad, on 11. klasside õpilastel teadmisi rohkem ja need on detailsemad. Lähtudes Bybee (1997) loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse tasemetest on 11. klassi õpilaste teadmised valdavalt kvalitatiivselt kõrgemal tasemel kui 7. klassi õpilaste teadmised. Kuid kuna iga õpilase kogemuslik baas on ainulaadne ja kujunevad mõtteskeemid unikaalsed (Krull, 2000), ei saa eeldada, et kõik 11. klassi õpilased on antud valdkonnas samal loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse tasemel (Bybee, 1997).

Käesoleva magistritöö teise uurimisküsimusega selgitati välja, milliseid teemavaldkondi seoses paberitööstusega sooviksid õpilased õppida ning uusi teadmisi omandada.

Küsimustiku tulemuste põhjal võib väita, et mõlema klassi õpilased eelistavad tutvuda paberi tootmisega (7. klassis ligikaud 48% õpilastest ja 11. klassis 47% õpilastest) ning seejuures ei esinenud kahe klassi soovides statistiliselt olulist erinevust antud küsimuses. Ka kõigi küsimustikus väljapakutud teemade osas olid mõlema klassi õpilased oma arvamuses sarnased ning statistiliselt olulist erinevust ei esinenud. Seega võib öelda, et antud uuringu põhjal huvitab mõlema klassi õpilasi kõige enam paberi tootmine. Kuna mõlemad klassid valisid paberitootmise, siis võib järeldada, et paberi tootmine pakub õpilastele huvi, sest see seostub nende igapäevaeluga või huvidega ning probleemidega, millega nad igapäevaeluliselt kokku puutuvad (Bennet, Lubben & Hogarth, 2006) või tunnetasid õpilased sotsiaal-teadusliku probleemi lahendamisel probleemülesandes oma teadmiste täiendamise vajalikkust (Holbrook, Kask & Rannikmäe, 2008).

Käesoleva magistritöö kolmanda uurimisküsimusega selgitati välja, milliseid õpitegevusi eelistavad õpilased mooduli omandamisel.

Antud uuringu tulemustest võib järeldada, et 7. klassi õpilase eelistavad omandada teadmisi paberi tootmise kohta katseid tehes ning see tulemus on statistiliselt oluliselt erinev 11. klassi õpilaste soovist teha katseid. 11. klassi õpilased eelistasid õpitegevusena paberitööstuse külastamist ning see tulemus on statistiliselt oluliselt erinev 7. klassi õpilaste soovist külastada paberitööstust. Ülejäänud väljapakutud õpitegevuste osas õpilaste eelistustes statistiliselt olulist erinevust ei esinenud. Seega võib öelda, et põhikooli õpilased eelistavad antud uuringu tulemuste põhjal uusi teadmisi paberitööstuse kohta omandada pigem katseid tehes ning gümnaasiumiõpilased eelistavad külastada paberitööstust ning selle külastuse kaudu õppida.

Õpitegevuste valikul näitasid õlema klassi õpilased välja vähest huvi taaskasutuse, molekulimudelite valmistamise ja väitluse suhtes, kusjuures väitlust ei valinud ükski valimisse kuulunud õpilane. Gümnaasiumiõpilaste valikut külastada paberitööstust võib seostada ka gümnaasistide huviga eelseisva elukutsevaliku vastu (Bybee & Fuchs, 2006). Küsimustiku tulemused näitavad selgelt, et õpilased ei soovi omandada faktiteadmisi traditsioonilisel viisil, vaid tahavad ise tegutseda ning luua uusi teadmisi praktilise tegevuse käigus.

Magistritöö neljanda uurimisküsimusega sooviti välja selgitada, kuidas mõjutavad mooduli käigus läbiviidud õpitegevused õpilaste teadmisi paberist ja paberitööstusest.

Antud magistritöö käigus läbiviidud õpitegevuste ja tulemuste põhjal võib väita, et moodulipõhise õppe käigus omandasid 7. klassi õpilased teadmised paberi omadustest, oskuse püstitada hüpoteese ja neid katseliselt kontrollida ning oskuse omandatud teadmiste põhjal probleeme lahendada. Tulemused näitavad, et 11. klassi õpilaste teadmised muutusid paberi tootmisest, paberitööstusest Eestis ja paberi tootmise keskkonaotudest mitmekesisemaks ja põhjalikumaks. Siiski ei esinenud 11. klassi puhul statistiliselt olulist erinevust probleemülesande lahendamises. Samas näitab teadmiste muutumine põhjalikumaks seda, et õpilaste teadmistes siiski toimus muutus, ent kuna töös kasutatud õppetegvus oli ühekordne, siis ei pruukinud sellel olla pikaajalist mõju.

Kuna mitteformaalse õppimise üks olulisi aspekte on õpilaste omavaheline ja juhendajaga/õpetajaga suhtlemine, siis võib eeldada, et õppekäigu raames arenesid ka õpilaste sotsiaalsed oskused (nt suhtlemisoskus) ning isiksuseomadused (nt eneseväljendusoskus). Samuti soodustas selline sotsiaalne interaktsioon ainealast õppimist, sest suhtlemisel tekivad kogetust laiemad ja sügavamad arusaamad (Good & Brophy, 1995). Erinevalt põhikooliõpilastest said gümnaasistid õppekäigul ettekujutuse paberitööstusega kaasnevatest elukutsetest (Teppo & Rannikmäe, 2010). Eeldatavasti aitas kontekstipõhine õppimine mõlemas klassis kaasa huvi suurenemisele loodusainete vastu, millele viitavad ka varem läbi viidud uuringud (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Kokkuvõtlikult võib öelda, et kontekstipõhise õppe käigus konstrueerisid õpilased uued teadmised ja mõttemudelid olemasolevatesse teadmistesse (Tarwel, 1999), mille tulemusel tekkisid uued teadmised ja oskused (Holbrook, Rannikmäe & Kask, 2008), mille abil lahendada püstitatud sotsiaalteaduslik probleem. Eeldatavasti aitas kontekstipõhine õppimine mõlemas klassis kaasa huvi suurenemisele loodusainete vastu, millele viitavad ka varem läbi viidud uuringud (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007).

Küsimustiku avatud küsimuse tulemuste põhjal võib väita, et 11. klassi õpilaste teadmiste maht kasvas ning need muutusid mitmekesisemaks, konkreetsemaks ja detailsemaks. Moodulipõhisele õppele järgnenud küsimustiku kategooriate arv tõusis märgatavalt (avatud küsimuses 16-lt 46-le) ning tekitas vajaduse jaotada need kolmeks (paberi tootmisega seotud teadmised, Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-iga seotud teadmised ja paberi tootmisega kaasnevad keskkonnaalased teadmised). Paberi tootmisega seotud teadmistes esitasid õpilased tootmistsükli osasid (nt puidu hakkimine, tselluloosi ja ligniini eraldamine, töötlemine kõrgel rõhul ja temperatuuril), keemilisi protsesse (nt sulfaat- ehk Krafti meetod, valge leelise kasutamine, musta leelise teke) ja paberi tootmise kogu tsükli skeemina. Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-iga seotud teadmistes märgiti ettevõtte ajalugu (nt asutamisaasta, pankrotiperiood ja taasavamine), tootmisega seotud andmeid (nt tselluloosi kulu, paberi maksumus) ja tööhõivet. Paberi tootmisega kaasnevate keskkonnaalaste teadmiste puhul nimetati biofiltrite kasutamist, ebameeldivat lõhna, kõrget mürataset, negatiivset mõju ökosüsteemile ning suurt vee- ja elektrikulu. Kõigi kolme kategooria puhul ilmnis oluline erinevus võrreldes eelküsimustikuga selles, et õpilased esitasid arvandmeid. Seega omandasid 11. klassi õpilased õppekäigul uusi teadmisi paberi tootmise ja selle keskkonnoahtude ning paberitööstuse kohta Eestis. Kõige rohkem uusi teadmisi koguti paberi tootmise ja paberitööstuse kohta Eestis.

11. klassi probleemülesande tulemuste põhjal võib väita, et õpilaste teadmised muutusid konkreetsemaks, sest probleemülesandes 22-st plaanile märgitud kategooriast esines järelküsimustikus 15 kategooriat. Plaanidelt kadusid kaubapaatide kaid, põllud, hüdroelektrijaamad, sood, tarad, parklad, lennujaam, puude istandus ja roostik ning lisandusid puiduhakkemasin ja vee väljalaske- ja sisselasketorud. Esitatud muutuste põhjal võib järeldada, et kuna õpilased olid ise viibinud paberivabrikus kadusid plaanidelt objektid, mille märkimisega probleemülesande plaanile esitati väärarusaamu (nt lennujaam, puude istandus) või kompenseeriti oma puudulikke teadmisi lihtsalt loogilisena tundunud objektide esitamisega (nt parkla, tara, hüdroelektrijaam). Plaanid muutusid konkreetsemaks ning kujutasid paberitööstust tõepärasemalt. Seega võib väita, et moodulipõhise õppe kolmandas etapis arenes 11. klassi õpilastel õppekäigu põhjal Horizon Paberi ja Tselluloosi AS-i võime teha loogilisi järeldusi ning kaalutletud otsuseid paberitööstuse kohta Eestis.

Tulenevalt käesolevast magistritööst võib anda soovitusel mooduli “Paberitööstus - kas see on probleem ka Eestis?” edasiseks modifitseerimiseks, et moodulit saaks kasutada tavatunnis:

- mooduli tegemise alguses võiks küsida õpilaste arvamust õpitava teemavaldkonna kohta, sest uuringust selgus, et mõned teemad on õpilaste jaoks huvitavamad kui teised;

- mooduli käigus võiks kasutada erinevaid õpitegevusi ning seejuures arvestada õpilaste eelistustega õpitegevuse planeerimisel, sest vastavalt eale võivad õpilaste eelistused olla erinevad õpitegevuste osas.



## Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli kohandada gümnaasiumi valikkursuse „Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond” jaoks koostatud moodul „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?” (Soobard & Vaino, 2013) põhikooli ja gümnaasiumi geograafiatundideks. Mooduli kohandamiseks selgitati välja põhikooli ja gümnaasiumi-õpilaste eelteadmised paberist ja õpilaste õpimeetodite eelistused moodulipõhisel õppel.

Lähtuvalt magistritöö eesmärkidest püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Millised on õpilaste eelteadmised paberist ja paberitööstusega seonduvast valdkonnast?
2. Milliste teemavaldkondade kohta soovivad õpilased rohkem teada seoses paberitööstusega?
3. Milliseid õpimeetodeid eelistavad õpilased mooduli käigus õppimisel?
4. Kuidas mõjutavad mooduli käigus läbiviidud õpitegevused õpilaste teadmisi paberist ja paberitööstusest?

Magistritöös püstitatud eesmärkide saavutamiseks moodustati eesmärgistatud valim Pärnu Koidula gümnaasiumi 7. klassi ja 11. klassi õpilastest. Uuringus osales 40 õpilast. Uuring viidi läbi 2013.-2014. aastal.

Uuringu eesmärkide täitmiseks koostati küsimustik, probleemülesanne, modifitseeriti moodul ja koostati töölehed ning viidi läbi õppekäik paberitööstusesse. Lisaks analüüsiti õppekava. Küsimustikuga selgitati välja mõlema klassi õpilaste eelteadmised paberi kohta ja õpilaste ootused mooduli omandamisel kasutatavate õpimeetodite kohta. Mooduli modifitseerimisel lähtuti lisaks õpilastelt saadud tagasisidele ka moodulis „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?” toodud kolmele etapile. Õpilaste teadmiste muutuse väljaselgitamiseks kasutati gümnaasiumis probleemülesannet ning põhikoolis õpilaste koostatud plakateid ja töölehti.

Uuringust selgus, et põhikooli ja gümnaasiumi riiklike õppekavade kohaselt on õpilastel teadmised puidust kui paberi toorainest ja paberitootmise keskkonnaohtudest. Küsimustiku tulemustest selgus, et mõlema klassi eelteadmised paberist on enamjaolt sarnased, hõlmates paberi tootmist, taaskasutust, ajalugu, kasutamist ja omadusi, kuid 11. klasside õpilaste teadmised on detailsemad ning neid on rohkem eelkõige paberi tootmise ja tootmise keskkonnaohtude vallas.

Samuti selgus, et mõlema klassi õpilased eelistavad uute teadmiste omandamisel tutvuda paberi tootmisega ning seejuures ei ilmenud klasside vahel olulist erinevust. Õpimeetoditest eelistavad põhikooli õpilased teha katseid ning gümnaasiumiõpilased külastada paberitööstust. Nii põhikooli kui ka gümnaasiumiõpilaste teadmised mooduli kohandamise käigus arenesid, ent kuna tegemist oli ühekordse moodulipõhise õppega, siis ei saa väita, et muutus teadmistes on tingimata oluline.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et moodul „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ kohandati kasutamiseks põhikooli ja gümnaasiumi geograafiatundides ning kohandamise käigus läbi viidud moodulipõhisel õppel suurenes uuringus osalenud õpilaste teadmiste ja oskuste hulk.

## **Tänuavaldused**

Käesolevas töös soovin avalda tänu oma juhendajale Regina Soobardile töö juhendamise ja nõuannete eest. Samuti tänan uuringus osalenud õpilasi ning Pärnu Koidula gümnaasiumi juhtkonda koostöö eest. Suur tänu kolleegidele ja lähedastele toetuse eest töö valmimisel.

## Kasutatud kirjandus

- Aru, J. & Bachmann, T. (2009).** Tähelepanu ja teadvus. Tartu: Tänapäev.
- Bennett J., Lubben F. & Hogarth S. (2007).** Bringing Science to Life: A Synthesis of Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching, *Science Education*, 347-370.
- Business-Higher Education Forum. (2008).** Building a Nation of Learners: The need for changes in Teaching and Learning to meet Global Challenges, 1-33.
- Butterworth, G. & Harris M. (2002).** *Arengusühholoogia alused*. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Bybee, R. (1997).** Achieving scientific literacy: From purpose to practice. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R.W. & Fuchs, B. (2006).** Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007).** Research methods in education. Routledge, London.
- Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2010).** The 95% Solution: School is not where most Americans learn most of their science, *American Scientist*, 98, 486-493.
- Feinstein, N. (2010).** Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168-185.
- Frensham, P.J. & Rennie, L.J. (2013).** Towards an Authentically Assessed Science Curriculum. In: D. Corrigan, R. Gunstone & A. Jones (Eds.), *Valuing Assessment in Science Education: Pedagogy, Curriculum, Policy* (pp. 1-9). Netherlands: Springer.
- Good, T.L. & Brophy, J.E. (1995).** Contemporary Educational psychology, 5/E. New York: Longman Pub.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011).** Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/114012011002>. (vaadatud 01.05.2014).
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (Eds.). (1997).** Supplementary Teaching Materials. Promoting Scientific and Technological Literacy. ICASE: UNESCO.

- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2007).** Nature of science education for enhancing scientific literacy, *International Journal of Science Education*, 29 (11), 1347–1362.
- Holbrook, J., Rannikmäe, M. & Kask, K. (2008).** Teaching the PARCEL Way: Students' Reactions to Selected PARSEL Modules, *Science Education International*, 19 (3), 303-312.
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2009).** The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Krull, E. (2000).** Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus.
- Laugksch, R. C. (2000).** Scientific Literacy: A conceptual overview, *Science Education*, 84, 71–94.
- Murcia, K. (2009).** Re-thinking the Development of Scientific Literacy Through a Rope Methaphor, *Research in Science Education*, 39, 215-229.
- OECD. (2007).** *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world. Volume I: Analysis.* Paris: OECD.
- OECD. (2009).** *PISA 2008. Science competencies for tomorrow's world. Volume I: Analysis.* Paris: OECD.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2010).** How science works: what is the nature of scientific reasoning and what do we know about students' understanding? In: J. Osborne & J. Dillon (Eds.). *Good Practice in Science Teaching. What research has to say. Second edition.* (pp. 20-45). UK: Open University Press.
- Pedretti, E. (2004).** Perspectives on learning through research on issues-based science center exhibitions, *Science Education*, 88, S34-S47.
- Puksand, M., Lepmann, T., Tire, G. & Henno, I. (2010).** Pisa 2009 Eesti tulemused. Aadressil [http://uuringud.ekk.edu.ee/fileadmin/user\\_upload/documents/PISA\\_2009\\_Eesti.pdf](http://uuringud.ekk.edu.ee/fileadmin/user_upload/documents/PISA_2009_Eesti.pdf). (vaadatud 01.05.2014).
- Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava. (2002).** Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/12888846>. (vaadatud 01.05.2014).
- Põhikooli riiklik õppekava. (2010).** Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/114012011001>. (vaadatud 01.05.2014).
- Rannikmäe, M. (2010).** Loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujundamine. *Põhikooli valdkonnaraamat LOODUSAINED*. Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus.

Aadressil <http://www.oppekava.ee/index.php/Ainevaldkond/Loodusained>. (vaadatud 05.05.2014).

**Rennie, L. & Williams, G. (2002).** Science centers and scientific literacy: Promoting a relationship with science, *Science Education*, 86, 706-727.

**Sjøberg, S. (2002).** Science and technology education: Current challenges and possible solutions, Three contributions to science education, *Acta Didactica*, 2, 5–36.

**Sadler, T. (2004).** Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research, *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5), 513-536.

**Soobard, R. & Rannikmäe, M. (2011).** Assessing student's level of scientific literacy using interdisciplinary scenarios. *Science Education International*, 22(2), 133-144.

**Soobard, R. & Vaino, K. (2013).** Moodul "Paberitööstus- kas see on probleem ka Eestis?". Eesti Teadusagentuuri programm Teame raames välja töötatud õppematerjalid gümnaasiumi valikkursuse Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond õpetamiseks.

**Tarwel, J. (1999).** Constructivism and its implications for curriculum theory and practice, *Journal of curriculum studies*, 31, 195-199.

**Teppo, M. & Rannikmäe, M. (2008).** Paradigm Shift for Teachers: More Relevant Science Teaching. In J. Holbrook, M. Rannikmäe, P. Reiska & P. Ilsley (Eds.), *The Need for a Paradigm Shift in Science Education for Post-Soviet Societies. Research and Practice (Estonian Example)* (pp. 25-46). Germany: Peter Lang GmbH.

**Teppo M. & Rannikmäe M. (2010).** Kuidas suurendada õpilaste huvitatust loodusteaduste õppimise vastu, huvi õpingute jätkamise ning ainega seotud elukutsete vastu?, *Põhikooli valdkonnaraamat LOODUSAINED*. Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus. Aadressil <http://www.oppekava.ee/index.php/Ainevaldkond/Loodusained>. (vaadatud 05.05.2014).

**Tire, G., Puksand, M., Lepmann, T., Lindemann, K., Kitsing, M., Jukk, H., Täht, K., Lorenz, B. & Henno, I. (2013).** Pisa 2012 Eesti tulemused. Aadressil [http://issuu.com/innove/docs/pisa\\_2012\\_eesti\\_tulemused\\_2?e=2411359/5896292](http://issuu.com/innove/docs/pisa_2012_eesti_tulemused_2?e=2411359/5896292). (vaadatud 01.05.2014).

**Tytler, R. & Symington, D. (2006).** Science in school and society, *Teaching Science*, 52(3), 10-15.

**Yager, R.E. & Weld, J.D. (1999).** Scope, sequence and coordination: The Iowa Project, a national reform effort in the USA, *International Journal of Science Education*, 21 (2), 169-194.

# **To modify a study module „Paper industry– is this also a problem in Estonia?“ for using in Geography lessons in both Basic and Secondary schools**

**Gerli Luks**

## **Summary**

The aim of this Master's thesis is to modify a study module „Paper industry- is this also a problem in Estonia?“ (Soobard & Vaino, 2013) compiled as an optional course for Secondary school, to make it applicable in Geography lessons in both Basic and Secondary schools. To modify the module, both Basic school and Secondary school students' preliminary knowledge of the subject of paper as well as their preferred study methods in module-based study were determined.

According to the aims of the thesis the following research questions were raised:

1. How extensive is the students' knowledge of the subject of paper before acquiring the module?
2. Which study areas do students prefer to apply in acquiring the module?
3. Which study methods do students prefer to apply in acquiring the module?
4. What kind of influence do this module based teaching has on students knowledge related to paper?

To achieve the aims raised in the thesis, a study group consisting of 7th and 11th form students of Pärnu Koidula Gymnasium was formed. 40 students participated in a study. The study was conducted in 2013-2014.

To complete the aims of the study, a questionnaire and a problem task were compiled; the module was modified according to the results of the questionnaire and the problem task. The questionnaire and problem task determined the extent of the students' preliminary knowledge of paper as well as their expectations in terms of study methods applied in acquiring the module. In modifying the module, besides the students' feedback, the study stages raised in the module „Paper industry- is this also a problem in Estonia?“ were considered. To

determine the shift in students' knowledge, in Secondary school a problem task and in Basic school the posters created by students were used.

To find the answer to the first research question raised in this thesis, both Secondary school and Basic school national curricula as well as the findings obtained from the questionnaire and problem task were analysed. It was concluded that in Secondary school and Basic school national curricula covers knowledges of pulp as paper raw material and paper production environmental problems. The questionnaire and problem task revealed that the knowledge in both age groups regarding paper production, its recycling, history, usage as well as its properties is relatively the same, however, the 11<sup>th</sup> form students showed more specific knowledge and appeared to be more aware of the paper production and environmental hazards caused by paper production.

The results gathered from the research revealed that 7<sup>th</sup> form students prefer gaining knowledge of paper production by making experiments, whereas 11<sup>th</sup> form students opted to visit paper industry.

The findings of the the research showed that the students' knowledge evolved in a module-based study but the change is not significant because it was one-time study.

In conclusion, the module „Paper industry- is this also a problem in Estonia?“ was modified to make it applicable in Basic school and Secondary school Geography lessons. The module-based study applied in the course resulted in students increasing their knowledge and skills.



## Lisad

Lisa 1. Küsimustik ja probleemülesanne

Lisa 2. Tööleht põhikoolile

Lisa 3. Moodulõppejärgne küsimustik ja probleemülesanne

Lisa 4. Õpilaste eelteadmiste kategooriad põhikoolis ja gümnaasiumis küsitluse põhjal

Lisa 5. Gümnaasiumiõpilaste teadmised paberist jaotatuna kategooriatesse ja õpilaste vastuste jaotumine kategooriate vahel.

Lisa 6. Põhikooliõpilaste valmistatud preparaat

Lisa 7. Põhikooliõpilased kasutavad mikroskoopi

Lisa 8. Paberi erineva ligniinisalduse kasutamine

Lisa 9. Ligniini struktuuri kasutamine

Lisa 10. Ligniini struktuuri kasutamine erineva ligniinisaldusega paberil

Lisa 11. Õppekäigul nähtud hakkpuit ja tselluloos

## Lisa 1.Küsimustik ja probleemülesanne

Sugu:

Vanus:

*1.Kirjuta vähemalt 6 lauset :*

1.1.Mida tead paberitööstusest?

*2.Vali Sulle sobivaim vastus ja lisa ise üks vastus:*

2.1.Mida sooviksid teada paberitööstuse kohta:

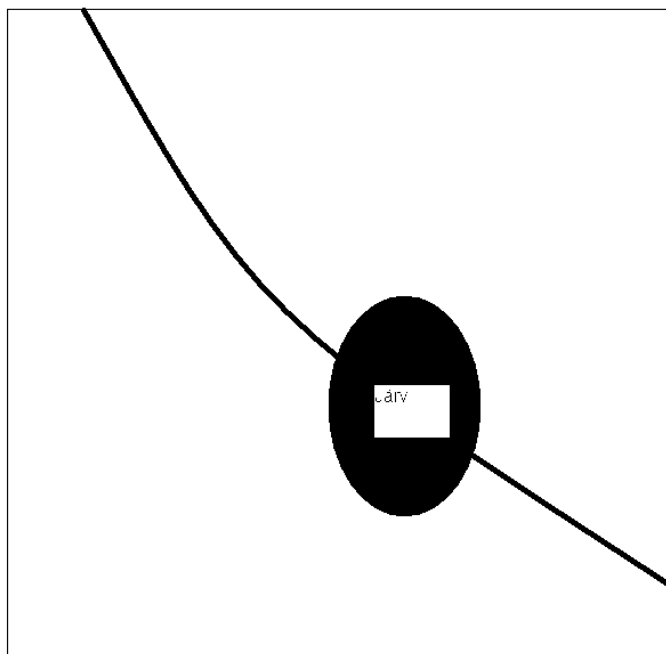
- a) paberitööstuse ajalugu
- b) paberi tootmine
- c) paberi taaskasutus
- d) paberi kvaliteet
- e) paberi kasutamine
- f) paberitööstusega seotud keskkonnaohud
- g).....

2.2.Kuidas sooviksid tutvuda paberitööstusega:

- a) katseid tehes
- b) paberitööstust külastades
- c) väitlus "Paberitööstus- kas see on probleemiks ka Eestis?"
- d) paberi taaskasutamine
- e) paberit ise valmistada
- f) molekulimudelite meisterdamine
- g).....

*Lahenda probleemülesanne:*

Sa oled rajatava paberivabriku omanik. Pead otsustama koos kohaliku kogukonnaga, kuhu rajada paberitööstus. Märki kaardile paberivabriku asukoht. Arvesta, et järv paikneb keset metsa. Sobivad leppemärgid tee ise. Põhjenda oma valikut.



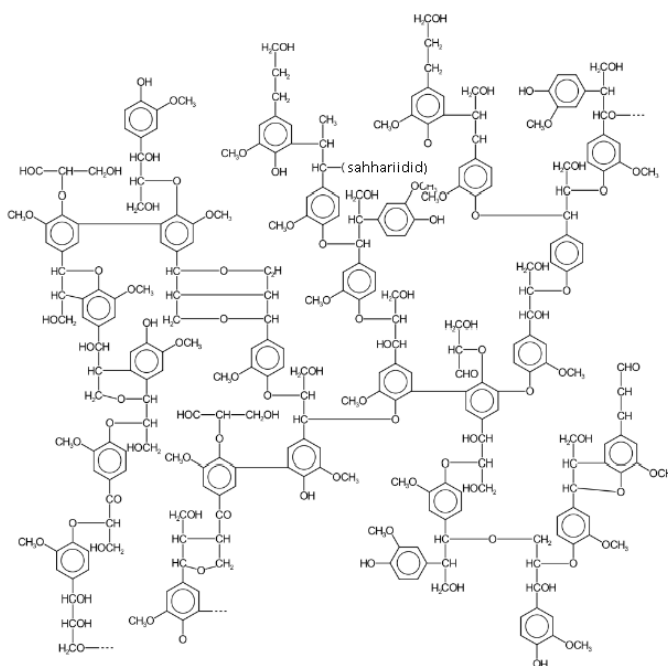
## Lisa 2. Tööleht põhikoolile

Ligniini määramine

*Koolis on viimane veerand ja 7. klassi õpilased on otsustanud teha plakati oma klassi kohta, mida nad saaksid kasutada 9. klassi lõpus, kuid enne lõpukella on vaja kooli üles panna oma klassi iseloomustav plakat. 7. klass on otsustanud murda titapiltidega plakati traditsiooni ja pöörta tähelepanu hoopis keskkonnasäästlikusele.*

*Tutvu alloleva tekstiga ja soorita katse ning tee 7. klassile näidisplakat.*

Ligniin on keerulise struktuuriga looduslik aromaadne polümeer (Vt. Joonis), mis esineb koos tselluloosiga mitmesugustes taimedes (okaspuudes 26-34%, lehtpuudes 16-24%, kanepis kuni 3,3%, linas kuni 2%). Ligniini sisaldus põhjustab paberi lagunemist valguse toimel, sest ligniin neelab UV-kiirgust, tulemuseks on paberi kolletamine ning pH langus. Paber, millelt oodakse, et see säiliks aastaid, ei tohiks ligniini üldse sisaldada või kui siis kuni 1%.



**Joonis .** Ligniini üks võimalikke struktuure

**Püstitage hüpoteesid uuritavate paberiproovide ligniinisalduse kohta:**

.....

.....

.....

.....

**Fluoroglutsiini meetod** ligniini määramiseks

- a) Pintsetiga eraldatud paberikiud asetatakse preparaadiklaasile.

- b) Paberikiududele tilgutatakse 1 tilk fluoroglütsiini lahust.
- c) Jälgi kiudude värvuse muutumist mikroskoobi all. Purpurpunase värvuse tekkimine näitab ligniini olemasolu.

Paberi iseloomustus		
Preparaadi joonis		
Ligniini olemasolu		

### Lisa 3. Moodulõppejärgne küsimustik ja probleemülesanne

Sugu:

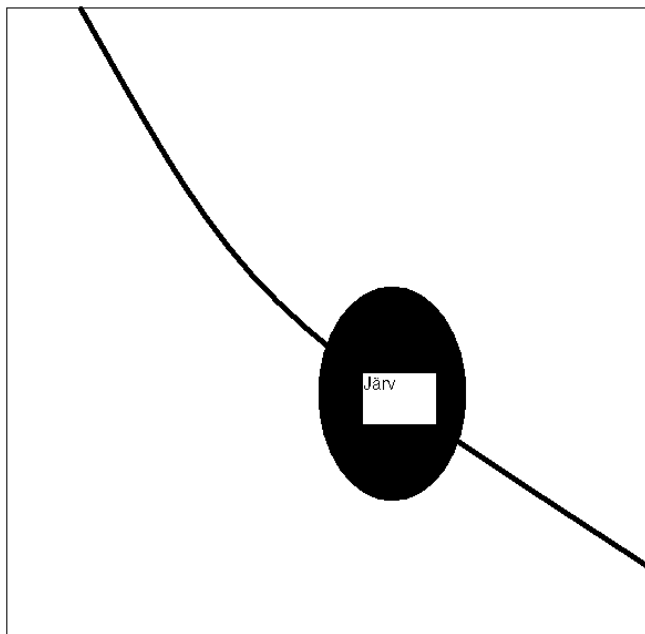
Vanus:

*1. Kirjuta vähemalt 6 lauset :*

1.1. Mida tead paberitööstusest?

*Lahenda probleemülesanne:*

Sa oled rajatava paberivabriku omanik. Pead otsustama koos kohaliku kogukonnaga, kuhu rajada paberitööstus. Märki kaardile paberivabriku asukoht. Arvesta, et järv paikneb keset metsa. Sobivad leppemärgid tee ise. Põhjenda oma valikut.



**Lisa 4. Õpilaste eelteadmiste kategooriad põhikoolis ja gümnaasiumis  
küsitluse põhjal**

<b>Eelteadmiste kategooriad</b>	<b>Põhikool</b>	<b>Gümnaasium</b>
tooraine puit	+	+
taaskasutus	+	+
värvus	+	+
paksus	+	
suurus	+	
kasutamine	+	
ajalugu	+	+
tootmine	+	+
tootmise keskkonnaohud	+	+
ühekordne kasutamine	+	
põlemine	+	+
vee kasutus		+
paberivabrik		+
töötlemine		+
metsade vähenemine		+
tööhõive		+
ökosüsteemide kahjustumine		+
kapital		+
kvaliteet		+
kirjakeele püsimine		+

**Lisa 5. Gümnaasiumiõpilaste teadmised paberist jaotatuna kategooriatesse  
ja õpilaste vastuste jaotumine kategooriate vahel**

<b>Paberi tootmise tehnoloogia</b>	<b>Horizon Paberi ja Tselluloosi AS</b>	<b>Paberi tootmisega kaasnevad keskkonnaprobleemid</b>
paberi tootmine puidust- 14 õpilast tselluloosi ja ligniini eraldamine- 14 õpilast okaspuu kasutamine- 9 õpilast puidu hakkimine- 5 õpilast vee kasutamine tootmises- 5 õpilast leelise kasutamine tootmises- 4 õpilast tootmine sulfaatmenetlusel- 4 õpilast lahusti kasutamine tootmisel- 4 õpilast paberi tootmise tsükkel- 3 õpilast musta leelise teke tootmisel- 3 õpilast pleegitamine- 3 õpilast töötlemine- 2 õpilast kuumutamine- 2 õpilast rõhk 5,6 atm- 2 õpilast valge leelise kasutamine- 2 õpilast sulfaatselluloosi teke- 2 õpilast töötlemine 120° juures- 2 õpilast slamm- 1õpilane Krafti meetod- 1 õpilane soodaprotsess- 1 õpilane	jõupaberi tootmine- 8 õpilast ainuke tselluloosi tootja Baltikumis- 7 õpilast 5 tm puidust saab 1 tonni paberit- 6 õpilast omanikud Singapurist-5 õpilast asutamisaasta 1938- 5 õpilast kogu puit Eestist- 4 õpilast taasavamine- 4 õpilast vabrik töötab 24/7- 4 õpilast paberi import- 4 õpilast paberi tonni maksuvus- 4 õpilast asub Jägala jõel- 4 õpilast pehmepaberi tootmine- 3 õpilast tööhõive- 3 õpilast paberi rullimine- 3 õpilast pankrot- 3 õpilast ehitiste päritolu- 2 õpilast tellimuste alusel tootmine- 2 õpilast 1 tonn paberit saadakse 1,02 tonnist tselluloosist- 2 õpilast ei toodeta valget paberit- 2 õpilast rulli mõõtmed ja kaal- 2 õpilast	kasutatakse biofiltreid- 4 õpilast ebameeldiv lõhn- 2 õpilast müra- 2 õpilast mõju ökosüsteemile- 2 õpilast veekulu- 2 õpilast elektrikulu- 2 õpilast



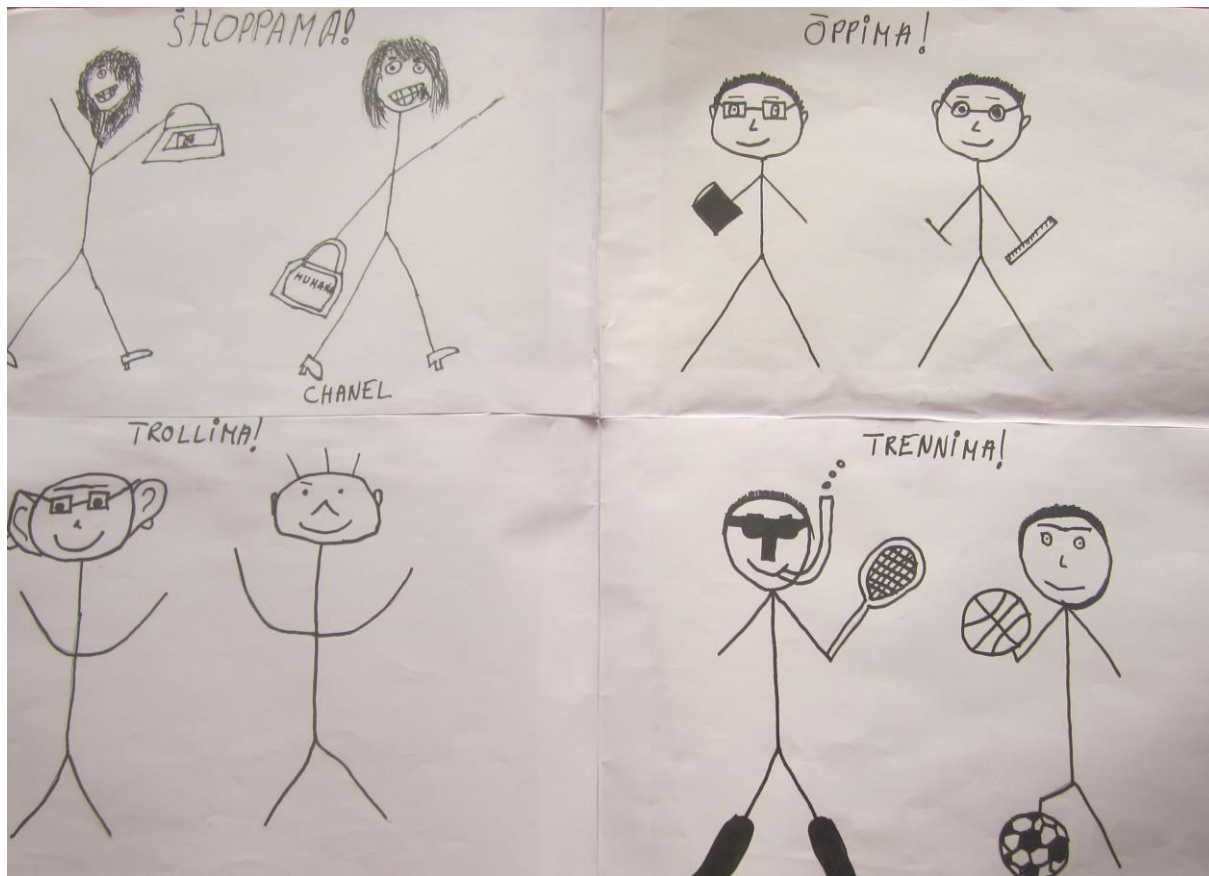
## Lisa 6. Põhikooliõpilaste valmistatud preparaad



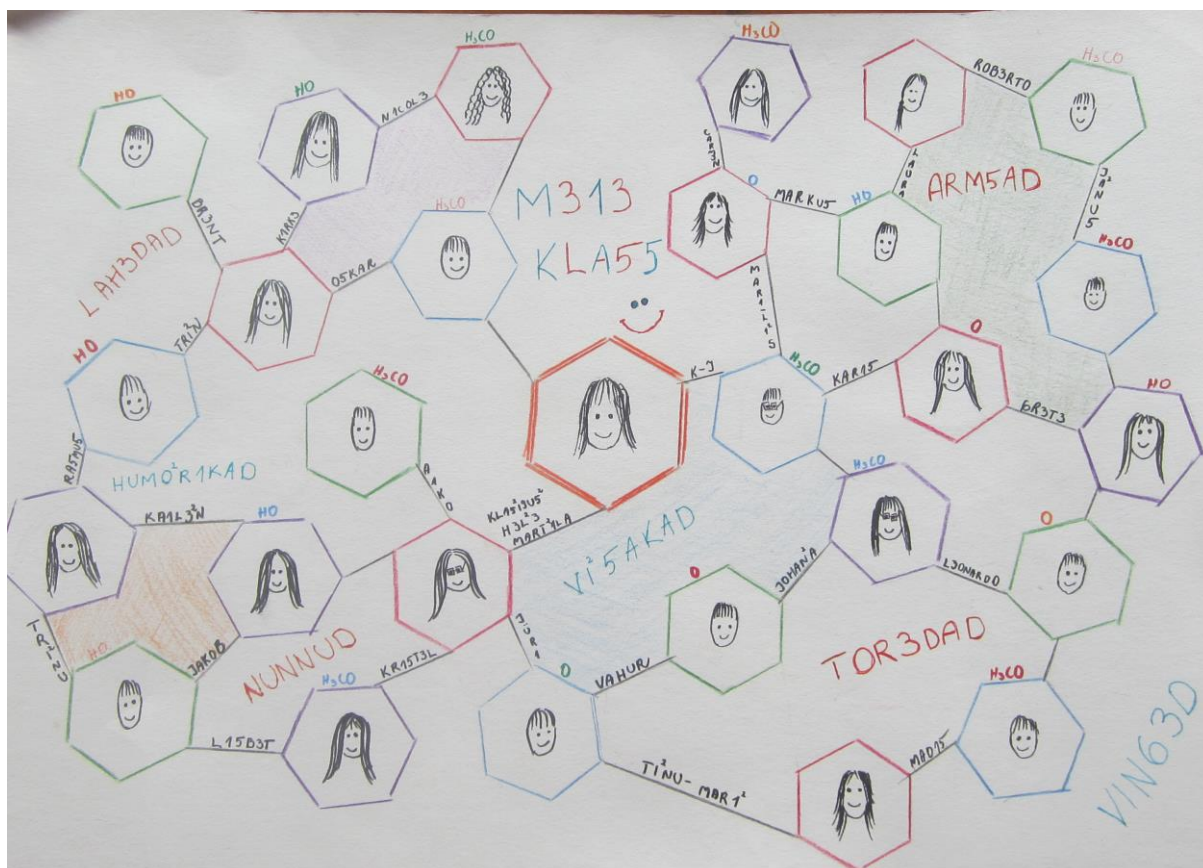
## Lisa 7. Põhikooliõpilased kasutavad mikroskoopi



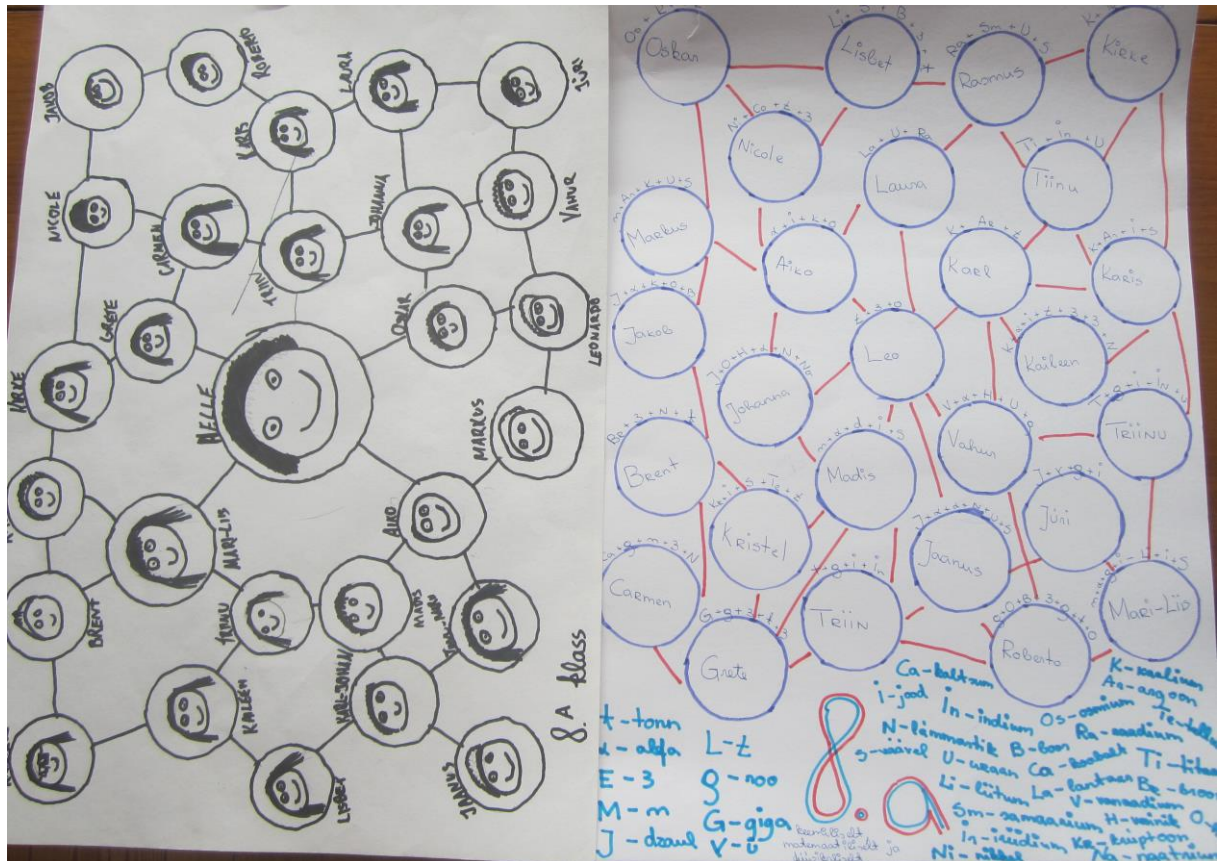
## Lisa 8. Paberi erineva ligniinisalduse kasutamine



# Lisa 9. Ligniini struktuuri kasutamine



# Lisa 10. Ligniini struktuuri kasutamine erineva ligniinisaldusega paberil



**Lisa 11. Õppekäigul nähtud hakkpuit ja tselluloos**



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

Mina, \_\_\_\_\_ Gerli Luks \_\_\_\_\_,

*(autori nimi)*

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

\_\_\_\_\_ Mooduli „Paberitööstus – kas see on probleem ka Eestis?“ kohandamine kasutamiseks põhikooli ja gümnaasiumi geograafiatundides \_\_\_\_\_,

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on \_\_\_\_\_ Regina Soobard \_\_\_\_\_,

*(juhendaja nimi)*

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 **01.06.2014**