

**Tartu Ülikool**  
**Loodus- ja täppisteaduste valdkond**  
**Füüsika instituut**  
**Koolifüüsika keskus**

Marili Uluots

## **12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus**

Magistritöö (15 EAP)

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

**Juhendaja: Svetlana Ganina, PhD**

**TARTU**  
**2022**

## **Resümee**

### **12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus**

Energia on keskne teema kõigis loodusainetes, aga ka üks suuri tuleviku väljakutseid. Õpetajate ees on väljakutse, kuidas õpetada nii abstraktset teemat, nagu seda on energia, valdkondade üleselt ja elulähedaselt (Millar, 2005). Õpilased ootavad, et õpitav on seotud igapäevaeluliste probleemidega. Käesolev uurimuses keskendub sellele, kuidas seostavad õpilased energiat oma igapäevaeluga. Andmed koguti märksõnadena, mida analüüsiti kategooriate kaupa. Samuti uuriti, kuidas toetab õppekava energia teema õppimist erinevates loodusainetes.

CERCS: S272 „Õpetajakoolitus“

Märksõnad: energia, lõiming, raamidee, gümnaasium, igapäevaelu

## **Abstract**

### **Perceptins of the subject of energy in the everyday life of 12th form Gymnasium students**

Energy is a notion central to all Natural Sciences, and one of the great challenges for the future. Teachers are themselves presented with a challenge: how to teach a highly abstract subject like energy in an interdisciplinary and down-to-earth manner. Students expect that what they are taught relates to problems in their everyday life. This study concentrates on how students connect the concept of energy to their day-to-day. Data were collected as keywords, which were then analysed by category. The study also examined how the school program helps the learning of the subject of energy in the different Natural Sciences.

CERCS: S272 „Teacher education“

Keywords: energy, integrative learning, core idea, everyday life

# Sisukord

<b>Sissejuhatus.....</b>	<b>4</b>
<b>Kirjanduse ülevaade .....</b>	<b>6</b>
<b>Õppekava .....</b>	<b>6</b>
<b>Lõiming.....</b>	<b>6</b>
<b>Raamidee .....</b>	<b>7</b>
<b>Energia kui raamidee .....</b>	<b>7</b>
<b>Energia .....</b>	<b>8</b>
<b>Energia neli keskset ideed.....</b>	<b>8</b>
<b>Energia teema õpetamine.....</b>	<b>9</b>
<b>Energia õppekavas.....</b>	<b>10</b>
<b>Energia igapäevaelus .....</b>	<b>10</b>
<b>Varasemad uurimused .....</b>	<b>11</b>
<b>Metoodika.....</b>	<b>13</b>
<b>Valim .....</b>	<b>13</b>
<b>Andmekogumine .....</b>	<b>13</b>
<b>Andmeanalüüs.....</b>	<b>17</b>
<b>Eetika ja usaldusväärsus .....</b>	<b>21</b>
<b>Tulemused ja analüüs .....</b>	<b>22</b>
<b>Energia õpilaste igapäevaelus .....</b>	<b>22</b>
<b>Energia loodusainetes.....</b>	<b>28</b>
<b>Arutelu ja järeldused .....</b>	<b>31</b>
<b>Kokkuvõte .....</b>	<b>34</b>
<b>Kirjanduse loetelu.....</b>	<b>36</b>
<b>Summary .....</b>	<b>39</b>
<b>Lisad.....</b>	<b>41</b>

## Sissejuhatus

Maailm on kompleksne süsteem ja järeltulevad põlvkonnad peavad olema valmis lahendama globaalseid ja eri teaduste piire ületavaid probleeme. Nagu ütles Newell juba 2010. aastal, siis selleks, et mõista keerulisi küsimusi, on vaja kasutada erinevatest valdkondadest pärit vaatenurki (Newell, 2010). Tuleviku elukutsed ja kodanikuühiskond vajavad inimesi, kellel on hea loodusteaduslik ja tehnoloogiaalane taust, et teha koostööd, lahendada küsimusi ja langetada otsuseid (Krajcik & Delen, 2017). Ka Gümnaasimi riiklik õppekava (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011) annab õpetajatele ning koolijuhtidele suunised, et nad seisaksid selle eest, et kooli lõpetades mõistaksid õpilased keskkonda kui terviksüsteemi, oskaksid märgata ja analüüsida selles esinevaid probleeme ning teha põhjendatud otsuseid.

Kasvanud rahvastik ja inimeste kasvanud energiatarve, on tõstnud energia teema ülemaailmsesse fookusesse ning on üks suuri tuleviku väljakutseid. Energia teema on tähtis nii igapäevaelu kontekstis kui ka olulisim nurgakivi loodusteadustes (Quinn, 2014). Õpetajate ees on väljakutse, kuidas õpetada nii abstraktset teemat, nagu seda on energia, valdkondade üleselt ja elulähedaselt. Kotkas ja Rannikmäe (2014), tõid välja, et Eesti õpilased ootavad, et õpitav oleks seotud igapäevaeluliste probleemidega. Seetõttu on oluline uurida, millised energiaga seotud teemad on õpilaste elus olulised.

Sellest tulenevalt seati magistritöö eesmärgiks välja selgitada 12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus. Töö eesmärgist lähtuvalt sõnastati kaks uurimisküsimust:

1. Kuidas seostavad 12. klassi õpilased energiat igapäevaeluga?
2. Kuidas tajuvad 12. klassi õpilased energia teemaga seotud igapäevaelu märksõnade seotust eri loodusainetega?

Eesmärgi saavutamiseks tutvuti erialase kirjandusega, koostati andmekogumise vahendid, lepiti kokku uurimuse läbiviimine erinevate koolidega, viidi läbi küsitlus, analüüsiti tulemusi ja tehti järeldusi.

Töö valmimisele kaasa aitamise eest tänan südamest oma juhendajat Svetlana Ganinat, kes on olnud innustav mentor läbi terve ülikooli aja. Olen väga tänulik oma kolleegidele -

füüsikaõpetajatele, kes nõustusid uurimust oma õpilastega läbi viima, õpilastele, kes küsitlusele vastasid ning uuringu valmimisele kaasa aidanud õpetajatele ja õpetajakoolituse tudengitele. Kõige suurem tänu kuulub mu perele, tänu kellele olen ma jõudnud nii kaugele. Olen teile südamest tänulik kõige eest!

## **Kirjanduse ülevaade**

### **Õppekava**

Tulenevalt Põhikooli- ja gümnaasiumiseadusest on õppetöö korraldamise ja tegeliku õppetöö suunamise aluseks kooli õppekava, mis koostatakse lähtuvalt riiklikus õppekavas seatud eesmärkidest (Põhikooli- ja gümnaasiumiseadus, 2010; Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011). Seetõttu on oluline analüüsida suuniseid, mis läbi õppekava antakse koolijuhtidele ja õpetajatele ning on õppetöö korraldamise aluseks koolides.

Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (2011) on lähedaste eesmärkide ja õppesisuga õppeained liidetud ainevaldkonnaks. Loodusainete ainevaldkonna õppeained on bioloogia, geograafia, füüsika ja keemia. Õppeained jagunevad kohustuslikeks ning valikkursusteks. Selles töös võetakse aluseks kohustuslikud kursused, et saada üldine pilt gümnaasiumi läbinud õpilaste loodusharidusest. Loodusainete õpetamise eesmärk gümnaasiumis on loodusteadusliku pädevuse kujundamine, mis koondab endas erinevaid üld- ja valdkonnapädevusi ning on aluseks tervikliku maailmapildi kujunemisele.

Loodusteaduste valdkonna pädevused koondavad õpilaste vaatlemis- ja analüüsioskuseid nii loodus-, tehis-, kui ka sotsiaalkeskkonnas ning võimet mõista keskkonda kui terviksüsteemi ning oskust omandatud teadmiste tuginedes teha põhjendatud otsuseid ja lahendada loodusteaduslikke probleeme.

### **Lõiming**

Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011) näeb ainevaldkondade ja õppeainete vaheliste seoste loomise ja loodusteadusliku teadmiste süsteemi kujunemise olulise meetodina lõimingut. Õppimise seisukohalt on tähtis, et õppimise kestel asetatakse uusi teadmisi erinevatesse kontekstidesse ning ühest valdkonnast saadud teadmisi laiendatakse uude konteksti (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Lõimingu teema uurimise muudab keerukaks see, et kirjanduses kasutatakse nii õppimisprotsessi kui ka õpetamise meetodi kohta mõisteid integreeriv õpe, integratsioon, integreeriv õppimine, ning interdistsiplinaarset õpet aetakse segi integreeriva õppega (Barber, 2012). Integreeriv õpe ühendab teooria praktikaga, seob eri valdkondadest ja õppeastmetest

pärit teadmised formaalõppe, mitteformaalõppe ja informaalõppega ning ulatub akadeemilistest piiridest väljapoole ning aitab mõista teemasid kontekstipõhiselt (Huber & Hutchings, 2004; Barber, 2012). Interdistsiplinaarne õpe on eri ainevaldkondade teadmiste ja mõtlemismudelite integreerimine, mis soodustab ühenduste loomist valdkondade sees (Mansilla, 2005). Gustavsson (2000) rõhutab, et rakendamiseks peavad teadmised olema integreeritud isiklikku teadmiste süsteemi.

Eesti keeles on kasutusel mõisted sisemine lõiming, mis vastab integreerivale õppimisele ja väline lõiming, mis koondab tegevusi, mida tehakse sisemise lõimingu toetamiseks. Sisemine lõiming on protsess, kus õpilased loovad ise seosed varem ja teistes ainetes õpituga, kogemuste ja teadmistega väljaspool kooli ning ümbritseva eluga. Välise lõimingu vahenditeks on õppemeetodid ja õppekava ning ainetevaheline ehk interdistsiplinaarne lõiming. (Kuusk, 2010).

### **Raamidee** kui lõimingu võimalus

Raamidee (*Core idea, Big idea*) on teadusülene teema, mis võimaldab õppeainete- ja kontseptsioonideülest ning sotsiaal-teaduslikku kandepinda omavate oluliste probleemide käsitlemist (Rannikmäe, Reiska & Pedaste, 2017). Harlen (2015) ütleb, et raamidee on oluline idee, mis peaks kooli lõpuks olema arusaadav kõigile õpilastele: nii neile, kes lähevad edasi loodusteadusi õppima või valivad loodusteadustega seotud elukutse, kui ka kõigile teistele olenemata soost, kultuuritaustast või erivajadusest.

Semilarski, Soobard ja Rannikmäe (2019), kes uurisid raamideede kasutamist õppetöös nii põhikoolis kui ka gümnaasiumis, näevad raamideede kasutamist, kui olulist õpetamissuunda loodusteadustes ka Eesti koolides ning leiavad, et raamideede kasutamisel on oluline mõju õpilaste tulevasele elule ja karjäärriks valmistumisele. Nad toovad välja, et raamideede kasutamine hõlbustab erinevate omandatud teadmiste seostamist nii ainesiseselt kui ka interdistsiplinaarselt ja seeläbi muudab õppimise tulemuslikumaks.

### **Energia** kui raamidee

Energia on nii distsiiplinaarne kui ka interdistsiplinaarne raamidee, mis hõlmab kõiki loodusteaduste valdkondi (Duit, 2014; Opitz, Neumann, Bernholt & Harms, 2019).

Duit (2014) ütleb, et võimatu on ülehinnata energia kontseptsiooni olulisust loodusteadustes, kuna see võimaldab integreerida mitmeid teadusdistsipliine, sest energia on võtmetähtsusega nii bioloogias, keemias, füüsikas kui ka maateadustes. Kuna energia on loodusteaduste õpetamise keskne teema, aga seob loodusteadused ka tehnoloogia ning ühiskonnateadustega, siis seetõttu peakski energia olema üks raamideest (National Research Council, 2012; Duit, 2014).

## **Energia**

Feynman (Feynman, Leighton & Sands, 2011) ütleb oma loengus, et on oluline mõista, et me ei tea, mis energia on. Ta lisab, et meil on mõned valemid, et arvutada numbrilisi suuruseid, aga kuna energia on abstraktne, siis ei selgita need väärtused meile, mis energia on. Kuna energiat ei saa otseselt mõõta ja vaadelda, siis on seda keeruline defineerida ning enamikel teadlastel on enda jaoks asjakohane definitsioon, mis ei ole aga igas valdkonnas rakendatav (Lancor, 2015).

Makroskoopilisel skaalal avaldub energia mitmetes nähtustes, nagu liikumine, valgus, heli, elektri- ja magnetväljad ning soojusenergia. Energiat saab kõige paremini mõista mikroskoopilisel skaalal, kus seda saab modelleerida kas osakeste liikumisena või osakeste vahelisi vastastikmõjusid vahendavates jõuväljades (elektriline, magnetiline, gravitatsiooniline) talletatuna. Jõuväljade mõiste hõlmab ka elektromagnetkiirgust, nähtust, mille puhul väljadesse salvestatud energia liigub üle ruumi valgus- ja raadiolainetena ilma tugiaineta. (National Research Council, 2012). Energia erinevad avaldumise vormid avastati erineval ajal ja hakati teostama mõõtmisi erinevates ühikute ning läks aega, kuni mõisteti nendevahelisi seoseid (National Research Council, 2012; Quinn, 2014).

## **Energia neli keskset ideed**

Duit, kes on energia teema õpetamise uurimisega tegelenud palju aastaid, sõnastab neli energiakontseptsiooni põhiideed:

- energia jäävus,
- energia muundumine,
- energia ülekanne,
- energia kadu

(Duit & Haeussler, 2012).

Duit ja Haeussler (2012) selgitavad põhiideed lahti järgmiselt:

- *Energia jäävus* ja *muundumine* ehk idee, et energia hulk on konstantne ja toimub vaid muundumine ühest liigist teise, on teaduse keskmes olnud pikka aega. Energiast rääkides on oluline mõista, et energia kogus süsteemis ei muutu, erinev on ainult see, kuidas energia avaldub. Energia avaldumise vorme nimetame energia liikideks. Nendeks on elektrienergia, termiline energia, tuumaenergia, kiirgusenergia keemilise sideme energia ja mehaaniline energia, mille alaliikideks on kineetiline- ja potentsiaalne energia, jms.
- *Transport*. Kuigi energia on jääv suurus, muudab aga liiki ja „ilmub“ teises kohas, siis on oluline rääkida energia ülekandest.
- *Energia kadu*. Olenemata sellest, millist suletud süsteemis toimuvat protsessi kirjeldatakse, kus energia hulk ei muutu, siis kasuliku energia hulk kahaneb ehk väheneb suletud süsteemis aset leidvate protsesside arv. Seda nimetatakse energia kaoks. Autorid leiavad, et energia teema õpetamisel keskendutakse peamiselt energia jäävusele ja energia kaost räägitakse vähe või üldse mitte, ning et see ei aita õpilastel energia jäävust korrektselt mõista. Tähtsustades ka energia kao õpetamist aitab see reaalelus toimuvatest protsessidest paremini aru saada ning mõista ühiskonnale vajalike tehnoloogiate arengut ja probleeme. (Duit & Haeussler, 2012).

Ka Eesti gümnaasiumites kasutatavas mehaanika õpikus „Mehaanika: dünaamika, perioodilised liikumised“ (Peil, 2017) selgitatakse õpilastele, et energia jäävus on üldine looduseadus, mis puudutab kõiki nähtuseid ja tuuakse välja energia jäävuse ja muundumisega otseses seoses olevad nähtused looduses ja tehnikas: energia saamine, energia kasutamine, energia salvestamine, energia transport.

### **Energia teema õpetamine**

Energia on üks olulisemaid mõisteid loodusteadustes, aga eri distsipliinides on energia käsitlemises sisulisi erinevusi. Näiteks räägitakse füüsika tunnis energia jäävusest, bioloogias aga energia kaost toiduahelas, keemias keskendutakse energiale, mis on keemilistes sidemetes salvestunud ning geograafias on fookus energia vool loodusressurssidest lõpptarbijateni, kuid õpilased ei seo sageli füüsika tunnis õpitavat energiat bioloogias, keemias ja geograafias õpitava energiaga. (Eisenkraft, Nordine, Chen, Fortus, Krajcik & Neumann, 2014). Kuigi energia teaduslik käsitus on kõigis distsipliinides sama, siis eri distsipliinidel on erinev fookus

ja energiast rääkides kasutatakse erinevat keelt, mis võib panna õpilased eeldama, et eksisteerivad erinevad energiakontseptsioonid (Opitz et al., 2019). Õpilased leiavad, et energia bioloogias ja energia füüsikas on erinev (Lancor, 2015), kuid õpetajate ülesandeks on aidata õppijatel mõista, et energia on seotud nii elukeskkonna ja elusolenditega, aga ka füüsilise maailmaga, ning et energia on eluslooduse ja eluta looduse süsteemides sama (Eisenkraft et al., 2014).

Õpetajate ees on keeruline väljakutse: kuidas õpetada energia käsitlust oma aines nii, et see on õpilastele piisavalt arusaadav, kuid energia olemus on siiski korrektselt esitatud; kuidas õpetada energia teemat nii oma distsipliini põhiideena kui ka valdkondi läbiva kontseptsioonina, sest peame ette valmistama teadlasi ja insenere, kes oskavad lahendada valdkondadeüleseid probleeme, mis muutuvad meie maailmas aina olulisemaks (Eisenkraft et al., 2014).

### **Energia õppekavas**

Energia teema on läbiv kõigis loodusainetes. Otsemalt või kaudsemalt on energia teemaga seotud bioloogia viis kursust: „Rakud“, „Organismid“, „Pärilikkus“, „Ökoloogia“, „Keskonnakaitse“ (14 teemat); geograafia kolm kursust „Rahvastik ja majandus ning mõju maailmamajandusele“, „Maa kui süsteem“, „Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid“ (20 teemat); keemia kolm kursust „Keemia alused“, „Orgaanilised ained“, „Anorgaanilised ained“ (13 teemat) ja füüsika 5 kursust „Sissejuhatus füüsikasse“, „Mehaanika“, „Elektromagnetism“, „Energia“ ning „Mikro- ja megamaailma füüsika“ (35 teemat) (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011). Kõige suurema osakaaluga on energia füüsika ainekavas, kuid ka teistes valdkonna ainetes on rohkelt teemasid, mille raames energia teemat käsitleda ning lõimingu kohti leida. Teemade tabel on esitatud lisas 1.

### **Energia igapäevaelus**

Teaduses on energia abstraktne matemaatiline idee, kuid sõna energia kasutatakse laialdaselt igapäevastes kontekstides ning sageli erineb see mingites aspektides teaduslikust tähendusest. Igapäevaselt räägime energiakasutusest ja energiatarbimisest, energia ostmisest energiaettevõtetele gaasi, nafta või elektri kujul ning energiatarbimise vähendamisest või toiduainete ostmisest, mis väidetavalt annavad kiiresti energiat. Selline kõnepruuk pole

teaduslik, kuid on mõjutatud teaduslikest ideedest, ent võib hägustada vahet energia teadusliku ja igapäevase tähenduse vahel. Kuigi peame energia teaduslikku ideed noortele õppijatele edastamiseks lihtsustama ja tagama, et see, mida me õpetame, oleks selge ja annaks kindla aluse hilisemaks täielikumaks arusaamiseks, siis peame vältima energia igapäevase ja teadusliku kasutuse segadust tekitavat segu. (Millar, 2005).

Cajas (1999) ütleb, et loodusainete sidumine igapäevase eluga tundub lihtne ja ihaldusväärne, aga tegelikkuses on see keerukas ja vähe uuritud. Ta toob ühe raskusena välja selle, et õpetajad kasutavad selgitusteks lihtsaid näiteid ja vahendeid (näiteks mõnest elemendist koosnevad vooluringid), mis on pigem printsiipide õppimiseks ja mudelite loomiseks, kuid igapäevaelus on süsteemid palju keerulisemad ja õpilastel on keeruline õpetajatelt saadud teadmisi igapäevaelu üle kanda. Irish ja Kang (2018), kes uurisid loodusteaduste õpetamise ja koolivälise kogemuse sidumist nii õpilaste kui õpetajate vaatepunktist, toovad välja, et kuna õpilased loovad harva ise seoseid koolivälise kogemusega, siis vajavad õpilased selleks õpetajate toetust, kuid õpetajad vajavad strateegiaid ja meetodeid, kuidas tõhusalt toetada. Cajas (1999) leiab, et üks lahendus võiks olla tehnoloogia õppe sidumine loodusainetega.

### **Varasemad uurimused**

See kui küsida õpilastelt energia definitsiooni ei ütle meile, kuidas õpilased energia kontseptsioonist aru saavad ning seepärast on uurimused keskendunud pigem õpilaste arusaamadele (Lancor, 2015). Enamasti on uuritud õpilaste arusaamasid ühe õppeaine raames, kuid vähe on uurimusi, mis käsitlevad õpilaste valdkondadeülest arusaama energiast (Opitz et al., 2019). Lancor (2015), kes uuris õpilaste energia arusaamasid metafooride kaudu, leidis, et õpilased kasutavad erinevate ainete lähtepunkte erinevates kontekstides, kuid (Opitz et al., 2019), kes uurisid õpilaste interdistsiplinaarset arusaama energiast, leidsid, et õpilased kasutavad pigem ühes aines omandatud arusaamist ka teistes distsipliinides.

Ka Eestis on uuritud energia õpetamisega seotud teemasid: õpilaste energia mõistest arusaamist ning selle arengut gümnaasiumi jooksul on uurinud Ehala (2019), geograafia ja füüsika integratsiooni võimalusi gümnaasiumis uurinud Niitsoo (2015) käsitles ka energia teema õpetamist ning Miilen (1997) on uurinud töö ja energia mõisteid üldhariduskoolis.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et energia on keskne mõiste kõigis loodusteadustes, aga omab olulist kohta ka inimeste igapäevases elus ning ootame, et õpilastel on kooli lõpetades integreeritud arusaam energiast. Selle arusaama kujunemise toetamiseks vajavad õpetajad strateegiaid, kuidas seda saavutada ning selle aluseks võiks olla teadmine, mis on õpilastele igapäevaelus oluline.

## Metoodika

Lähtuvalt magistritöö eesmärgist valiti käesoleva uurimuse meetodiks kvalitatiiv-kvantitatiiv meetod ehk *mixed*- meetod, mis võimaldab Johnsoni ja Christenseni (2010) sõnul uurida teemat nii kvalitatiivsete kui ka kvantitatiivsete meetoditega ning mõista perspektiive mitmekülgsemalt. Õunapuu (2014) sõnul võimaldab eri etappides erinevate uurimismeetodite kasutamine jõuda põhjalikuma mõistmiseni. Kvalitatiivne uurimisviis võimaldab mõista uuritavate personaalseid arusaamu (Johnson & Christensen, 2010) ning kvantitatiivne andmeanalüüs annab võimaluse võrrelda saadud tulemusi üksteisega. Seega on autori hinnangul *mixed*-meetod töö eesmärgi saavutamiseks sobilik.

## Valim

Magistritöö valimi koostamisel kombineeriti eesmärgipärase valimi strateegiat mugavusvalimi strateegiaga. Eesmärgipärase valimi puhul valib uurija uuritavateks oma teadmistest lähtuvalt kõige sobivamad isikud ning mugavusvalimi strateegia lubab valimisse kaasata lihtsamini kättesaadavad ja geograafiliselt lähemal asuvaid uuritavaid (Etikan, Musa & Alkassim, 2016). Valimi kriteeriumiks oli, et õpilane õpib gümnaasiumi 12. klassis. 12. klassi õpilased valiti uurimusse seetõttu, et kõigil uuritavatel oleks sarnane haridustaust ning vastavalt uurimuse läbiviimise ajale oli kõigil uuritavatel läbitud gümnaasiumi loodusainete kohustuslik programm, mis oli samuti uurimuse seisukohast oluline, sest võimaldas välistada, et õpilased ei ole mõnda teemat veel koolis õppinud.

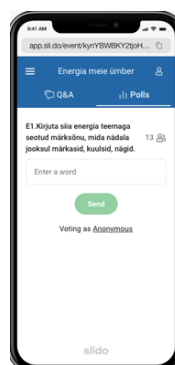
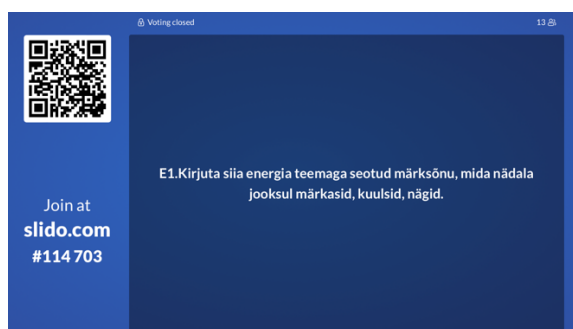
Uuritavateni jõuti läbi tuttavate füüsikaõpetajate. Ühendust võeti kahe õpetajaga ning mõlemad olid nõus lubama oma tundide ajal uurimust läbi viia. Mõlemal õpetajal olid uurimuseks sobivatel nädalatel tunnid kahe 12. klassiga. See võimaldas uurimuse käigus võrrelda ka samade õpetajate erinevaid klasse. Uurimus viidi läbi ühes Tartu linna gümnaasiumis ja ühes Tartumaa gümnaasiumis. Koolid tähistati koodidega E ja T vastavalt nädalapäevale, mil andmeid koguti ning klassid numbritega 1 ja 2.

## Andmekogumine

Andmekogumine toimus kahes etapis. Esmalt anti õpilastele ülesanne. Ülesanne oli sõnastatud järgmiselt: „Pane nädala jooksul kirja energiaga seotud tähelepanekud: mida märkad enda ümber, mida kuuled ja millest räägite pere või kaaslastega. Lisa juurde ka näide, märksõna või

selgitav kommentaar. Märkmete tegemiseks vali endale sobiv vahend: arvuti, telefon, paber või muu selline. Oluline on, et see on lihtsasti kättesaadav, et saaksid päeva jooksul märkmeid teha. Täienda oma nimekirja pidevalt nädala jooksul.“ Ülesande sõnastus arutati läbi juhendajaga ning seejärel lisati ülesande tekstile märkmete tegemise osa. Ülesande andmiseks läks uurimuse läbiviija uuritava grupi juurde füüsika tundi ning tunni lõpus selgitas õpilastele, mis uurimusega on tegu ning mida õpilastelt oodatakse. Õpilastele selgitati, et uurimuses osalemine on vabatahtlik, kuid oluline, et saada teada, kuidas õpilased energia teemat mõistavad ning seeläbi muuta koolis õpitav elulähedasemaks. Rõhutati ka, et kuigi ülesanne anti füüsika tunni ajal, siis oodatud on laiem energia käsitus ja õpilased ei pea piirduma füüsika tunnis käsitletuga. Samuti selgitati, et nädala pärast füüsika tunnis tegeleme nende kogutud andmetega kõik koos edasi. Kontakt õpilastega oli oluline, et vajadusel vastata tekkivatele küsimustele. Kahes klassis oli ühel õpilasel täpsustav küsimus. Mõlemal puhul oli sama küsimus: mis teemad on energiaga seotud? Sellele vastas uurimuse autor, et seda ongi huvitav teada saada, et kuidas sina energiat mõistad ning mis sinu jaoks energia teemaga seostub ja seega lisaselgitust energia teemade kohta ei antud. Ülesande andmine võttis tunnist 5 minutit aega.

Teises etapis koguti õpilastelt nädala jooksul tehtud ülestähendused kokku. Selleks kasutati taas füüsika tunni aega. Andmete kogumine toimus kahes osas. Esmalt paluti õpilastel siseneda oma nutiseadmega keskkonda Slido ning kirjutada väljadele märksõnadena nädala jooksul kogutud tähelepanekud (vt Joonis 1). Julgustati kasutama enda märkmeid. Uurimuse läbiviijal oli kaasas kaks nutiseadet, et laenata nendele õpilastele, kellel puudub vahend uurimuses osalemiseks (ühel õpilasel oli vaja nutiseadet laenata). Õpilased ei näinud tahvlil märksõnu enne, kui kõik olid oma vastused saatnud. Uurimuse läbiviija palus osalejatel panna nutiseade lauale, kui sisestamine on lõpetatud, et teada, millal osalejad on oma märksõnad esitanud.



**Joonis 1.** Märksõnade kogumise vahend tahvlil ja õpilase seadmes



Sõnapilve meetod võimaldab koguda kokku ja esitada statistiliselt liidetud märksõnu visuaalselt lihtsasti haaratavas vormis, mis on analüüsiks hea alguspunkt, kuid mille miinuseks on see, et sõnad liidetakse statistika põhjal ja ei võeta arvesse lingvistilisi sarnasusi, mis moonutab lõpptulemust (Heimerl, Lohmann, Lange & Ertl, 2014). Sõnapilve meetod võimaldas koguda õpilaste tähelepanekud kokku märksõnadena ning samal ajal andis sisendi teise andmekogumisosa küsimustikule. Teise osa küsimustiku koostamisel peeti oluliseks, et märksõnad, mille kohta õpilased hinnangu annavad, oleksid õpilase jaoks mõistetavad ning olulised ja seetõttu suunati õpilased valima märksõnu sõnapilvest, mis oli grupiga ühiselt koostatud. Valiku võimaluse andmisega sooviti suurendada õpilaste motivatsiooni küsimustikku täita, sest Ryan ja Deci (2000) sõnul suurendab valikute andmine autonoomia ja kompetentsuse tunnet ning seeläbi sisemist motivatsiooni.

Uurimus viidi läbi 2022. aasta aprillis, mil kõigil 12. klassidel oli käimas viimane tavapärase nädal koolis (järgnesid eksami konsultatsioonid ja eksamid) ning seega oli kogu kohustuslik kooliprogramm läbitud. Gruppidele E1 ja E2 anti ülesanne 8. aprillil. Kuna täpselt nädal hiljem oli riiklik püha ja tunde ei toimunud, siis koguti andmed 18. aprillil. Gruppidele T1 ja T2 anti ülesanne 12. aprillil ja andmed koguti täpselt nädala pärast 19. aprillil. 14. aprillil paluti õpetajatel saata õpilastele Stuudiumi kaudu meeldetuletus, mille eesmärk oli tuletada õpilastele meelde ülesannet, teavitada ka õpilasi, kes tunnis ei viibinud ning esitada ülesanne õpilastele ka kirjalikus vormis.

Esimeses etapis koguti 83 vastust ja teises etapis 80 vastust, millest annab ülevaate tabel 1. Esimesele ülesandele ei vastanud kohal olevatest õpilastest kolm õpilast ja teisele ülesandele ei vastanud 6 õpilast.

**Tabel 1.** Ülevaade uurimuse läbiviimisest ja osalenutest

Grupp	Ülesande andmine	Õpilasi tunnis	Andmete kogumine	Õpilasi tunnis	Vastanuid I etapis (sõnapilv)	Vastanuid II etapis (õppeained)
E1	08.04	15	18.04	15	13	15
E2	08.04	18	18.04	17	17	17
T1	12.04	25	19.04	25	25	24
T2	12.04	30	19.04	29	28	24
<b>Kokku</b>		<b>88</b>		<b>86</b>	<b>83</b>	<b>80</b>

## Andmeanalüüs

Analüüsi ettevalmistuseks korrastati gruppide sõnapilved. Kaks õpilast kirjutasid sõnapilve ühte lahtrisse rohkem kui ühe sõna või sõnaühendi. Üks õpilane kirjutas 5 sõna ja sõnaühendit, mille eraldas üksteisest komaga ja teine 29 sõna ja sõnaühendit, mille eraldas punktidega. Need jaotas autor eri sõnadeks ja sõnaühenditeks.

Sõnapilve loomise programm loeb erinevateks sõnadeks ka väikeste erinevustega üksused nagu näiteks suur ja väike algustäht (*Tuulepark; tuulepark*), kokku või lahku kirjutatud sõnad (päikese energia; päikeseenergia), erinevalt kirjutatud sõnad (*päikseenergia; päikeseenergia*) ning ainsuses ja mitmuses väljendatud sõnad (*päikesepaneel; päikesepaneelid*). Seetõttu oli vajadus korrastada klasside sõnapilved ja liita kokku selgelt sama tähendusega, kuid kirjaviisi tõttu erinevatesse lahtritesse jagatud sõnad. Samuti liideti kokku sõnad, millele õpilane oli lisanud selgituse. Näiteks sõnale *energiajook* lisati sõna *energiajook- tauriin, kofeiin*. Sünonüümisõnastik (2007) ütleb, et toit ja söök on sünonüümid ja seetõttu otsustati sõnapilves märksõnad *toit* ja *söök* ning nende väärtused liita. Samuti liideti märksõnad *trenn* ja *treening*, kuna ÕSi andmetel on *trenn* kõnekeelne vaste sõnale *treening*. Autor tegi ka järelduse, et sõna *mikrokas* all mõeldi mikrolaineahju ja need mõisted liideti.

Selles etapis veel tähendusi ei analüüsitud, vaid analüüsiti kirjaviisist tulenevaid erinevusi. Selleks kasutati programmi Excel otsingu akent, kuhu sisestati moodustunud nimekirjast järjest sõna tüvesid ning otsiti sarnaseid sõnu ning otsustati, kas tegemist on sama sõna erineva kirjaviisiga. Näiteks sõna *elekter* puhul sisestati otsingu väljale *elekt\**, et otsing leiaks üles lahtrid, kus on märksõna *elekter* kui ka *elektri*. Liitsõna puhul teostati otsing mõlema sõnaosa kohta. Näiteks sõna *lambipirn* kohta tehti kaks päringut: esiteks sisestati otsisõna *lam\**, et leida märksõnad *lamp* ja *lambi* ning seejärel sõna *pirn*, et leida märksõnad *pirn, pirni* jne. Kui klassi sõnade nimekirjas esines märksõna *toit*, siis teostati otsing ka sõna *söök* kohta ja vastupidi, et leida mõlemad sünonüümsed vormid.

Seejärel loodi eraldi tabel (vaata Lisa 3) kuhu koondati andmed kõigi klasside korrastatud tabelitest. Tabel järjestati tähestikulises järjekorras, mis võimaldas näha korduvaid sõnu. Funktsiooni summa kasutades liideti erinevatest tabelitest saadud samade sõnade väärtused kokku. Sõnad ja sõnaühendid, mis liideti eri gruppide tabelitest kokku, kirjutati läbiva



märgistati märksõna *tuumaenergia* ka teise koodiga: *energeetika liik*. Näiteks nimetati esimese uurimisküsimuse analüüsil koodid: *elektromagnetkiirgus*, *akustiline kiirgus*. Seejärel jagati saadud koodid sarnasuse alusel kategooriatesse. Näiteks toodud koodide liitmisel nimetati kategooria kiirgusenergia. Esimese uurimisküsimuse andmeanalüüsiga jätkates moodustus 31 koodiperekonda.

Kuna koodiperekondi tekkis koodidest väga palju ning kategooriaid ja alakategooriaid oli keeruline moodustada, siis oli vajalik kontseptuaalne redutseerimine. Kontseptuaalne reduktsioon võimaldab suruda informatsiooni piiratud hulka kategooriatesse ja jätta välja madala esinemissagedusega tunnused (Õunapuu, 2014). Antud andmestiku puhul oli see põhjendatud. Näiteks algselt loodi kategooria *tehnoloogia*, mis koondas endas alakategooriat *energeetika* ja ühte märksõna *tehnika*, seega oli põhjendatud loobuda sellest kategooriast ning liita need kategooria *tehislik* alla. Esimese uurimisküsimuse kategooriatest jäeti välja viis mõistet, mida ilma täiendavate küsimusteta ei saanud seostada energiaga, näiteks sõna *kraanikauss*.

Moodustunud kategooriaid oli võimalik sarnasuse alusel rühmitada. Seetõttu nimetati esialgsed kategooriad alakategooriateks ning alakategooriate grupeerimisel sarnasuse alusel moodustati kategooriad. Selliselt töötati läbi kogu andmestik, mille tulemusel moodustus esimese uurimisküsimuse alla neli alakategooriat, millest moodustati kaks kategooriat.

Lisaks sooviti kvalitatiivsele analüüsile lisada kvantitatiivne mõõde. Selleks laaditi QCAMap kodeerimise statistika, mis sisestati analüüsimiseks programmi Excel. Saadud tabeli korrastamisel oli tabelis info kategooriates, alakategooriates ning koodiperekondades esinenud märksõnade arvu ning esinemissageduse kohta. Seejärel liideti liigendtabeli (*PivotTable*) abil kategooriate tabeli ja õpilaste märksõnade sagedustabeli andmed ning saadi märksõnade arv koos esinemissagedusega.

Teisele uurimisküsimusele vastamiseks analüüsiti andmeid deduktiivse kvalitatiivse sisuanalüüsi põhimõttel, mis sobib andmete kõrvutamiseks üldtunnustatud teooriatega. Kategooriate moodustamise aluseks võeti energia neli kesksel ideed (Duit & Haeussler, 2012): energia jäävus, energia muundumine, energia ülekanne, energia kadu. Kuna Duit ja Haeussler (2012) toovad välja, et teaduse kontekstis on energia jäävus kesksel kohal, aga igapäevaelus ei ole energia jäävus nähtav, ent kuna uurimisküsimus keskendub õpilasi igapäevaelus

ümbritsevale, siis jäeti energia jäävus kategooriate hulgast välja. Seega loodi kategooriad *energia muundumine*, *energia ülekanne*, *energia kadu*. Kuna mõlemad õpetajad kasutasid õpikut „Mehaanika: dünaamika, perioodilised liikumised“ (Peil, 2017), siis oli uurimisküsimuse seisukohast oluline, kuidas õpilaste vastused jagunevad õpikus väljatoodud kategooriate vahel. Seetõttu loodi energia muundumise alla alakategooriad: *energia salvestamine*, *energia kasutamine*, *energia saamine*.

Enne kodeerima asumist sisestati teise uurimisküsimuse alla QCAmap andmeanalüüsi keskkonda loodud kategooriad: *energia salvestamine*, *energia ülekanne*, *energia kadu/hajumine*, *energia muundumine*, *energia saamine*, *energia kasutamine*. Seejärel jaotati õpilaste märksõnad etteantud kategooriatesse. Uurimuse usaldusväarsuse tõstmiseks kasutati teise uurimisküsimuse juures kaaskodeerija abi. Protsessides on kõik energiamuutused tasakaalustatud mõne muu energiamuutusega (igas süsteemis saab energiat üle kanda süsteemi komponentide vahel, süsteemisisesel liikumisel ja vastastikmõju energia vahel või seda saab üle kanda süsteemi sisse või välja) ning energia jälgimine nõuab kõigi süsteemis toimivate muutuste jälgimist (Quinn, 2014). Kuna õpilaste märksõnad olid komplekssete süsteemide kohta, kus kõigi energia liikide vaheldumist oli keeruline jälgida, siis on õpilaste märksõnade paigutamine kategooriatesse subjektiivne ning arutelud kaaskodeerijaga olulised, et reliaablust suurendada. Kategooriasse jagamisel valiti kõige põhilisem muutus otsustamise aluseks. Näiteks märksõna *aku* juures on oluline ka protsess, kus elektrienergia muundub keemiliseks energiaks, aga olulisemaks peeti, et energia salvestatakse ning võimaldatakse salvestatud energiat hiljem kasutada.

Algselt oli kodeerija ja kaaskodeerija koodides erinevus 10,5%. Erinevused arutati läbi ning muudeti esialgset koodi 13 juhul, 6 juhul jäi esialgne kood ning 3 juhul sai märksõna 2 koodi ja ühel juhul 3 koodi. Näiteks märksõna *muusika* oli autori poolt paigutatud kategooriasse *ülekanne*, sest helilaine abil kantakse energiat heli allikast kuulajani. Kaaskodeerija paigutas märksõna *muusika* kategooria *energia kasutamine* alla, sest muusika on helilaine kasutamine, et saada meelelist elamust ning oluline on, et kõrvast kantakse võnked närviimpulsse kasutades edasi kuulmisnärvi. Arutelu tulemusel paigutati märksõna *muusika* kahte kategooriasse, sest mõlemad protsessid on energia seisukohast võrdselt olulised.

Teises etapis Google Forms küsimustikuga kogutud andmed laeti andmed Excel andmeanalüüsi programmi. Kõigepealt järjestati märksõnad tähestiku järjekorda, mis

võimaldas vaadelda nimetatud märksõnu ükshaaval. Samad märksõnad loeti kokku Exceli automaatset loendamise funktsiooni kasutades (selekteeritud lahtrite arv olekuribal). Seejärel COUNTIF funktsiooniga loeti kokku iga märksõna juures nimetatud sõnad füüsika, bioloogia, keemia, geograafia ning sisestati väärtus tabelis vastavasse lahtrisse. Käsitsi täideti lahtrid, kus õpilane oli valinud ainult ühe õppeaine või valinud kõik õppeained. Funktsiooni protsent kasutades arvutati välja iga väärtuse protsent konkreetse märksõna esitamissageduse kohta. Seejärel valiti edasiseks analüüsiks välja märksõnad, mida oli valinud kolm või rohkem õpilast.

### **Eetika ja usaldusväärsus**

Uurimuse kavandamisel analüüsiti eetilisi aspekte ning arvestati uurimuse läbiviimisel. Lapsevanemate luba ei küsitud, sest 12. klassi lõpuks on õpilased täisealised, kuid õpilastele selgitati, miks uurimust läbi viiakse, mida andmetega tehakse, et andmeid kogudes ei koguta vastajate taustaandmeid ehk vastamine on anonüümne, kooli nime samuti töös ei avalikustata ning vastamine on vabatahtlik. Õpilasi motiveeriti vastama selgitusega, et uurimuse põhjal on võimalik muuta õppesisu õpilaste jaoks relevantsemaks ja huvitavamaks.

Kuna uurimus viidi läbi füüsika tunni ajal, siis peeti oluliseks, et õpilaste võimalus õppida ei väheneks. Seetõttu planeeriti sõnapilvede põhjal igas grupis lühike arutelu, kus õpilased said vaadata kogunenud märksõnu ning lühidalt avaldada arvamust enda või teiste pakutud märksõnade ja seose kohta energiaga. Arutelud pakkusid võimalust näha erinevaid vaateid energia ja igapäevase elu seostele ning väikest sissevaadet teadusesse ja teaduse uurimismeetoditesse. Eelnevalt arutati eeldatav ajakulu läbi gruppide õpetajatega ning õpetajad olid veendunud, et uurimusega seonduvatele tegevustele kuluv aeg ei mõjuta õpieesmärkide saavutamist.

Andmeanalüüsi usaldusväärsuse suurendamiseks arutati esimese uurimisküsimuse kodeerimistulemused kaaskodeerija abiga läbi ning teise uurimisküsimuse juures paluti kaaskodeerijal märksõnad kodeerida ning arutati tulemuste üle. Kaaskodeerijaks oli uurimisteamiga erialaselt seotud Eesti kõrgkooli õppejõud.

Kuna autor ei ole kõigi loodusainete ekspert, siis paluti abi kuult gümnaasiumi loodusteaduste õpetajal, et määratleda energiaga seotud teemad eri loodusainetes.

## Tulemused ja analüüs

Magistritöö eesmärk oli välja selgitada 12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus. Järgnevalt esitatakse tulemused uurimisküsimuste kaupa kategooriate alusel. Tulemusi kinnitatakse näidetega õpilaste märksõnadest, mis on esitatud kaldkirjas.

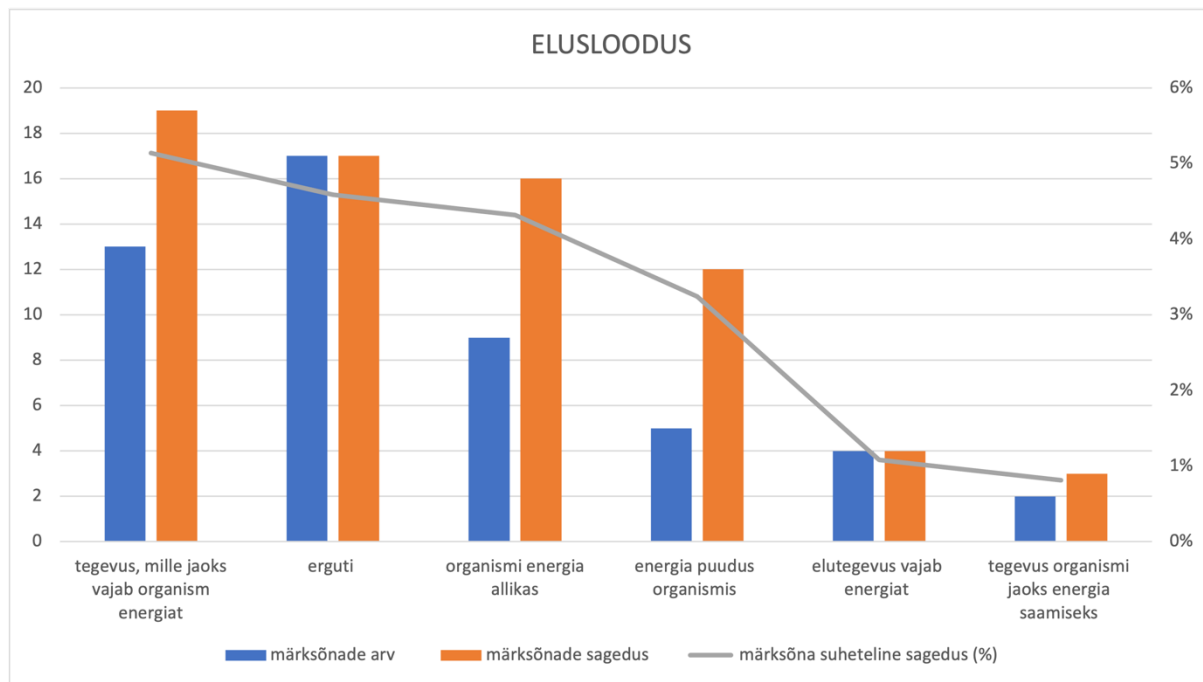
### Energia õpilaste igapäevaelus

Esimese uurimisküsimusega sooviti teada, kuidas seostavad 12. klassi õpilased energiat igapäevaeluga. Andmeanalüüsi tulemusel moodustus 2 kategooriat ja 4 alakategooriat (vt Tabel 2).

**Tabel 2.** Õpilaste märksõnade põhjal loodud kategooriate ja alakategooriate sagedustabel (märksõnade arv / märksõnade sagedus / märksõna suheteline sagedus (%))

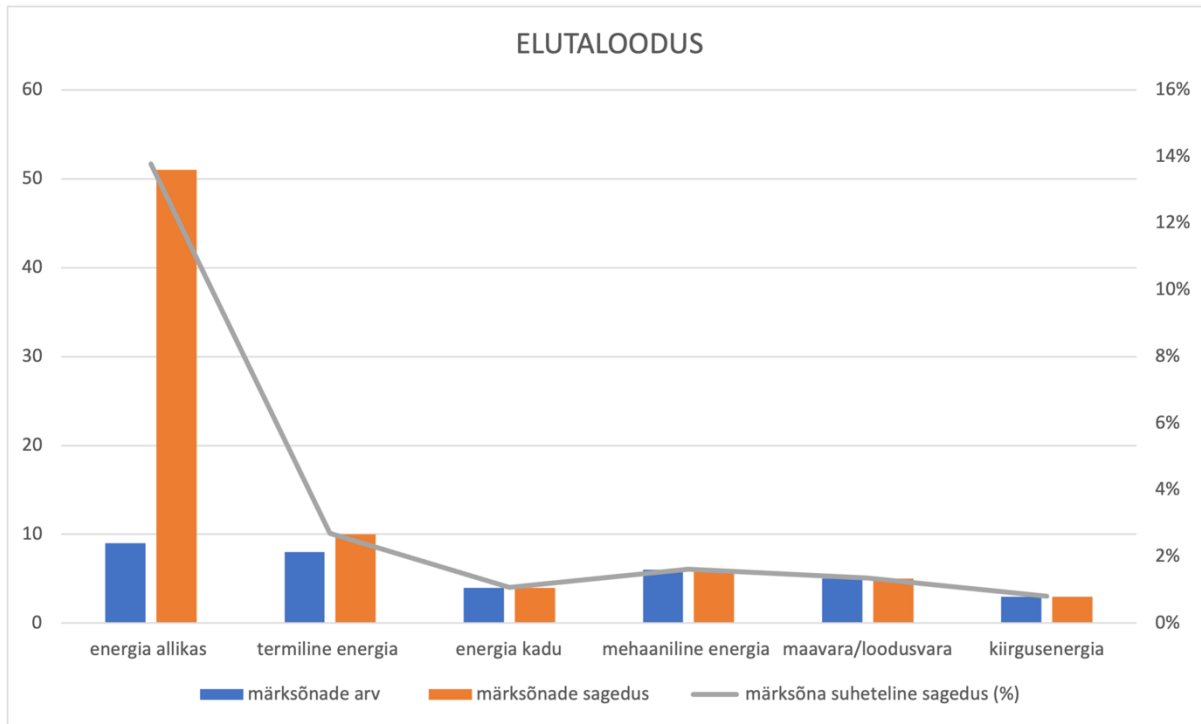
Kategooria	Alakategooria
<b>LOODUS</b> 81 / 163 / 44,05%	ELUSLOODUS 43 / 73 / 19,73%
	ELUTA LOODUS 35 / 86 / 23,24%
<b>TEHISLIK</b> 110 / 198 / 53,51%	SOTSIAAL- MAJANDUSLIK 22 / 27 / 7,30%
	ENERGEETIKA 87 / 170 / 45,95%

Kuigi looduse ja tehisliku maailmaga seotud märksõnu nimetasid õpilased enamvähem võrdselt, siis moodustasid energeetika alakategooria märksõnad 46% õpilaste märksõnadest. Alakategooriate sagedustabelid koos näidetega on esitatud lisa 4.



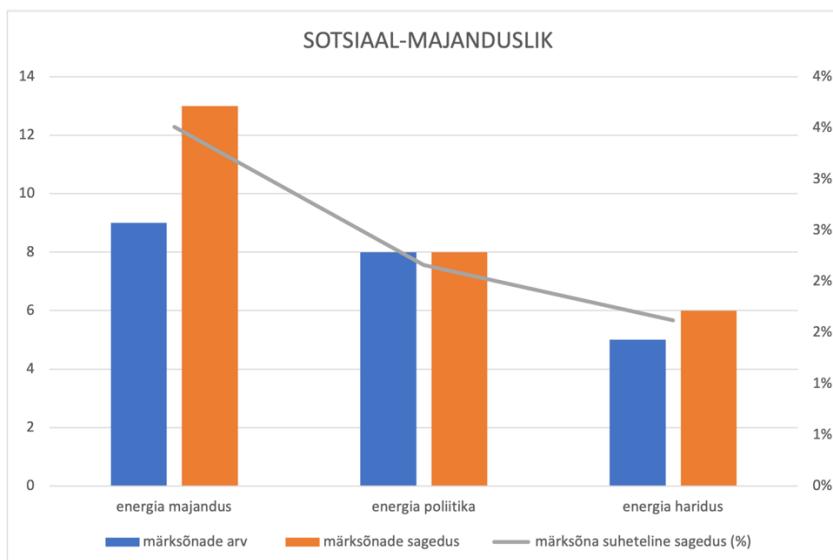
**Joonis 5.** Alakategooria elusloodus koodiperekondade sagedusjaotus

Alakategooria elusloodus koondas enda alla 6 koodiperekonda (vt Joonis 5). Selles alakategoorias nimetasid õpilased kõige rohkem erinevaid märksõnu ergutitena (*energiajook, kofeiin*) ja kõige rohkem seostus energia teema märksõnade sagedust aluseks võttes tegevustega, milleks organism energiat vajab (*treening, kõndimine*). Samuti toodi välja organismi energia allikaid (*toit/söök, burger*) ning ka märksõnu, mis viitavad sellele, et organismis on energia puudus (*väsimus*).



**Joonis 6.** Alakategooria eluta loodus koodiperekondade sagedusjaotus

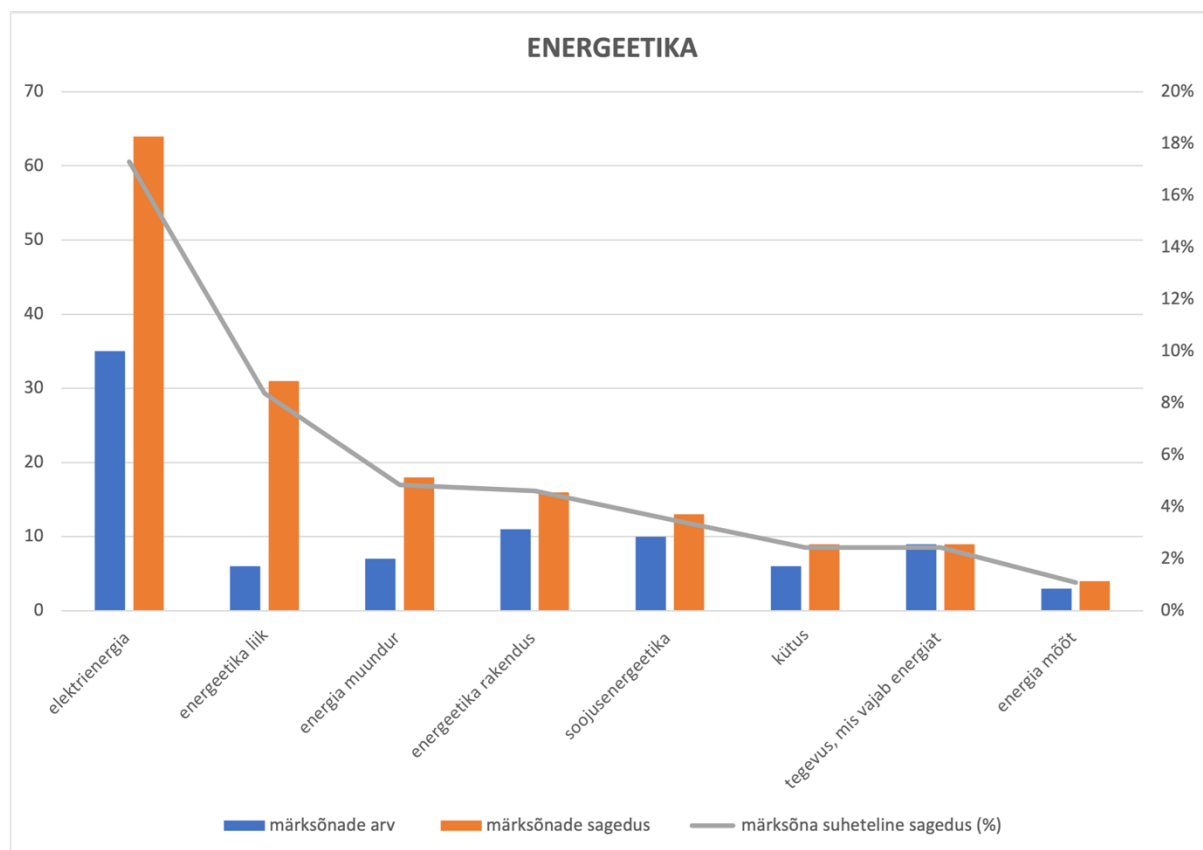
Alakategooria eluta loodus koondas enda alla 6 koodiperekonda (vt Joonis 6) ning siin paistab silma, et kõige rohkem leidsid õpilased seoseid energiaallikatega (*tuumaenergia, Päike*). Kõigis eluta looduse koodiperekondades nimetati suhteliselt vähe erinevaid märksõnu.



**Joonis 7.** Alakategooria sotsiaal-majanduslik koodiperekondade sagedusjaotus

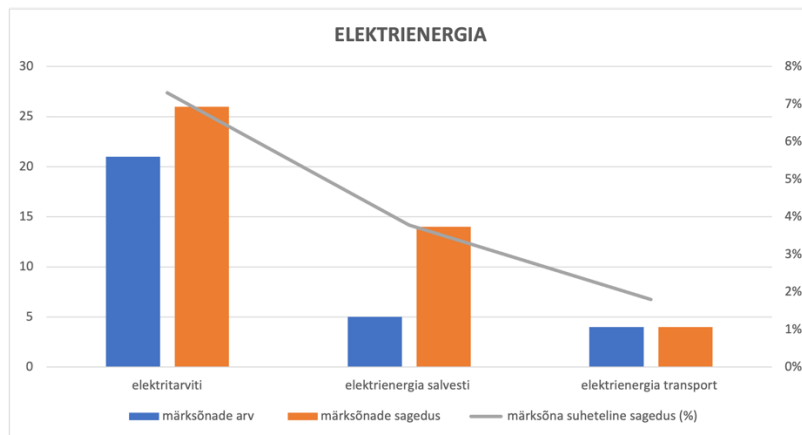
Alakategoorias sotsiaal-majanduslik (vt Joonis 7) nimetasid õpilased energia majanduse alla kuuluvaid märksõnu (*elektri hind, energia kriis*), energia poliitika alla kuuluvaid märksõnu

(Eesti loobub Venemaa gaasist) ja energia hariduse märksõnu (füüsika tund). Kuigi kogu alakategooria sotsiaal-majanduslik moodustab väikese osa üldhulgast, siis saab välja tuua, et õpilased on nimetanud siin erinevaid märksõnu energiatarbimise hinna ja selle kallinemise kohta ning koos energiapoliitika märksõnadega peegeldavad vastused hetkel ühiskonnas toimuvaid protsesse.



**Joonis 8.** Alakategooria energeetika koodiperekondade sagedusjaotus

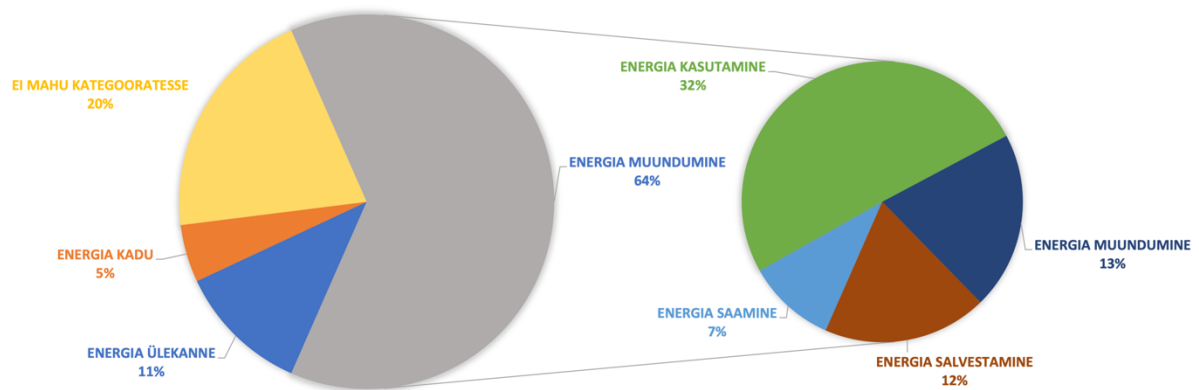
Alakategooria energeetika märksõnad (vt Joonis 8) moodustasid peaaegu poole kogu märksõnadest, millest omakorda suure osa moodustavad elektrienergia alla paigutuvad märksõnad (vt Joonis 9) nagu erinevad elektritarvitid (*lamp*), kodumasinad (*mikrolaineahi*), ja energiasalvestid (*patareid*). Energeetika alakategoorias nimetati sageli, kuid vähe erinevaid, energia liike (*tuumaenergia*, *päikeseenergia*) ja energia muundamisega seotud märksõnu (*päikesepaneelid*, *tuulegeneraator*). Energeetika rakenduste all kirjutasid õpilased suhteliselt palju erinevaid märksõnu, mis oli enamasti tänu erinevatele transpordivahenditele (*auto*, *buss*, *lennuk* jne). Soojusenergeetika all toodi välja erinevaid hoonete kütmisega seotud märksõnu (*õhksoojuspump*, *ahju kütmine*). Kütus moodustas väikese osa (2,4%) märksõnadest ja rohkem kui pooled kirjutasid märksõnaks *kütus* ja üksikud täpsustasid *bensiin*, *diisel*.



**Joonis 9.** Koodiperekond elektrienergia sagedusjaotus

Kõigi koondperekondade võrdlusest (vt Joonis 10) tuleb välja, et õpilased nimetasid kõige sagedamini energia allikaid ja energeetika liike ning suhteliselt sageli ka energia muunduritega seotud märksõnu. Sagedamini mainitud on ka eluslooduse kategooriasse paigutuvad elusorganismidega seotud koodiperekonnad: tegevused, milleks vajatakse energiat ja organismi energia allikad ning ergutid, aga ka energia puudusega seotud märksõnad. Samuti on suhteliselt sageli mainitud märksõnad seotud elektritarvitite ja -salvestitega ning energia majandusega. Samas on vähe nimetatud maavarasid ja loodusvarasid, kütuseid ja transpordivahendeid.





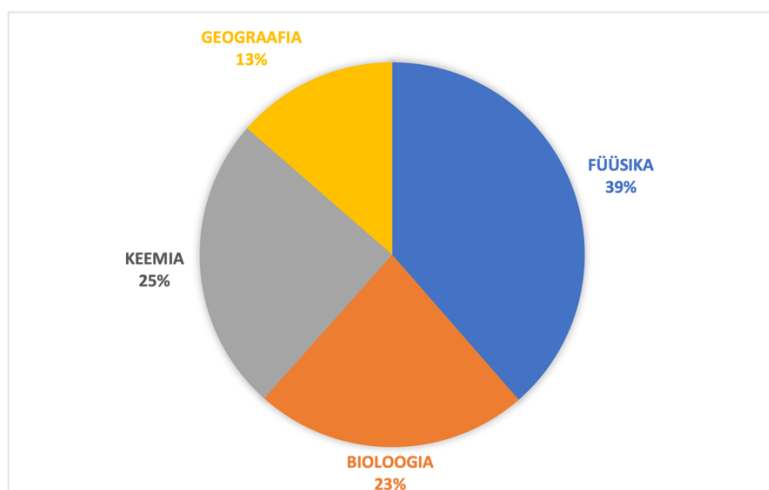
**Joonis 11.** Õpilaste väljatoodud märksõnade jagunemine nelja keskse idee vahel

Olulisena saab veel välja tuua, et umbes 97% õpilaste mõistetest jaotus energia teadusliku käsitluse alla, umbes 2% pseudoteaduse alla (*mõttejõud, paranormaalsus*) ja umbes 1% märksõnadest ei osatud ilma täpsustavate küsimusteta siduda energia teemaga (*kraanikauss, vesi*).

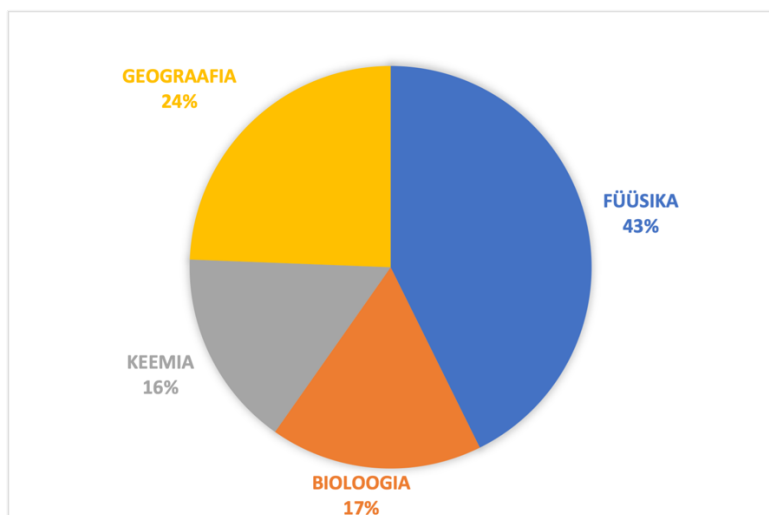
### **Energia loodusainetes**

Teise uurimisküsimusega sooviti teada, kuidas tajuvad 12. klassi õpilased energia teemaga seotud igapäevaelu märksõnade seotust eri loodusainetega. Küsimustikule „Energia meie ümber“ vastas 80 õpilast ning hinnangu andmiseks valiti 67 märksõna. Analüüsimiseks valiti välja vähemalt kolm korda esitatud märksõnad, mida oli 28. Tulemused on esitatud lisa 5. Vähemalt kolm korda valitud märksõnadele andsid õpilased hinnangu kokku 331 korral. Järgnevalt antakse ülevaade õpilaste valikutest märksõnade jaotamisel valdkonna õppeainete vahel.

Füüsika valdkonda liigitasid õpilased märksõnad 230, keemia valdkonda 148, bioloogia valdkonda 137, geograafia valdkonda 81 korral (vt Joonis 12). Kui võrrelda Gümnaasiumi riikliku õppekava (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011) põhjal koostatud nimekirjaga teemadest, mis annavad võimaluse õppeainetes energia teemaga tegeleda, siis füüsikas on selleks 35 teemat, keemias 13 teemat, bioloogias 14 teemat ja geograafias 20 teemat (vt Joonis 13) (vaata Lisa 1).



**Joonis 12.** Õpilaste hinnangud märksõnade jaotusele loodusainete vahel



**Joonis 13.** Energiaga seotud teemade jaotus õppekavas

Olulisena võib välja tuua, et õpilased liigitasid suhteliselt palju märksõnu ühe õppeaine valdkonda kuuluvaks (44%). Näiteks 8 (16%) õpilast liigitas märksõna *Päike* ainult füüsika valdkonda kuuluvaks, 1 õpilane (2%) ainult keemia ning 2 (4%) õpilast ainult geograafia valdkonda kuuluvaks. Ainult keemia valdkonda liigitas 10 õpilast (56%) märksõna *energiajook*, 10 õpilast (36%) märksõna *kütus* ja 3 õpilast (30%) märksõna *patarei*. Ainult füüsika teemaks liigitas 20 õpilast (61%) märksõna *elekter*, 7 õpilast (54%) märksõna *päikesepaneel*, 6 õpilast (46%) märksõna *auto* ja 17 õpilast (40%) märksõna *tuumaenergia*. Ainult bioloogia teemadeks liigitas 9 õpilast nii märksõna *väsimus* (75%) kui *magamine* (82%), märksõna *patarei* 2 õpilast (20%) ja märksõna *söök* 7 inimest (88%). Ainult geograafia teemaks liigitas märksõna *Päike* 2 õpilast (4%) ja märksõna *tuul* 2 õpilast (17%).

28 õpilast (8%) liigitas mõne märksõna kõigi õppeainete valdkonda kuuluvaks. Näiteks 11 õpilast (22%) liigitas märksõna *Päike*, 6 õpilast (21%) märksõna *kütus*, 3 õpilast (9%) märksõna *elekter*, 3 (7%) märksõna *tuumaenergia*.

Oluline on ka see, kui õpilased ei nimetanud õppeaineid märksõnade juures, mis Gümnaasiumi riikliku õppekava (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011) järgi on ainekava osa. Näiteks õpilastest vaid 9 (21%) liigitas märksõna *tuumaenergia*, 24 (48%) märksõna *Päike*, 20 (18%) märksõna *elekter* geograafia teemaks. 28 õpilasest 26 (93%) liigitas märksõna *kütus* keema valdkonna teemaks, kuid vaid 16 (57%) füüsika ja 9 (32%) geograafia teemaks. Samas ei suuna bioloogia ainekava teemat *kütus* käsitlema, kuid 11 õpilast (39%) selle märksõna bioloogia valdkonda paigutasid.

## Arutelu ja järeldused

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli selgitada välja 12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus. Cajas (1999) on leidnud, et igapäevaelus on süsteemid palju keerulisemad, kui õpetajad näidetena toovad ning koolist saadud teadmisi on keeruline igapäeva praktikatega siduda. Ka käesoleva uurimuse märksõnad, mille õpilased välja tõid on pigem kompleksed süsteemid. Irish ja Kang (2018) ütlevad, et õpilastel on iseseisvalt keeruline luua seoseid koolis õpitu ja igapäevaelu vahel ning nad vajavad õpetajate tuge ja õpetajad vajavad strateegiaid, kuidas õpilasi toetada. Praegune uurimus on toonud välja teemad ja märksõnad, mis õpilaste igapäevaelus energia teemaga seostuvad ning see pakub võimaluse arendada selle põhjal välja strateegiaid, õppemeetodid ja õppevahendid, mis toetavad õppijaid sisemise lõimingu saavutamisel ehk energia teema mõistmisel ja rakendamisel. Seega on uurimus oma eesmärgi täitnud ning esimesele uurimusküsimusele – Kuidas seostavad 12. klassi õpilased energiat igapäevaeluga? – on saadud vastus.

Mitmed autorid leiavad, et energia on nii distsiplinaarne kui ka interdistsiplinaarne raamidee, mis hõlmab kõiki loodusteaduste valdkondi (Duit, 2014; Opitz et al., 2019). Õpilaste väljatoodud märksõnad olid enamasti valdkondade ülesed ja see loob hea eelduse eri õppeainete ja õpilaste igapäevaste kogemuste sidumiseks energia teema õppimisega. Mitmed õpilaste märksõnad seostusid kõigi nelja loodusteadusega, kuid õpilaste vastused ei peegeldanud, et õpilased seda nii tajuvad. Autori arvates võimaldab õpilaste kooliväliste kogemustega arvestamine, mida õpilased väljendasid märksõnade kaudu, parandada loodusainete ülestest seoste loomise võimalusi ning saavutada Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011) seatud vaatlemis ja analüüsi oskused loodus-, tehis-, ja sotsiaalkeskkonnas. Samuti toetab õpilaste igapäevaeluliste näidete arvestamine võimet mõista keskkonda, kui terviksüsteemi ning oskust omandatud teadmiste tuginedes teha põhjendatud otsuseid ja lahendada loodusteaduslikke probleeme, sest nagu ütleb Gustavsson (2000) suudame õpitud rakendada tekib vaid isiklikult integreeritud teadmiste puhul.

Kuigi gümnaasiumi kohustuslikest kursustest on geograafias energia teema füüsika järel kõige rohkem esindatud (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011), siis õpilaste hinnanguid analüüsides see välja ei tulnud ja õpilased seostasid märksõnu geograafiaga vähe. Autori arvates võib see olla seotud asjaoluga, et geograafias käsitletakse teemasid laiemalt maailma kohta ja õpilastel ei ole tekkinud seost enda igapäevaeluga.

Gümnaasiumi riiklik õppekava (Gümnaasiumi riiklik õppekava ..., 2011) seab eesmärgiks arendada vaatlemis ja analüüsioskuseid nii loodus-, tehis-, kui ka sotsiaalkeskkonnas. Ka õpilased tõid välja mitmeid sotsiaal-majanduslikke märksõnu ja mitmed märksõnad peegeldasid hetkel ühiskonnas olulisi teemasid, mis tõstatab küsimuse, kui palju loodusteaduslikest ainetest väljapool energia teemat käsitletakse või jääb kogu energia sotsiaalsete ja majanduslike külgede käsitlemine geograafia aine kanda ning kui palju loodusainetes hetkel olulisi ühiskondlikke teemasid õppe sisuga seotakse. Samuti andsid õpilaste vastused märku, et hetkel ühiskonnas olulised teemad on tähtsad ka õpilastele ning õpetajad saavad päevauudiseid ning ühiskonnas käimasolevaid debatte oma tundide planeerimisel arvesse võtta.

Kui võrrelda õpilaste märksõnu energia nelja keskse ideega (Duit & Haeussler, 2012), siis on märksõnad selgelt energia praktilise kasutamise poole kadu. Ühel poolt on see esitatud küsimustega seotud, sest õpilastel palutigi teha tähelepanekuid elust enda ümber, kuid siiski võib tuua välja, et energia ülekandega seotud tähelepanekuid tõid õpilased vähe välja ja nagu teooriaga tõdes ei jõua energia kaoga seotud arusaamine õpilasteni, mis tuleb välja ka selle uurimuse jaotusest, kus vaid 5% märksõnadest on seotud energia kaoga. Terviklikku arusaama energiast toetab kõigi aspektide mõistmine ning tervikpildi kujunemist saab õpet planeerides toetada. Samas 20 % õpilaste vastuseid ei olnud loodusteadusliku sisuga, mis veelkord näitab, et teiste valdkondade toetus energia teema õpetamisele oleks oluline.

Võttes kokku õpilaste märksõnade liigitamise vastused, võib märgata suurt ebahühtlust. On märksõnu, mida õpilased tajuvad pigem valdkondade ülesena ja seda näitab ka õppekava analüüs, kuid on ka märksõnu, mida õpilased tajuvad pigem ühe valdkonna teemana, kuid õppekavas on erinevate õppeainete õppesisus. Samuti ei tajunud õpilased mitmete märksõnade seotust geograafia kesksete teemadega. Seega teisele uurimisküsimusele – Kuidas tajuvad 12. klassi õpilased energia teemaga seotud igapäevaelu märksõnade seotust eri loodusainetega? – saadi vastus osaliselt ning edaspidi võiks seda küsimust täpsemalt uurida.

Samuti võib käesoleva uurimuse põhjal teha järelduse, et õppekava toetab energia teema valdkondade üle käsitlemist osaliselt. Ühelt poolt võimaldavad teemad käsitleda energiat erinevates ainetes ning ka siduda õpilaste igapäevaeluga. Teiselt poolt ei ole teemad selgelt ainete vaheliseks tervikuks seotud ning palju sõltub sellest, kas õpetajad teevad koostööd ning

kui palju õpetajad pööravad tähelepanu teiste loodusainete õppesisule ja kasutatavatele mõistele. Cajas (1999) leiab, et üks võimalus erinevates õppeainetes käsitletud energia teemade lõiminguks võiks olla tehnoloogia õppe sidumine loodusainetega. Käesoleva töö autor toetab seda mõtet, sest ootame ju, et õpilased suudaksid omandatud teadmisi praktikas kasutada.

Töö autor toob välja käesoleva magistritöö piiranguna, et õpilastele anti ülesanne füüsika tunni ajal ning see võis mõjutada õpilasi mõtlema pigem füüsikaga seotud teemadele, nähtustele ja protsessidel, kuigi uurimuse alguses rõhutati, et õpilased mõtleksid laiemalt energia teemale ja ei laseks ennast segada füüsika tunni kontekstist. Kuna kõigil gruppidel oli lõppemas kursus „Mikro ja megamaailma füüsika“, siis võis see tulemusi moonutada. Ühes grupis oli märksõna tuumaenergia kõige sagedamini nimetatud märksõna, samas teistes (ka sama õpetaja teises grupis) ei olnud tuumaenergia kõige sagedasem märksõna. Kuna tuumaenergia jagati kahte kategooriasse ja see oli suhteliselt sage märksõna, siis moonutab see üldtulemust.

Nagu ütleb Duit (1984), kes uuris õpilaste arusaamu energiast, siis me ei tea, mida õpilane mõtles, kui kirjutas just selle märksõna, kuid see võimaldab siiski koguda kokku informatsiooni, mis õpilastele energia teemaga seostub. See on ka selle töö üks piiranguid, et tegelikult ei ole teada, mida õpilased täpselt mõtlesid või kuidas energia nende jaoks kirjutatud märksõnaga seostub. Duit (1984) lisab, et üks võimalus oleks uurimust täiustada, et õpilased kasutaksid oma märksõna lauses. See olekski üks uurimuse edasisi arendamise võimalus.

Käesoleva töö põhjal on valdkonnas võimalik planeerida edasisi uurimusi, millele tuginedes oleks võimalik parandada loodusvaldkonna ainetevahelist lõimingut, edendada õpetajate koostööd ning luua ja arendada energia teema õpetamist toetavaid materjale.

## Kokkuvõte

Maailm on kompleksne süsteem ja järeltulevad põlvkonnad peavad olema valmis lahendama globaalseid ja eri teaduste piire ületavaid probleeme. Kasvanud energiatarve, on tõstnud energia teema ülemaailmsesse fookusesse ning on üks suuri tuleviku väljakutseid. Energia on keskne mõiste kõigis loodusainetes, mis läbiva teemana ehk raamideena võimaldab valdkonna sisest lõimingu. Õpilased ootavad, et õpitav oleks seotud nende igapäevaeluliste teemadega ning seetõttu on oluline uurida, millised on õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus.

Uurimus keskendus gümnaasiumit lõpetavatele 12. klassi õpilastele. Uurimuses paluti õpilastel nädala jooksul teha energiaga seotud tähelepanekuid, mida nad märkavad enda ümber, mida kuulevad või millest räägivad pere ning kaaslastega. Seejärel koguti õpilastelt andmed sõnapilve meetodit kasutades. Saadud andmed kodeeriti ja kategoriseeriti, et leida valdkonnad, mis õpilaste igapäevaelus olulisemat rolli mängivad ning teemad, mis noori tänapäeval väga ei puuduta. Suur osa õpilaste vastuseid oli seotud energeetika valdkonnaga: energia allikad, energeetika liigid, energia tarvitid jms. Teise suure grupi moodustasid organismide energia vajadustega seotud teemad: organismi energia kasutamine, energia vajadus ja puudus. Seda teadmist saab õpetamisel arvesse võtta ning leida ka võimalikud lõimingu kohad eri loodusainetes.

Õpilaste andmeid võrreldi ka Duit ja Haeussleri (2012) sõnastatud energia nelja keskse ideega füüsikas, et võrrelda õpilaste märksõnu füüsika kesksete mõistetega. Õpilaste vastused olid suures osas energia muundamisega seotud, millest suure osa moodustasid energia kasutamise märksõnad. Energia ülekande ja energia kaoga oli seotud vähe märksõnu. Arvestatav osa õpilaste märksõnadest ei kuulunud energia loodusteadusliku käsitluse alla, mis näitab, et energia teemasid peaks käsitlema ka väljaspool loodusteaduseid, näiteks ühiskonnateadustes.

Õpilasi paluti jagada märksõnu ka loodusvaldkonna õppeainete vahel, et saada teada, kuidas õppekava toetab energia teema käsitlemist erinevates loodusainetes. Välja võib tuua, et õpilased jagasid märksõnad julgemalt füüsika valdkonda, sest ka õppekavas pakub füüsika ainekavas kõige rohkem teemasid energia käsitlemiseks. Samas geograafia valdkonda paigutati märksõnu üllatavalt vähe, kuigi energia teema on geograafia ainekavas olulisel

kohal. Olulisena tuli ka välja, et paljud õpilased liigitasid nähtused ja protsessid, mida käsitletakse mitmes või kõigis ainetes, ainult ühte ainevaldkonda kuuluvaks.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et uurimus täitis oma eesmärgi, sest andis ülevaate, kuidas õpilased energiat enda igapäevaelus näevad ning selle põhjal saab planeerida edasisi uuringuid, et osata veel paremini aidata õpilastel siduda teooriat praktikaga.

## Kirjanduse loetelu

- Barber, J. P. (2012).** Integration of learning: A grounded theory analysis of college students' learning. *American Educational Research Journal*, 49(3), 590-617.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000).** *How people learn* (Vol. 11). Washington, DC: National academy press.
- Cajas, F. (1999).** Public understanding of science: Using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-77. Külastatud <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/095006999290426?needAccess=true>
- Duit, R. (1984).** Learning the energy concept in school - empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics education*, 19(2). Külastatud <http://www.fisica.uniud.it/~stefanel/PFDS/EnergiaProblappr/Duitpev19i2p59.pdf>
- Duit, R. (2014).** Teaching and learning the physics energy concept. In *Teaching and learning of energy in K–12 education*(pp. 67-85). Springer, Cham.
- Duit, R., & Haeussler, P. (2012).** Learning and teaching energy. In *The Content Of Science: A Constructive Approach To Its Teaching And Learning* (pp. 197-212). Routledge.
- Ehala, A. (2019).** *Õpilaste energia mõistest arusaamine ning selle areng gümnaasiumi jooksul*. Publitseerimata magistritöö. Tallinna Ülikool.
- Eisenkraft, A., Nordine, J., Chen, R. F., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., & Scheff, A. (2014).** Introduction: Why focus on energy instruction?. In *Teaching and Learning of Energy in K–12 Education* (pp. 1-11). Springer, Cham.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016).** Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, 5(1), 1-4.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2011).** *The Feynman lectures on physics, Vol. I: The new millennium edition: mainly mechanics, radiation, and heat* (Vol. 1). Basic books.
- Gustavsson, B. (2000).** *Haridus kaasajal: hariduse võimalustest ja tingimustest kaasaegses ühiskonnas*. Tõravere: Eesti Vabariidusliit.
- Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011).** *Riigi Teataja I*, 14.01.2011, 2. Külastatud <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021> (31.05.2022).
- Gümnaasiumi riiklik õppekava Lisa 4 (2011).** *Riigi Teataja I*, 14.01.2011, 1. Külastatud [https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1290/8201/4021/2m\\_lisa4.pdf#](https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1290/8201/4021/2m_lisa4.pdf#) (31.05.2022).
- Harlen, W. (2015)** Working with Big Ideas of Science Education. Published by the Science Education Programme (SEP) of IAP. Külastatud

[https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/working\\_with\\_big\\_ideas\\_of\\_science\\_education\\_-\\_online\\_july\\_final.pdf](https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/working_with_big_ideas_of_science_education_-_online_july_final.pdf)

- Heimerl, F., Lohmann, S., Lange, S., & Ertl, T. (2014).** Word cloud explorer: Text analytics based on word clouds. *Hawaii international conference on system sciences*. (47) 1833-1842.
- Huber, M. T., & Hutchings, P. (2004).** *Integrative Learning: Mapping the Terrain. The Academy in Transition*. Washington: Association of American Colleges and Universities.
- Irish, T., & Kang, N. H. (2018).** Connecting classroom science with everyday life: Teachers' attempts and students' insights. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(7), 1227-1245. Külastatud <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-017-9836-0>
- Johnson, B., & Christensen, L. (2010).** *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. California: SAGE Publications.
- Kotkas, T., Rannikmäe, M. (2014).** Loodusteaduslik haridus Eestis ja lähiumbruses ühiskonna huvigruppide hinnangul. M. Rannikmäe, R. Soobard (toim) *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis*. (33-41) Tartu: Eesti Ülikoolide Kirjastus.
- Krajcik, J., & Delen, İ. (2017).** Engaging learners in STEM education. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 5(1), 35-58.
- Kuusk, T. (2010).** Õppeainete seostamisest õppekava lõimingu kontekstis. J. Jaani, & L. Aru (Toim), *Lõiming: lõimingu võimalusi põhikooli õppekavas* (lk 6-30). Tartu Ülikooli Haridusuuringute ja õppekavaarenduse keskus.
- Lancor, R. (2015).** An analysis of metaphors used by students to describe energy in an interdisciplinary general science course. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 876-902.
- Mansilla, V. B. (2005).** Assessing student work at disciplinary crossroads. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 37(1), 14-21.
- Miilen, E. (1997).** *Töö ja energia mõisted üldhariduskoolis ning käsitus 7. klassi loodusõpetuse kursuses*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Millar, R. H. (2005).** *Teaching about energy*. University of York. Külastatud [https://eprints.whiterose.ac.uk/129328/1/2005\\_Millar\\_Teaching\\_about\\_energy.pdf](https://eprints.whiterose.ac.uk/129328/1/2005_Millar_Teaching_about_energy.pdf)
- National Research Council. (2012).** *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

- Newell, W. H. (2010).** Educating for a Complex World: Integrative Learning and Interdisciplinary Studies. *Liberal Education*, 96(4), 6-11.
- Niitsoo, J. (2015).** *Geograafia ja füüsika integratsioon gümnaasiumi geograafias*. Publitseerimata magistritöö. Tallinna Ülikool.
- Opitz, S. T., Neumann, K., Bernholt, S., & Harms, U. (2019).** Students' energy understanding across biology, chemistry, and physics contexts. *Research in Science Education*, 49(2), 521-541.
- Peil, I. (2017).** *Mehaanika: dünaamika, perioodilised liikumised*. Tallinn: Maurus Kirjastus.
- Põhikooli- ja gümnaasiumi seadus (2010).** *Riigi Teataja I*, 2010, 41, 240. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/13332410> (31.05.2022).
- Quinn, H. R. (2014).** A physicist's musings on teaching about energy. In *Teaching and learning of energy in K-12 education*. (pp 15-36). Springer, Cham.
- Rannikmäe, M., Reiska, P., & Pedaste, M. (2017).** Loodusteaduslik haridus ja haridustehnoloogia. *Eesti Haridusteaduste ajakiri*, 5(1), 1-9.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000).** Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Semilarski, H., Soobard, R., & Rannikmäe, M. (2019).** Modelling students' perceived self-efficacy and importance towards core ideas and work and life skills in science education. *Science Education International*, 30(4), 261-273.
- Thomas, D. R. (2003).** A general inductive approach for qualitative data analysis. Külastatud <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.462.5445&rep=rep1&type=pdf>
- Õim, A. (2007).** *Sünnonüümisõnastik*. Tallinn: Pakett
- Õunapuu, L. (2014)** *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikool.

## Summary

The world is a complex system, and future generations need to be ready to solve global and interdisciplinary problems. The rising energy usage has brought energy into focus worldwide, and this will be one of the biggest challenges of the future. Energy is a notion central to all Natural Sciences: a ubiquitous theme and core idea which allows for integrative learning. Students expect that subjects taught be related to their everyday life. It is therefore important to investigate the students' comprehension of energy in their everyday life.

This study focused on 12th form, i.e. last year, gymnasium students. Within this study, students were asked to write down, during a week, their observations regarding different uses of the concept of energy, be it directly in their lives or in conversation with or amongst their families or peers. These keywords were collected afterwards from the students through the word cloud method. These data were further coded and categorised in order to find both those realms which play the most significant part in these students' everyday lives, and those which don't much influence contemporary youths. Most keywords given by students were related to the energy sector: energy sources, types of energy, electrical equipment, etc. Another large group included words linked to the energetical requirements of biological organisms: energy use, energy needs, and energy deficit. This knowledge may be considered when teaching and provides opportunities for integrative learning in different Natural Sciences.

The data from the students were also compared with the Duit and Haeussler (2012) classification, which provides for four central energy ideas in Physics, and were classified accordingly. The data were, for the most part, connected to the concept of energy transformation, and from these, most data were related to the sub-topic of energy use. Few of the keywords were related to either energy transport or energy loss. An important part of the data was not related to energy in the Natural Sciences' sense: this shows that the subject of energy must also be explored outside the realm of the Natural Sciences, for instance within the Social Sciences.

The students were also asked to classify the words by subject in the Natural Sciences, to see how the school program addresses the topic of energy in the different subjects. It can be said that the students tended to assign a larger part of the data to the subject of Physics because the school program presents the most energy-related themes within this subject. At the same time, the students attached very few data to the subject of Geography, even though the topic of energy holds a central place in the school program for Geography. It is also important to note, that

many students classified phenomena and processes which are studied under many or all of the Natural Sciences, as belonging to only one subject.

In summary, it can be said that the study fulfilled its goal because it provided an overview of how students see the subject of energy in their everyday life. This will provide a basis for further studies, with the goal of better understanding how to help students connect theory and practice more successfully.

## Lisad

### Lisa 1. Energia teemad gümnaasiumi õppekavas

Õppeaine	Kursuse nimi	Õppesisu
<b>Bioloogia</b>	Rakud	1. rakkude ehitus ja talitus
	Organismid	2. Organismide energiavajadus, energia saamise viisid autotroofsetel ja heterotroofsetel organismidel; 3. Organismi üldine aine- ja energiavahetus. ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes. 4. Hingamine kui organismi varustamine energiaga. 5. Fotosünteesi eesmärk ja tulemus. 6. Üldülevaade fotosünteesi valgus- ja pimedusstaadiumist ning neid mõjutavaist tegureist. 7. Fotosünteesi tähtsus taimedele, teistele organismidele ning biosfäärile. 8. Inimese energiavajadus ning termoregulatsioon.
	Pärilikkus	9. Valgusünteesis osalevate molekulide ülesanded ning protsessi üldine kulg
	Ökoloogia	10. Abiootiliste ökotegurite mõju organismide elutegevusele. 11. Ökosüsteemi struktuur ning selles esinevad vastastikused seosed. 12. Toiduahela peamiste lülide – tootjate, tarbijate ja lagundajate – omavahelised toitumissuhted. 13. Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus
	Keskkonnakaitse	14. Teaduslike, majanduslike, eetilise-moraalsete seisukohtade ning õigusaktide arvestamine, lahendades keskkonna dilemmaprobleeme ning langetades otsuseid

<b>Geograafia</b>	Rahvastik ja majandus ning mõju maailmamajandusele	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muutused majanduse struktuuris ja hõives.</li> <li>2. Tootmist mõjutavad tegurid ning muutused tootmise paigutuses autotööstuse ja kergetööstuse näitel.</li> <li>3. Transpordi areng</li> </ol>
	Maa kui süsteem	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Laamtektoonika, laamade liikumisega seotud protsessid. Maavärinad.</li> <li>5. Päikesekiirguse jaotumine Maal, kiirgusbilanss.</li> <li>6. Kliimat kujundavad tegurid.</li> <li>7. Üldine õhuringlus.</li> <li>8. Temperatuuri ja sademete territoriaalsed erinevused.</li> <li>9. Vee jaotumine Maal ja veeringe.</li> <li>10. Maailmamere tähtsus ning roll kliima kujunemises.</li> <li>11. Veetemperatuur, soolsus, hoovused ja looded maailmameres.</li> <li>12. Rannaprotsessid ning erinevate rannikute kujunemine.</li> <li>13. Liustikud, nende teke, levik ja tähtsus.</li> <li>14. Kliima, taimestiku ja mullastiku vahelised seosed.</li> </ol>
	Loodusvarade majandamine ja keskkonnaprobleemid	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Põllumajanduse arengut mõjutavad looduslikud ja majanduslikud tegurid.</li> <li>16. Metsatööstus arenenud ning vähem arenenud riikides. Metsade säästlik majandamine ja kaitse.</li> <li>17. Maailma energiaprobleemid.</li> <li>18. Energiaressursid ja maailma energiamajandus.</li> <li>19. Nüüdisaegne tehnoloogia energiamajanduses.</li> </ol>

		20. Energiamaajandusega kaasnevad keskkonnaprobleemid.
<b>Keemia</b>	Keemia alused	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tänapäevane ettekujutus aatomi ehitusest.</li> <li>2. Keemilise sideme liigid. Vesinikside.</li> <li>3. Molekulidevahelised jõud.</li> <li>4. Ainete füüsikaliste omaduste sõltuvus aine ehitusest.</li> <li>5. Keemilise reaktsiooni aktiveerimisenergia, aktiivsed põrked.</li> <li>6. Ekso- ja endotermilised reaktsioonid.</li> <li>7. Keemilise reaktsiooni kiirus, seda mõjutavad tegurid.</li> <li>8. Keemiline tasakaal ja selle nihkumine.</li> <li>9. Metallidega seotud redoksprotsessid: metallide saamine maagist, elektrolüüs, korrosioon, keemilised vooluallikad (reaktsioonivõrrandeid nõudmata).</li> <li>10. Ionidevahelised reaktsioonid lahustes, nende kulgemise tingimused</li> <li>11. Elektrolüüdid</li> </ol>
	Orgaanilised ained	12. Orgaanilised ühendid elusorganismides: rasvad, sahhariidid, valgud.
	Anorgaanilised ained	13. Metallidega seotud redoksprotsessid: metallide saamine maagist, elektrolüüs, korrosioon, keemilised vooluallikad

<b>Füüsika</b>	Sissejuhatus füüsikasse	1. Füüsika tunnetuslik ja ennustuslik väärtus. Üldprintsiibid.
	Mehaanika	2. Keha impulss. Impulsi jäävuse seadus. Reaktiivliikumine. 3. Gravitatsiooniseadus. 4. Elastsusjõud. Hooke'i seadus. 5. Hõõrdejõud ja hõõrdetegur. 6. Töö ja energia. Mehaaniline energia. Mehaanilise energia jäävuse seadus. Mehaanilise energia muundumine teisteks energia liikideks. 7. Energia miinimumi printsiip. 8. Energia jäävuse seadus looduses ja tehnikas. 9. Tiirlemine ja pöörlemine looduses ning tehnikas, orbitaalliikumine. 10. Võnkumine kui perioodiline liikumine. Pendli võnkumise kirjeldamine: hälve, amplituud, periood, sagedus, faas. Energia muundumine võnkumisel. Võnkumised ja resonants looduses ning tehnikas. 11. Lained. Piki- ja ristlained. Lainet iseloomustavad suurused: lainepikkus, kiirus, periood ja sagedus.
	Elektromagnetism	12. Väljatugevus. Elektrivälja potentsiaal ja pinge. Pinge ja väljatugevuse seos. 13. Magnetinduktsioon. Elektromagnetiline induktsioon. 14. Induktsiooni elektromotoorjõud. Elektrimootor ja generaator.

		<p>15. Elektri- ja magnetvälja energia.</p> <p>16. Elektromagnetlainete skaala. Lainepikkus ja sagedus. Elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus.</p> <p>17. Difraktsioon ja interferents, nende rakendusnäited.</p> <p>18. Footoni energia. Valguse kiirgumine. Soojuskiirgus ja luminescents.</p>
Energia		<p>19. Elektrienergia ülekanne. Vahelduvvoolu võimsus aktiivtakistusel.</p> <p>20. Siseenergia ja soojusenergia. Temperatuur. Celsiuse ja Kelvini temperatuuriskaala.</p> <p>21. Avatud ja suletud süsteemid. Isoprotsessid.</p> <p>22. Molekulaarkineetilise teooria põhialused. Temperatuuri seos molekulide keskmise kineetilise energiaga.</p> <p>23. Soojusenergia muutmise viisid: töö ja soojusülekanne. Soojushulk.</p> <p>24. Termodünaamika I seadus, selle seostamine isoprotsessidega.</p> <p>25. Adiabaatiline protsess.</p> <p>26. Soojusmasina tööpõhimõte, soojusmasina kasutegur, soojusmasinad looduses ning tehnikas. Termodünaamika II seadus. Pööratavad ja pöördumatud protsessid looduses.</p> <p>27. Entroopia. Elu Maal energia ja entroopia aspektist lähtuvalt.</p> <p>28. Energiaülekanne looduses ja tehnikas.</p> <p>29. Energeetika alused ning tööstuslikud energiaallikad. Energeetilised globaalprobleemid ja nende lahendamise võimalused. Eesti energiavajadus, energeetikaprobleemid ning nende lahendamise võimalused.</p>

	Mikro- ja megamaailma füüsika	<p>30. Ilmastikunähtused. Faasisiirded ning siirdesoojused.</p> <p>31. Osakeste leiulained. Kvantmehaanika. Aatomi kvantarvud.</p> <p>32. Seoseenergia. Eriseoseenergia.</p> <p>33. Massi ja energia samaväärsus.</p> <p>34. Tuumaenergeetika ja tuumarelv.</p> <p>35. Päike ja teised tähed. Tähtede evolutsioon. Universumi evolutsioon.</p>

## **Lisa 2.** Meeldetuletus õpilastele Stuudiumi keskkonnas.

Tere!

Selleks, et muuta õpikuid, ülesandeid ja õppekavasid õpilaste jaoks elulisemaks on tähtis teada, mis õpilaste jaoks oluline on ning milline keskkond neid ümbritseb. Selle uurimustööga püüangi rohkem teada saada, kuidas õpilased energiaga seostuvaid teemasid näevad.

### **Iseseisev ülesanne**

Pane nädala jooksul kirja **energiaga seotud** tähelepanekud: mida märkad enda ümber, mida kuuled ja millest räägite pere või kaaslastega. Lisa juurde ka näide, märksõna või selgitav kommentaar.

Märkmete tegemiseks vali endale sobiv vahend: arvuti, telefon või paber. Oluline on, et see on lihtsasti kättesaadav, et saaksid päeva jooksul märkmeid teha, kui midagi märkad.

Täienda oma nimekirja pidevalt nädala jooksul.

Küsimuste või probleemide tekkides võta ühendust meili aadressil [marili.uluoets@\\_\\_\\_\\_\\_](mailto:marili.uluoets@_____).ee

Põnevat märkamist!

Marili

TÜ magistrant

**Lisa 3.** Sõnapilvede andmestikust loodud märksõnade sagedustabel

<b>Märksõna</b>	<b>Sagedus kokku</b>	<b>Sagedus E1 grupis</b>	<b>Sagedus E2 grupis</b>	<b>Sagedus T1 grupis</b>	<b>Sagedus T2 grupis</b>
<b>TUUMAENERGIA</b>	19	2	2	2	13
<b>PÄIKE</b>	16	0	2	10	4
<b>ELEKTER</b>	15	0	2	2	11
<b>PÄIKESEPANEELID</b>	10	0	4	4	2
<b>ENERGIAJOOK</b>	9	1	5	1	2
<b>KÜTUS</b>	8	1	3	2	2
<b>TOIT/SÖÖK</b>	8	2	0	2	4
<b>AUTO</b>	7	0	0	6	1
<b>PATAREI</b>	6	0	0	5	1
<b>TUUL</b>	6	0	0	3	3
<b>LIIKUMINE</b>	5	0	1	0	4
<b>PÄIKESEENERGIA</b>	5	1	2	0	2
<b>TREENING/TRENN</b>	5	0	0	4	1
<b>VÄSIMUS</b>	5	1	4	0	0
<b>AKU</b>	4	1	1	1	1
<b>MAGAMINE</b>	4	0	0	1	3
<b>mootor</b>	4	0	0	4	0
<b>ARVUTI</b>	3	0	0	2	1
<b>BENSIIN</b>	3	0	0	1	2
<b>ELEKTRIHIND</b>	3	0	2	0	1
<b>KALOR</b>	3	0	0	2	1
<b>KÕNDIMINE</b>	3	0	0	2	1
<b>SOOJUS</b>	3	0	1	0	2
<b>SOOJUSENERGIA</b>	3	1	0	0	2
<b>AUTOAKU</b>	2	1	0	0	1
<b>burger</b>	2	0	2	0	0
<b>ELEKTRIENERGIA</b>	2	1	0	0	1

<b>elu</b>	2	0	0	0	2
<b>ENEFIT GREEN</b>	2	0	0	1	1
<b>energiakriis</b>	2	0	0	0	2
<b>füüsika tund</b>	2	0	0	0	2
<b>FÜÜSILINE ENERGIA</b>	2	1	1	0	0
<b>HÜDROENERGIA</b>	2	0	1	1	0
<b>KUKKUMINE</b>	2	0	0	1	1
<b>lamp</b>	2	0	0	2	0
<b>mikrolaineahi</b>	2	0	0	2	0
<b>MUUSIKA</b>	2	0	0	1	1
<b>ÕHKSOOJUSPUMP</b>	2	1	1	0	0
<b>õppimine</b>	2	0	0	0	2
<b>pliit</b>	2	0	0	2	0
<b>SÕÖMINE</b>	2	0	0	1	1
<b>TAASTUVENERGIA</b>	2	1	0	0	1
<b>TUULEENERGIA</b>	2	1	0	1	0
<b>TUULEGENERAATOR</b>	2	1	0	1	0
<b>tuulepark</b>	2	0	2	0	0
<b>VALGUS</b>	2	0	1	1	0

#### Lisa 4. Alakategoriate sagedustabelid

##### Alakategooria elusloodus sagedustabel

(märksõnade arv / märksõnade sagedus / märksõna suheteline sagedus (%))

alakategooria <u>elusloodus</u> koodiperekonnad	näide
tegevus, mille jaoks vajab organism energiat 13 / 19 / 5,14%	TREENING/TRENN
erguti 9 / 17 / 4,59%	ENERGIAJOOK
organismi energia allikas 9 / 16 / 4,32%	TOIT/SÖÖK
energia puudus organismis 5 / 12 / 3,24%	VÄSIMUS
elutegevus vajab energiat 4 / 4 / 1,08%	inimese energia
tegevus organismi jaoks energia saamiseks 2 / 3 / 0,81%	SÖÖMINE

##### Alakategooria eluta loodus sagedustabel

(märksõnade arv / märksõnade sagedus / märksõna suheteline sagedus (%))

alakategooria <u>eluta loodus</u> koodiperekonnad	näide	
energia allikas 9 / 51 / 13,78%	PÄIKE	
termiline energia 8 / 10 / 2,70%	SOOJUS	
energia kadu 4 / 4 / 1,08%	säde	
mehaaniline energia 6 / 6 / 1,62%	kinetiline energia 5 / 9 / 2,43%	LIIKUMINE
	potentsiaalne energia 1 / 2 / 0,54%	KUKKUMINE
maavara/loodusvara 5 / 5 / 1,35%	gaas	
kiirgusenergia 3 / 3 / 0,81%	elektromagnetkiirgus 2 / 3 / 0,81%	VALGUS
	akustiline kiirgus 1 / 2 / 0,54%	MUUSIKA

Alakategooria SOTSIAAL-MAJANDUSLIK sagedustabel

(märksõnade arv / märksõnade sagedus / märksõna suheteline sagedus (%))

alakategooria	näide
<b>SOTSIAAL-MAJANDUSLIK koodiperekonnad</b>	
energia majandus 9 / 13 / 3,51%	ELEKTRIHIND
energia poliitika 8 / 8 / 2,16%	Eesti loobub Venemaa gaasist
energia haridus 5 / 6 / 1,62%	füüsika tund

Alakategooria ENERGEETIKA sagedustabel

(märksõnade arv / märksõnade sagedus / märksõna suheteline sagedus (%))

alakategooria ENERGEETIKA koodiperekonnad			näide
elektrienergia 35 / 64 / 17,30%	elektritarviti 21 / 26 / 7,3%	kodumasin 15 / 18 / 4,86%	lamp
		info- ja kommunikatsioonivahend 6 / 8 / 2,16%	ARVUTI
	elektrienergia salvesti 5 / 14 / 3,78%		PATAREI
	elektrienergia transport 4 / 4 / 1,8%		transformaator
energeetika liik 6 / 31 / 8,38%			TUUMAENERGIA
energia muundur 7 / 18 / 4,86%			PÄIKESEPANEELID
energeetika rakendus 11 / 16 / 4,62%	transpordivahend 7 / 9 / 2,43%		AUTO
	mootor 4 / 7 / 1,89%		mootor
soojusenergeetika 10 / 13 / 3,51%			ÕHKSOOJUSPUMP
kütus 6 / 9 / 2,43%			KÜTUS
tegevus, mis vajab energiat 9 / 9 / 2,43%			vee keetmine
energia mõõt 3 / 4 / 1,08%			KALOR

Lisa 5. Õpilaste märksõnade jagunemine loodusteaduste ainevaldkonna vahel (F-füüsika, K-keemia, B-bioloogia, G-geograafia, A-ainult)

MÄRKSSÕNA	Sagedus	F	F %	K	K %	B	B %	G	G %	A F	AF %	A K	AK %	A B	AB %	A G	AG %	KÕIK	KÕIK %
Päike	50	42	84%	21	42%	27	54%	24	48%	8	16%	1	2%		0%	2	4%	11	22%
tuumaenergia	42	42	100%	24	57%	4	10%	9	21%	17	40%	1	2%		0%		0%	3	7%
elekter	32	33	103%	11	34%	6	19%	6	19%	20	63%		0%		0%		0%	3	9%
kütus	28	16	57%	26	93%	11	39%	9	32%		0%	10	36%	1	4%		0%	6	21%
energiajook	18	2	11%	18	100%	8	44%		0%		0%	10	56%		0%		0%		0%
toit	14	4	29%	5	36%	14	100%	2	14%		0%		0%		0%		0%	1	7%
auto	13	13	100%	4	31%		0%	2	15%	6	46%		0%		0%		0%		0%
päikesepaneel	13	13	100%	2	15%	3	23%	4	31%	7	54%		0%		0%		0%	1	8%
tuul	12	10	83%		0%	1	8%	12	100%		0%		0%		0%	2	17%		0%
väsimum	12	1	8%	2	17%	11	92%		0%	1	8%		0%	9	75%		0%		0%
liikumine	11	9	82%		0%	7	64%	5	45%	1	9%		0%	1	9%	1	9%		0%
magamine	11		0%	2	18%	11	100%	1	9%		0%		0%	9	82%		0%	1	9%
patari	10	8	80%	7	70%		0%	1	10%		0%	3	30%	2	20%		0%		0%
mootor	8	8	100%	1	13%		0%	1	13%	6	75%		0%		0%		0%		0%
söök	8	1	13%	3	38%	8	100%		0%		0%		0%	7	88%		0%		0%
trenn	7	3	43%	4	57%	7	100%		0%		0%		0%	3	43%		0%		0%
burger	6	2	33%	3	50%	6	100%		0%		0%		0%	3	50%		0%		0%
arvuti	4	3	75%	2	50%		0%		0%	1	25%		0%		0%		0%		0%
bensiin	4	3	75%	4	100%	1	25%	1	25%		0%	1	25%		0%		0%		0%
hingamine	4	2	50%	1	25%	4	100%		0%		0%		0%	2	50%		0%		0%

<b>kõndimine</b>	<b>4</b>	2	50%	1	25%	4	100%	1	25%		0%		0%	1	25%		0%		0%
<b>soojusenergia</b>	<b>4</b>	4	100%	2	50%	2	50%	2	50%	2	50%		0%		0%		0%	2	50%
<b>tuuleenergia</b>	<b>4</b>	2	50%		0%	1	25%	1	25%	1	25%		0%		0%		0%		0%
<b>ahju kütmine</b>	<b>3</b>	3	100%	1	33%	1	33%		0%	1	33%		0%		0%		0%		0%
<b>aku</b>	<b>3</b>	3	100%	3	100%		0%		0%	1	33%	1	33%		0%		0%		0%
<b>robotika</b>	<b>3</b>	3	100%		0%		0%		0%	3	100%		0%		0%		0%		0%
<b>tankimine</b>	<b>3</b>	1	33%	1	33%		0%		0%		0%		0%	1	33%		0%		0%
<b>KOKKU</b>	<b>331</b>	<b>230</b>	69%	<b>148</b>	45%	<b>137</b>	41%	<b>81</b>	24%	<b>75</b>	23%	<b>27</b>	8%	<b>39</b>	12%	<b>5</b>	2%	<b>28</b>	8%

**Lisa 6.** Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Marili Uluots,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose, 12. klassi õpilaste arusaamad energiast igapäevaelus, mille juhendaja on Svetlana Ganina,

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, 01.06.2022

Marili Uluots