Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Loodusteadusliku hariduse keskus

Birgit Viru

Gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning nende arusaamad kliimamuutustest

Magistritöö (25 EAP)
Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

Juhendaja: Regina Soobard, PhD

TARTU
2023

Infoleht

Gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning nende arusaamad kliimamuutustest

Käesoleva magistritöö eesmärk oli saada teada, millised on Eesti gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning millised on nende tegelikud teadmised ja arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest. Uurimistöö viidi läbi gümnaasiumiõpilaste seas, kes vastasid küsimustikule, milles olid kliima ja kliimamuutustega seotud ainesisule orienteeritud väited. Tulemustest selgus, et õpilased hindavad oma kliima ja kliimamuutustega seotud teadmisi pigem heaks. Erandiks olid interdistsiplinaarsed teadmised, mida õpilased hindasid kesiseks. Õpilaste tegelikud teadmised olid võrdlemisi sarnased õpilaste enda hinnangutega oma teadmistele. Analüüsi käigus tulid välja ka õpilaste kliimamuutustega seotud väärarusaamad.

Märksõnad: kliimamuutused, kliimaharidus, õpilaste hinnangud ja arusaamad, väärarusaamad

CERCS: S272 „Õpetajakoolitus”

Estonian high school students' assessments of their knowledge about climate and climate change, and their actual knowledge about it

The aim of this masters´ thesis was to find out what are the assessments of Estonian upper secondary school students on their knowledge about climate and climate change, and what are their actual knowledge and perceptions about climate change, its causes and consequences. The research involved administering a questionnaire to high school students, which included statements about climate and climate change. The findings revealed that students generally assessed their knowledge of climate and climate change as relatively good. However, their understanding of more complex aspects of the subject was rated as poor. Importantly, the students' actual knowledge aligned with their self-assessments. Furthermore, the analysis highlighted the presence of misconceptions about climate change among the students.

Keywords: climate change, climate education, students´ assessments and conceptions, misconceptions

CERCS: S272 „Teacher education

Sisukord

Sissejuhatus 4
1. Teoreetiline ülevaade 5
1.1 Kliimamuutused 5
1.2 Kliimamuutuste haridus 7
1.3 Õpilaste teadmised ja arusaamad kliimamuutustest 7
1.4 Kliimamuutuste seos Eesti põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekavaga 9
2. Metoodika 11
2.1 Valim 11
2.2 Instrument 11
2.3 Andmeanalüüs 12
3. Tulemused 13
3.1 Gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ja oskustele 13
3.2 Eesti gümnaasiumiõpilaste arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest 16
3.3 Kuidas on seotud õpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele nende tegelike teadmistega? 20
3.3.1 Õpilaste tegelikud teadmised 20
3.3.1 Õpilaste enda hinnangud oma teadmistele *vs* reaalsed teadmised 23
4. Arutelu 24
Kokkuvõte 27
Tänuavaldus 29
Kasutatud allikad 30
Summary 34
Lisad 36
Lisa 1. Magistritöös kasutatud küsimustik 36
Lisa 2. Koostatud õppematerjali koostamise alused 42
Lisa 3. Vastajate hinnangute jaotus, keskmised ja standardhälve valimi, soo, koolide ja klasside lõikes 47

Sissejuhatus

Viimase pooleteise sajandi jooksul on Maa keskmine temperatuur tõusnud ligikaudu 1°C ning Euroopas on soojenemine olnud veelgi suurem (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2016). Kui ülemaailmselt ei vähendata kasvuhoonegaaside heitmeid, siis võib kõige negatiivsemate prognooside järgi Maa keskmine temperatuur käesoleva sajandi lõpuks tõusta 4°C võrra (IPCC, 2022). Kliimamuutuste tagajärgi on inimkond tunda saanud juba aastaid, kuid viimasel kümnendil on äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine ja tugevnemine olnud eriti märgatav. Just ekstreemsete ilmastikuolude (kuumalained, põuad, tugevad tormid, ekstreemsademed, üleujutused) sagenemine ja tugevnemine on see kliimamuutuste tagajärg, millel on suurim mõju looduslikele ökosüsteemidele, inimeste elule ja tervisele ning majandusele. Seega on kliimamuutused üheks suurimaks ohuks meie keskkonnale, majandusele ja ühiskonnale (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2016).

Kliimamuutuste leevendamise ja maakera soojenemise aeglustamiseks on vajalik inimeste keskkonnateadlikkuse suurendamine (Anderson, 2012; Lambert jt, 2012; Shepardson jt, 2009). Kuna väljakujunenud tarbimisharjumustega täiskasvanute mõtteviisi on keerulisem muuta, siis on oluline, et keskkonnateadlikku ja säästvat arengut toetavat mõtteviisi hakatakse kujundama juba eelkoolieas. Seeläbi on võimalik kasvatada kliimateadlikumat põlvkonda, kes edaspidi langetab teaduspõhiseid otsuseid ning võib muuta ka oma lähedaste harjumusi ja mõtteviisi.

Saamaks teada, millised on Eesti gümnaasiumiõpilaste teadmised kliimamuutustest, selle põhjustest ja tagajärgedest, ongi oluline seda lähemalt uurida. Seeläbi saab kaardistada võimalikke teadmistelünki ja väärarusaamasid kliimaalases hariduses koolis. Õpetajatel on sellest lähtuvalt võimalik valida teisi õpetamismeetodeid ja/või kontrollida õpilaste teemast arusaamist ning seoste loomise oskust.

Töö eesmärgiks on saada teada, millised on Eesti gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning millised on nende tegelikud teadmised ja arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest.

Töö eesmärkidest lähtuvalt sõnastati järgmised uurimisküsimused:

1. millised on Eesti gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele?
2. millised on Eesti gümnaasiumiõpilaste arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest;
3. kuidas on seotud õpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele nende tegelike teadmistega?

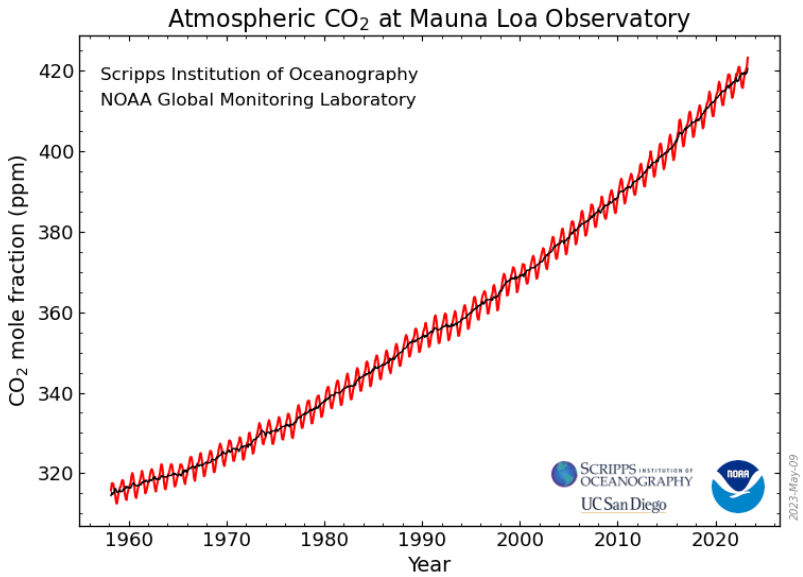
1. Teoreetiline ülevaade

1.1 Kliimamuutused

Kliima on defineeritud kui mingile piirkonnale omane pikaajaline (vähemalt 30 aasta keskmine) ilmade režiim. Kliima kujuneb päikesekiirguse, atmosfääri üldise õhuringluse, hoovuste süsteemi jms koosmõjul ning seda mõjutab päikesekiirguse ebaühtlane jaotumine Maal (sõltuvalt laiuskraadist), reljeef aga ka atmosfääri ja aluspinna vastastiktoime. (Eesti Entsüklopeedia)

Kliimamuutused (inglise keeles *climate change*) viitavad Maa keskkonna, sh kliimasüsteemi, pikaajalistele muutustele, mis on tingitud inimtegevusest ja looduslikest protsessidest, mille tulemusena suureneb atmosfääri kasvuhoonegaaside sisaldus (Kliimamuutused, 2020). Selle tulemusena soojeneb Maa keskkond ja muutuvad ilmastikutingimused. Läbi aegade on Maa kliimat kujundanud ja muutnud mitmed looduslikud tegurid: Maa telje kalde muutus, Maa orbiidi muutus Päikese suhtes, Maale jõudva päikesekiirguse hulk, laamtektoonika, vulkaaniline tegevus, hoovuste süsteem jms. Nii eelmainitud kui ka muude looduslike tegurite toimel on Maa ajaloo jooksul esinenud nii kliima jahenemise (jääajad) kui ka soojenemise perioode (jäävaheajad) (Romm, 2022). Mineviku kliimamuutuste kohta on teadlastel mitmesuguseid tõendeid – näiteks on oluliseks minevikukliima infoallikaks jääpuursüdamikest kogutud andmed, järve- ja ookeanisetted (nt viirsavi), puude aastarõngad (dendroklimatoloogia) jms (Climate.cov).

Kliimamuutused on üks tänapäeva suurimatest globaalsetest väljakutsetest, mis nõuab kogu maailma ühist pingutust kasvuhoonegaaside (süsihappegaas, metaan, lämmastikdioksiid, veeaur jt.) heitkoguste vähendamiseks ja kliimamuutustega kohanemiseks. Rahvusvahelise Kliimamuutuste Paneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) raportite põhjal on inimtegevus üks peamisi kliimamuutuste põhjustajaid (IPCC, 2022). Tööstusrevolutsioonist alates on inimkond tõsiselt mõjutanud kliimat, eriti süsinikdioksiidi (CO_2) heitkoguste tõttu fossiilkütuste põletamisel, aga ka põllumajanduses, metsanduses ja muudes inimtegevuse valdkondades. Süsinikdioksiidi mõõtmisandmed Mauna Loa mõõtmisjaamast on pikim CO_2 atmosfääri kontsentratsiooni otsemõõtmiste aegrida, millega tihti illustreeritakse CO_2 kontsentratsiooni tõusu (joonis 1). Joonisel 1 tähistab punane joon süsinikdioksiidi mõõtmisi ning must joon hooajaliselt korrigeeritud andmeid. Hooajaliselt korrigeeritud andmete puhul on eemaldatud CO_2 kontsentratsiooni sesoonsed kõikumised ning seeläbi saadakse üleüldine trendijoon.



Joonis 1. Süsinikdioksiidi kontsentratsiooni muutus atmosfääris Mauna Loa Observatooriumi andmete põhjal alates 1960 aastatest kuni tänaseni. Allikas: https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/

Atmosfäär laseb läbi lühilainelist päikesekiirgust. Osa kiirgusest neeldub aluspinnas. Maa pinnalt kiirgab pikalainelist soojuskiirgust. Kasvuhoonegaasid neelavad planeedi pinnalt kiiratavat soojuskiirgust ja peegeldavad osa tagasi maapinnale (st soojuskiirgus ei haju täielikult tagasi kosmosesse). Kui ei oleks kasvuhoonegaase, siis oleks maakera keskmine õhutemperatuur praeguse +15 °C asemel -18 °C (Romm, 2022). Seega teeb kasvuhooneefekt elu Maal võimalikuks. Kui aga kasvuhoonegaase paisatakse atmosfääri inimtegevuse tagajärjel juurde, siis läheb süsteem tasakaalust välja ning atmosfääri temperatuur tõuseb.

Maakera keskmine õhutemperatuur on IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) raporti järgi alates 1850. aastast tõusnud 1,09˚C võrra ning erinevate stsenaariumide korral ennustatakse käesoleva sajandi lõpuks 2–5˚C temperatuuri tõusu (IPCC; 2022). See on põhjustanud muutusi ka kliimas – kliimamuutused. Kliimamuutuste tagajärjed võivad olla väga laiaulatuslikud ning põhjustada ulatuslikke ja pöördumatuid keskkonnamuutusi, sealhulgas sagedasemad ja intensiivsemad äärmuslikud ilmastikutingimused, nagu tugevad tormid, põuad, üleujutused, äärmuslikud temperatuurid ning ökosüsteemide ja bioloogilise mitmekesisuse hävimine. Samuti on tõusnud merevee tase ning muutunud sademete mustrid (Karl jt, 2009). Kliimamuutused on tõsine oht inimeste tervisele, majandusele ja keskkonnale ning nende vastu võitlemiseks on vaja kiiret ja otsustavat tegutsemist. Kliimamuutuste pidurdamiseks ja nende tagajärgede leevendamiseks on vajalik rahvusvaheline koostöö ning järjekindlad jõupingutused kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamiseks (Kliimamuutused, 2020).

1.2 Kliimamuutuste haridus

Inimene ja tema mõju kliimasüsteemile on olnud osa loodusharidusest vahelduva eduga juba üle poole sajandi (McCaffrey ja Buhr, 2008). Kliimamuutuste õpetamine (*Climate change education*) kolmandas ja neljandas kooliastmes (7–12 klass) ei ole Ameerikas aga veel norm ning sõltub eelkõige õpetajate eelistustest ja valikutest. Mõnevõrra sarnane on olukord ka Eestis, kus kliimamuutuste teema õppimine põhikoolis on pigem põgus ning sellele teemale pühendatav aeg sõltub õpetajate teadmistest ja valikutest (isklik suhtlus, kevad 2023). Kliimamuutuste ja nende põhjuste ümber käiv vaidlus võib esile kutsuda tugevaid emotsioone, põhjustades seetõttu ka arutelusid koolisüsteemis ja ühiskonnas selle õpetamise vajalikkuse üle (Lombardi ja Sinatra, 2013). Kliimamuutuste teema ei ole Eesti riiklikus õppekavas eraldi peatükina/teemana välja toodud (PRÕK, 2011; GRÕK, 2011). Samuti ei pöörata sellele teemale mitmetes loodusainete õpikutes suurt tähelepanu (enamasti vaid osa leheküljest). Õpetajatel on kliimamuutuste õpetamise alal vähe kogemust ning nad lähtuvad õpetamisel eelkõige õppekavast ja õpikutest (McCaffrey, 2012). Lisaks on kliimamuutused interdistsiplinaarne (nt geograafia, atmosfääriteadus, keemia, agronoomia, füüsika) kompleks, mistõttu võib õpetamine olla keeruline, kui puudub selge arusaam õpetatava teema sisust (McCaffrey, 2012; McCaffrey ja Buhr, 2008; Schreiner jt, 2005).

1.3 Õpilaste teadmised ja arusaamad kliimamuutustest

Teadmisi ja arusaamasid interpreteeritakse pedagoogilises kirjanduses erinevalt. Pedaste ja Sarapuu (2010) on Bloomi kognitiivsele taksonoomiale tuginedes toonud välja, et teadmine sisaldab endas info meeldejätmist ning reprodutseerimist. Näiteks on teadmiseks see, kui õpilane oskab defineerida mõisteid „ilm“ ja „kliima“. Arusaamise korral suudavad õpilased selgitada ja põhjendada mingi protsessi toimumist oma teadmistele tuginedes ning teha järeldusi ning kokkuvõtteid. Seega, üksnes teadmised ei taga arusaamist, vaid teadmiste vahel peavad olema seosed (Perkins, 1993).

Viimaste aastakümnete jooksul on läbi viidud mitmeid uuringuid, kus on fookuses olnud õpilaste teadmised ja arusaamad ilmast, kliimast, kliimasoojenemisest ja muudest keskkonnaprobleemidest ning selgitatud välja levinumad väärarusaamad. Levinumateks väärarusaamadeks nii õpilaste kui ka täiskasvanute seas on: a) “ilma” ja “kliima” mõiste segiajamine (Choi jt, 2010; Gowda jt, 1997; Papadimitriou, 2004; Lombardi ja Sinatra, 2012), b) osoonikihi hõrenemise globaalse soojenemise peamiseks põhjuseks pidamine (Choi jt, 2010; Gowda jt, 1997; Leiserowitz ja Smith, 2010; Papadimitriou, 2004; Shepardson jt, 2009; Svihla

ja Linn, 2012; Österlind 2005), c) mitteseotud reostusefektide seostamine ülemaailmsete kliimamuutustega (Chang ja Pascua, 2016; Choi jt, 2010; Gowda jt, 1997; Papadimitriou, 2004), d) õpilased ei teadvusta, et veeaur on kasvuhoonegaas (Boyes jt, 1993; Dove, 1996; Fishers, 1998; Handayani ja Triyanto, 2022, Shepardson jt, 2009). Õpilased kipuvad pidama lühiajalisi ilma(stiku)sündmusi (põuaperiood, külmalaine, kuumalaine, erakordselt soe või külm talv jms) kliimamuutuste olemasolu tõenditeks (Papadimitriou, 2004; Lombardi ja Sinatra, 2012). Gowda jt. (1997) poolt läbiviidud küsitlusest selgus, et üle poolte õpilastest usub, et kliima mingis piirkonnas võib aastati erineda. See näitab, et õpilaste jaoks on raske kliima ja ilma mõiste eristamine. Lombardi ja Sinatra (2012) on oma töös järelduseni, et õpilased, kes teavad Maa geoloogilise mineviku kohta (*deep time*) teevad paremini vahet ilma ja kliima mõistetel ning mõistavad rohkem ka globaalsete kliimamuutuste olemust.

Teise levinud väärarusaama kohaselt põhjustab üleilmset kliimasoojenemist see, et osooniaukude kaudu jõuab aluspinnani suurem hulk päikesekiirgust, mis seetõttu rohkem soojeneb ning kiirgab soojust omakorda atmosfääri, mille järel keskmine õhutemperatuur tõuseb (Cordero jt, 2020; Kuthe jt, 2020; Lambert jt, 2012). Kuigi osa õpilastest seostab kliimasoojenemist kasvuhooneefektiga, siis alati ei suudeta vahet teha looduslikul kasvuhooneefektil (mille tulemusena neeldub pikalaineline soojuskiirgus, mis kiirgub Maa pinnalt ning mille tulemusel on Maal eluks sobilik temperatuur) ning inimtegevuse tagajärjel tekkinud kasvuhooneefektil (Lambert jt, 2012). Inimtegevuse tagajärjel atmosfääri sattuvad kasvuhoonegaasid viivad süsteemi tasakaalust välja ning globaalne temperatuur tõuseb.

Õpilased arvavad ekslikult ka seda, et kasvuhoonegaasid pole loomulik osa atmosfääri koostisest, vaid sattunud sinna saastamise tagajärjel (McNeill ja Vaughn, 2010). Üksnes veerand õpilastest teadis, et süsihappegaas on küll kasvuhoonegaas, kuid ka atmosfääri loomulik koostisosa (*ibid.*). Üks osa õpilastest arvab ka seda, et tööstussaaste ning autode heitgaasid põhjustavad kliimasoojenemist (*ibid.*).

Väärarusaamad võivad viia sobimatu tegutsemiseni keskkonna suhtes ning vale elustiili valikuni (Tibola da Rocha jt, 2020). Arusaamade piiratus ja väärarusaamad mõjutavad õpilaste arusaamist ja teadlikkust keskkonnaprobleemidest ning motivatsiooni nende suhtes midagi ette võtta (Christodoulou ja Korfiatis, 2019; Tibola da Rocha jt, 2020). Tehtud valikud aga mõjutavad nii õpilaste kui ka laiemalt ühiskonnaliikmete elu ja elukeskkonda (Dal jt, 2015).

1.4 Kliimamuutuste seos Eesti põhikooli ja gümnaasiumi riikliku õppekavaga

Kliimamuutuste teema on põhikooli ja gümnaasiumi riiklikus õppekavas (PRÕK, 2011; GRÕK, 2011) seotud järgmiste üldpädevuste kujundamisega:

1) väärtuspädevus: tajuda, analüüsida ja väärtustada oma seotust [---] loodusega
2) matemaatika-, loodusteaduste-alane pädevus: suutlikkus kasutada matemaatikale ja loodusteadustele omast keelt, sümboleid, meetodeid ja mudeleid, lahendades erinevaid ülesandeid kõigis elu- ja tegevusvaldkondades; mõista loodusteaduste ja tehnoloogia tähtsust ning mõju igapäevaelule, loodusele ja ühiskonnale; [---] teha tõenduspõhiseid otsuseid erinevates eluvaldkondades.

Geograafia põhikooli ainekavas sätestatud õpitulemused:

8. klass:

1) ilma ja kliima mõiste;
2) iseloomustab joonise järgi üldist õhuringlust;
3) iseloomustab ja võrdleb temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammide järgi etteantud kohtade kliimat ning selgitab erinevuste põhjusi;
4) toob näiteid ilma ja kliima mõjust inimtegevusele.

9. klass:

1) [---] selgitab kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale;
2) mõistab kliimamuutuste uurimise olulisust ja toob näiteid tänapäevaste uurimisvõimaluste kohta;
3) toob näiteid kliimamuutuste võimalike tagajärgede kohta.

Geograafia gümnaasiumi ainekavas sätestatud õpitulemused:

II kursus „Maa kui süsteem“:

kursuse lõpus õpilane:

1) kirjeldab atmosfääri koostist [---];
2) selgitab joonise järgi Maa kiirgusbilanssi ning kasvuhooneefekti;
3) selgitab kliima kujunemist eri tegurite mõjul, sh aastaaegade teket;
4) selgitab joonise põhjal üldist õhuringlust ning selle mõju eri piirkondade kliimale;
5) analüüsib kliima mõju teistele looduskomponentidele ja inimtegevusele;
6) kirjeldab temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammi järgi etteantud koha kliimat ning seostab selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga;

7) analüüsib jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitab eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et kliimamuutuste teemat kajastatakse põgusalt 9. klassi geograafias ning gümnaasiumi kursusel „Maa kui süsteem“. Kliima on aga 8. klassi läbiv teema, mida lühemalt, kuid sügavamalt õpitakse ka 9. klassis ning põhjalikumalt taas gümnaasiumis.

2. Metoodika

2.1 Valim

Uuringu valimis osalesid kolme Eesti gümnaasiumi 10.–12. klasside õpilased. Küsitlusele vastas kokku 167 gümnaasiumiõpilast. 10. klassist vastas küsimustikule 33 õpilast (20%), 11. klassist 88 õpilast (53%) ning 12. klassist 46 õpilast (28%). Mehi oli neist 64 (38%) ja naisi 103 (62%). Andmete kogumiseks kasutati mugavusvalimit (Cohen jt, 2017). Valimisse sattusid need õpilased, kes küsimustikule vastamise päeval koolis olid ning nõustusid küsimustikku täitma. Paberil küsimustikule vastanud õpilaste küsimustikud jagasid laiali õpetajad ning täidetud küsimustikud edastati hiljem töö autorile. MS Formsis vastanud õpilaste identiteeti pole samuti võimalik tuvastada, sest selle keskkonna puhul vastaja IP aadressi ei salvestata. Seega tagati kõigile vastajatele anonüümsus.

Varasemalt olid õpilased kliima ning kliimamuutuste teemaga kokku puutunud vastavalt 8. ja 9. klassis. 10. klasside õpilased polnud gümnaasiumis veel läbinud kursust Maa kui süsteem, kus õpitakse muuhulgas Maa energiasüsteemi, kliimat kujundavaid tegureid, Maa soojus- ja niiskusrežiimi ning kliimamuutuste teemat. 11. ja 12. klasside õpilased olid vastava kursuse läbinud.

2.2 Instrument

Käesolevas uuringus kasutatud instrumendiks oli küsimustik (lisa 1). Küsimustik koostati Microsoft Formsi keskkonnas. Küsimustik koosnes 64 väitest. Õpilaste hinnanguid mõõdeti Likert tüüpi 4-palli skaalaga (1 - ei nõustu üldse, 2 - pigem ei nõustu, 3 - pigem nõustun, 4 - nõustun täielikult). Küsimustikus olevad väited põhinesid põhikooli (PRÕK, 2011) ja gümnaasiumi riiklikul õppekaval (GRÕK, 2011) ning varasematel uuringutel, mille käigus on uuritud inimeste kliimateadlikkust ning hoiakuid (Handayani ja Triyanto, 2022; Lopez ja Malay, 2019; Papadimitriou, 2004; Whitmarsh, 2003) ning lähtusid ka uurimisküsimustest (lisa 2). Küsimustiku käigus saadud vastused andsid ülevaate õpilaste teadmistest ning arusaamadest kliima ja kliimamuutuste teemadel.

Põhiuuringule eelnes pilootuuring, et leida võimalikke täiendamist või muutmist vajavaid osi. Pilootuuringus osales 2 õpilast 11. klassist. Kuna küsimustikus hiljem muudatusi ei olnud vaja teha, siis kasutati pilootuuringus osalenud õpilaste vastuseid ka põhiuurimuses. Andmeid koguti 2023. aasta kevadel.

2.3 Andmeanalüüs

Õpilased vastasid küsimustikule nii paberkandjal kui ka MS Formsis. Paberkandjal vastused sisestati töö autori poole Exceli andmetabelisse. Andmeanalüüsi tehes kodeeriti andmed numbriliseks ("ei nõustu üldse" = 1; "pigem ei nõustu" = 2; "pigem nõustun" = 3; "nõustun täielikult" = 4. Andmeid kirjeldati protsentide ja keskmiste näitajatega. Andmeid analüüsiti statistikaprogrammis MS Excel ja JASP. Andmed ei vastanud normaaljaotusele. Küsimustikus oli 64 väidet. Küsimustiku sisereliaabluse hindamiseks kasutati Cronbachi alfat, mille väärtuseks oli $\alpha = 0{,}88$. See tulemus näitab, et küsimustik on sisemiselt reliaabne (Rämmer, 2014). Gruppide vahelise erinevuse hindamiseks kasutati Mann-Whitney U-testi.

3. Tulemused

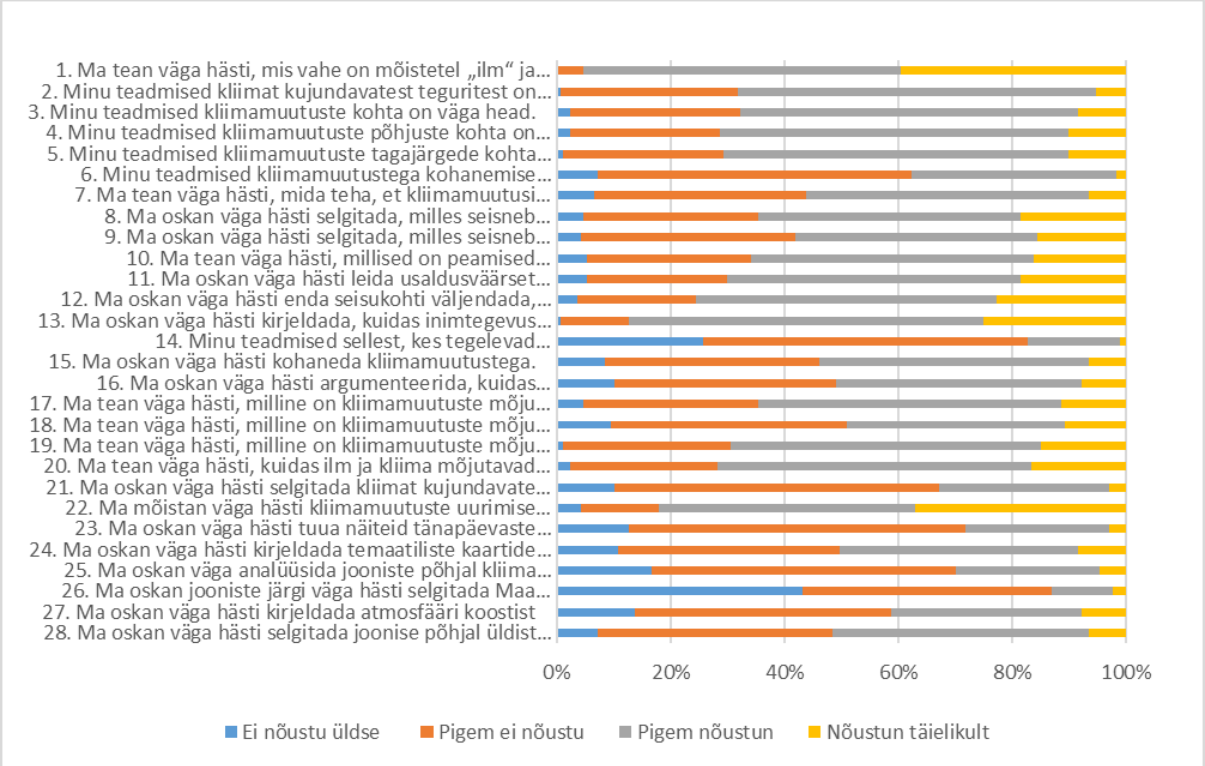
3.1 Gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ja oskustele

Esimese uurimisküsimusega selgitati välja, millised on gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ja oskustele. Küsimustikus oli kokku 28 sellist tüüpi väidet (väited 1–28) (lisa 1). Tulemused on toodud joonisel 2 ja lisas 3. Kõige paremaks hindasid õpilased oma teadmist eristada ilma ja kliima mõistet (joonis 2; tabel 1, lisa 3). Ligi 95% õpilastest pigem nõustus (55%) või nõustus täielikult (40%) eelmainitud väitega. Võrdlemisi heaks hindasid õpilased oma teadmisi ka järgnevate väidete puhul: *Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust*; *Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat*; *Ma oskan väga hästi enda seisukohti väljendada, miks peaksime kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid (nt päikeseenergia, tuuleenergia)* (tabel 1).

Tabel 1. Õpilaste poolt oma teadmistele antud hinnangute keskmised.

Väide	Keskmine	Standard-hälve
1. Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima“.	3,35	0,57
22. Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust.	3,15	0,81
13. Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat.	3,12	0,62
12. Ma oskan väga hästi enda seisukohti väljendada, miks peaksime kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid (nt päikeseenergia, tuuleenergia).	2,95	0,76
26. Ma oskan jooniste järgi väga hästi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust.	1,72	0,75
6. Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head	2,32	0,63
21. Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale	2,26	0,68
23. Ma oskan väga hästi tuua näiteid tänapäevaste kliimamuutuste uurimisvõimaluste kohta	2,19	0,68
25. Ma oskan väga hästi analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes	2,18	0,76
14. Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head	1,93	0,68

Kõige halvemaks (keskmine alla 2,0) hindasid õpilased oma oskust jooniste järgi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust. Kokku 87% õpilastest pigem ei nõustunud või ei nõustunud üldse, et nad seda oskust omavad. Võrdlemisi kesiseks hindasid õpilased oma teadmisi ka järgnevate väidete puhul: *Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head; Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale*; *Ma oskan väga hästi tuua näiteid tänapäevaste kliimamuutuste uurimisvõimaluste kohta*; *Ma oskan väga hästi analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes*; *Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head (joonis 2; tabel 1)*.



Joonis 2. Õpilaste poolt enda kliimaalastele teadmistele ja oskustele antud hinnangute sagedusjaotus.

Üldjuhul olid meessoost ja naissoost vastajate hinnangud oma teadmistele üsna sarnased, kuid oli ka mõningaid statistiliselt olulisi erinevusi. Mehed hindasid naistega võrreldes paremaks järgnevaid teadmisi: teadmised sellest, millised võimalused on kliimamuutustega kohanemiseks; kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega; milline on kliimamuutuste mõju majandusele; oskus selgita, milles seisneb kasvuhooneefekt; oskus analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes; oskus selgitada joonise järgi Maa kiirgusbilansi olemust ning oskus

kirjeldada atmosfääri koostist (tabel 2). Naised seevastu mõistsid meestest rohkem kliimamuutuste uurimise tähtsust (tabel 2).

Tabel 2. Õpilaste poolt oma teadmistele antud hinnangute soolised erinevused.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	naised	mehed	naised	mehed	
6. Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head.	2,22	2,48	0,56	0,71	$W = 4007$; $p < 0{,}008$
8. Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekt.	2,70	2,92	0,73	0,90	$W = 3865$; $p < 0{,}045$
14. Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head.	1,83	2,09	0,63	0,73	$W = 3921$; $p < 0{,}021$
18. Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju majandusele.	2,37	2,72	0,74	0,88	$W = 4081$; $p < 0{,}006$
22. Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust.	3,27	2,95	0,76	0,86	$W = 2627$; $p < 0{,}017$
25. Ma oskan väga analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.	2,08	2,34	0,75	0,76	$W = 3873$; $p < 0{,}037$
26. Ma oskan jooniste järgi väga hästi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust.	1,61	1,91	0,72	0,77	$W = 4022$; $p < 0{,}009$
27. Ma oskan väga hästi kirjeldada atmosfääri koostist	2,24	2,53	0.76	0,87	$W = 3888$; $p < 0{,}037$

Koolidevahelises võrdluses olid õpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele üsna sarnased. Statistiliselt oluliselt erinesid õpilaste hinnangud oma teadmistele järgnevate väidete puhul: *Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima*; *Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile*; *Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale*; *Ma tean väga hästi, millised on peamised kasvuhoonegaasid (tabel 3)*.

Kooli 1 puhul võrreldi õpilaste hinnangute erinevusi ka 10. ja 12. klassi vahel, sest neid õpetab sama õpetaja. Statistiliselt oluliselt erinesid õpilaste hinnangud oma teadmistele järgnevate väidete puhul: *Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekti tähtsus*; *Ma oskan väga hästi leida usaldusväärset informatsiooni, mis seostub kliimamuutustega*; *Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat*; *Ma oskan väga hästi kohaneda kliimamuutustega* (tabel 4).

Tabel 3. Õpilaste poolt oma teadmistele antud hinnangute koolidevaheline erinevus.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	kool 1	kool 2	kool 1	kool 2	
1. Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima“	3,48	3,21	0,57	0,53	$W = 4252$; $p < 0{,}001$
17. Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile	2,84	2,59	0,72	0,71	$W = 4060$; $p < 0{,}017$
21. Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale	2,37	2,15	0,66	0,68	$W = 4016$; $p < 0{,}023$
10. Ma tean väga hästi, millised on peamised kasvuhoonegaasid	2,54	3,0	0,78	0,70	$W = 2308$; $p < 0{,}0001$

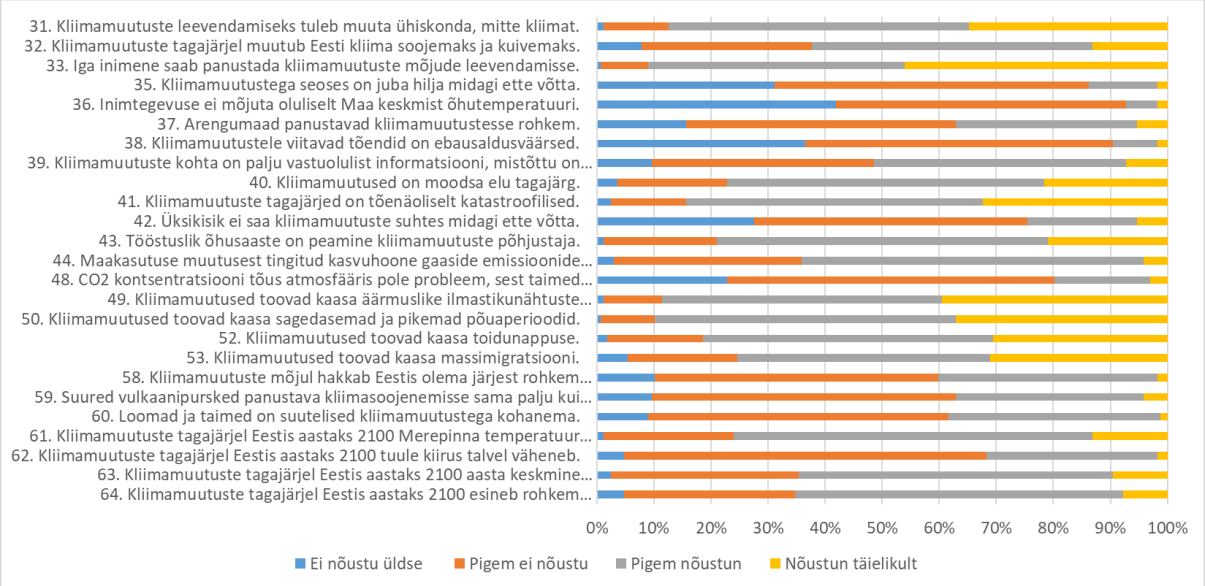
Tabel 4. Õpilaste poolt oma teadmistele antud hinnangute erinevus 10. ja 12. klassi võrdluses.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	10. kl	12. kl	10. kl	12. kl	
9. Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekti tähtsus.	2,39	2,93	0,79	0,71	$W = 455$; $p < 0{,}001$
11. Ma oskan väga hästi leida usaldusväärset informatsiooni, mis seostub kliimamuutustega	2,58	2,93	0,75	0,71	$W = 564$; $p < 0{,}034$
13. Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat	3,0	3,30	0,61	0,63	$W = 570$; $p < 0{,}034$
15. Ma oskan väga hästi kohaneda kliimamuutustega	2,76	2,37	0,66	0,68	$W = 966$; $p < 0{,}024$

3.2 Eesti gümnaasiumiõpilaste arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest

Teise uurimisküsimusega selgitati välja, millised on gümnaasiumiõpilaste arusaamised kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest. Seda tehti väidete 31–33, 35–44, 48–50, 52–53 ja 58–64 abil (joonis 3; lisa 3). Kolmveerand või rohkem vastajatest nõustus (pigem nõustus või nõustus täielikult) väidetega 31, 33, 40-41, 43, 49–53 ja 61 (joonis 3). Kokku 91% vastajatest nõustus, et iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse. Vaid 9% vastanutest ei nõustunud sellega. Ligi 90% vastajatest nõustus täiesti või osaliselt sellega, et kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid ning ekstreemsete ilmastikunähtuste intensiivistumise ja sagenemise. Kokku 87% vastanutest oli nõus või pigem nõus, et tuleb muuta ühiskonda mitte kliimat. Suuremas osas oldi pigem nõus või täiesti nõus ka sellega, et kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised (84%), kliimamuutused

toovad kaasa toidunappuse (81%), tööstuslik õhusaaste on peamine kliimamuutuste põhjustaja (75%), kliimamuutused toovad kaasa massimigratsiooni (75%), kliimamuutused on moodsa elu tagajärg (77%) ja et sajandivahetusel esineb Eestis rohkem tsüklonaalset tegevust (76%) (joonis 3). Ligi 93% vastanutest ei nõustunud väitega, et inimtegevus ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri. Enamus vastajatest (90%) ei olnud nõus ka väitega, et kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed.



Joonis 3. Õpilaste poolt kliimamuutustega seotud arusaamasid peegeldavatele väidetele antud hinnangute sagedusjaotus.

Valdavalt poldud ka nõus väidetega, et kliimamuutustega seoses on juba hilja midagi ette võtta (86%), CO_2 kontsentratsiooni tõus atmosfääris pole probleem, sest taimed vajavad seda oma elutegevuseks (80%) ning et üksikisik ei saa kliimamuutuste suhtes midagi ette võtta (75%). Ülejäänud väidete puhul ei olnud väitega nõustujate ja mittenõustujate osakaalu erinevused enam nii selged (nõustujate-mittenõustujate suhe oli enamasti vahemikus 35/65– 40/60. Väite *Kliimamuutuste kohta on palju vastuolulist informatsiooni, mistõttu on keeruline hinnata, mis on tõde* puhul oli enam-vähem võrdselt nii nõustujaid kui ka mittenõustujaid (vastavalt (51,5 ja 48,5%) (joonis 3).

Kliimamuutustega seotud arusaamasid puudutavate väidete vastuste puhul ei tulnud välja, et meessoost vastajate arusaamad oleksid tervikuna oluliselt naissoost vastajate omaste eristunud. Küll aga oli statistiliselt olulisi erinevusi mõningate väidete puhul. Naissoost vastajad usuvad rohkem, et iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude vähendamisse; et kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised; et kliimamuutused toovad kaasa

äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemise ja intensiivistumise ning sagedasemad ja pikemad põuaperioodid, toidunappuse ja massimigratsiooni (tabel 5). Samuti on naised meestest rohkem veendunud, et sajandivahetuseks tõuseb Eestis merepinna temperatuur ning talvine tuule kiirus väheneb (tabel 5). Mehed usuvad mõnevõrra rohkem, et inimtegevus ei mõjuta oluliselt Maa temperatuuri; et suured vulkaanid panustavad kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus ning et loomad ja taimed on suutelised kliimamuutustega kohanema (tabel 5).

Tabel 5. Õpilaste kliimamuutustega seotud arusaamade soolised erinevused.

Väide	**Keskmine**		**Standardhälve**		**W; p-väärtus**
	naised	**mehed**	**naised**	**mehed**	
33. Iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse.	3,48	3,19	0,59	0,73	$W = 2608$; $p < 0{,}012$
36. Inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri.	1,57	1,83	0,59	0,75	$W = 3882$; $p < 0{,}031$
41. Kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised.	3,27	2,94	0,61	0,85	$W = 2620$; $p < 0{,}014$
49. Kliimamuutused toovad kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste (pudusajud, kuumalained, tornaadod, orkaanid) sagenemise ja intensiivistumise.	3,36	3,13	0,70	0,65	$W = 2645$; $p < 0{,}018$
50. Kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid.	3,40	3,05	0,57	0,72	$W = 2447$; $p < 0{,}002$
52. Kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse.	3,21	2,92	0,71	0,74	$W = 2576$; $p < 0{,}009$
53. Kliimamuutused toovad kaasa massimigratsiooni.	3,17	2,75	0,80	0,87	$W = 2411$; $p < 0{,}002$
59. Suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus.	2,17	2,55	0,68	0,69	$W = 4178$; $p < 0{,}001$
60. Loomad ja taimed on suutelised kliimamuutustega kohanema.	2,20	2,47	0,63	0,64	$W = 4029$; $p < 0{,}007$
61. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 Merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis.	2,96	2,17	0,56	0,71	$W = 2767$; $p < 0{,}043$
62. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 tuule kiirus talvel väheneb.	2,36	2,17	0,61	0,52	$W = 2726$; $p < 0{,}027$

Koole omavahel võrreldes ei tulnud välja, et üks kool oleks olnud teisest kliimamuutuste teemal oluliselt teadlikum. Enamiku väidete puhul olid keskmised hinnangud samad või väga sarnased. Siiski olid üksikud väited, mille puhul õpilaste hinnangud kahe kooli võrdluses erinesid statistiliselt usaldusväärselt: k*liimamuutuste leevendamiseks tuleb muuta ühiskonda mitte kliimat; iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse; kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed; maakasutuse muutusest tingitud kasvuhoonegaaside emissioonide suurenemine panustab enim kliimasoojenemisse; kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 esineb rohkem tsüklonaalset tegevust*; *suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus* (tabel 6).

Tabel 6. Õpilaste kliimamuutustega seotud arusaamade koolidevaheline erinevus.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	kool 1	kool 2	kool 1	kool 2	
31. Kliimamuutuste leevendamiseks tuleb muuta ühiskonda, mitte kliimat.	3,33	3,09	0,63	0,71	$W = 3980$; $p < 0{,}035$
33. Iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse.	3,46	3,28	0,68	0,64	$W = 3941$; $p < 0{,}049$
38. Kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed.	1,62	1,87	0,70	0,63	$W = 2626$; $p < 0{,}005$
44. Maakasutuse muutusest tingitud kasvuhoone gaaside emissioonide suurenemine panustab enim	2,75	2,57	0,59	0,62	$W = 3921$; $p < 0{,}048$
64. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 esineb rohkem tsüklonaalset tegevust.	2,84	2,55	0,65	0,70	$W = 4186$; $p < 0{,}004$
59. Suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus.	2,09	2,53	0,66	0,66	$W = 2293$; $p < 0{,}0001$

Kooli nr 1 puhul võrreldi 10. ja 12. klasside õpilaste arusaamasid. Õpilaste antud hinnangute põhjal nähtus, et 12. klasside õpilased on keskmiselt kliimateadlikumad kui 10. klasside õpilased. Statistiliselt oluliselt erinesid õpilaste arusaamad järgmiste väidete puhul: *inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri; kliimamuutused on moodsa elu tagajärg; kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised; kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse; kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis; kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve (tabel 7).*

Tabel 7. Õpilaste kliimamuutustega seotud arusaamade erinevus 10. ja 12. klassi võrdluses.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	10. kl	12. kl	10. kl	12. kl	
36. Inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri.	1,85	1,48	0,76	0,62	$W = 972$; $p < 0{,}018$
40. Kliimamuutused on moodsa elu tagajärg.	2,76	3,26	0,83	0,71	$W = 501$; $p < 0{,}006$
41. Kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised.	3,0	3,39	0,79	0,65	$W = 554$; $p < 0{,}025$
52. Kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse.	2,79	3,30	0,74	0,66	$W = 480$; $p < 0{,}003$
61. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 Merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis.	2,73	3,09	0,57	0,63	$W = 540$; $p < 0{,}012$
55. Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.	1,76	1,37	0,66	0,57	$W = 2463$; $p < 0{,}0001$

3.3 Kuidas on seotud õpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele nende tegelike teadmistega?

3.3.1 Õpilaste tegelikud teadmised

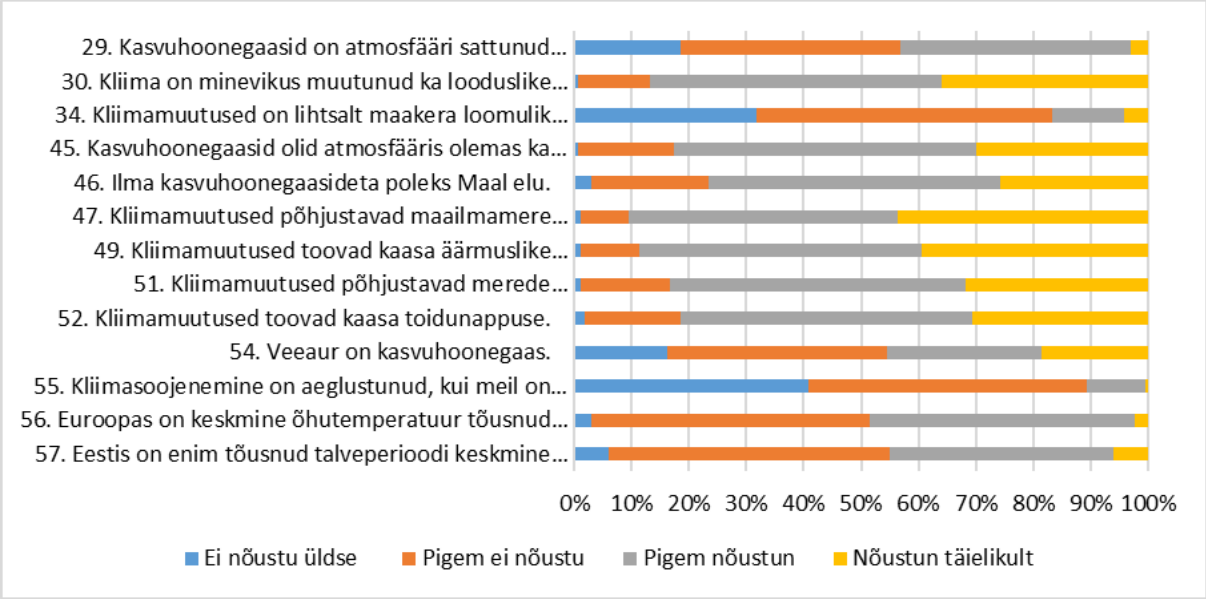
Õpilaste kliima ja kliimamuutuste alaseid teadmisi kontrolliti väidetega 29–30, 34, 45–47, 51, ja 54-57 (joonis 4, lisa 1). Ligikaudu 19% vastanutest ei nõustunud ning 38% pigem ei nõustunud väitega, et kasvuhoonegaasid on atmosfääri sattunud üksnes inimtegevuse tõttu, kuid 40% õpilastest pigem nõustus, et see on nii. Kokku 87% vastanutest nõustus või pigem nõustus, et kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite mõjul. Seega suurem osa õpilastest teadis, et kliima on ka minevikus muutunud looduslike tegurite tõttu. Väitega, kas kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine, nõustus või pigem nõustus ligi 17% vastanutest ning 83% pigem ei nõustunud või ei nõustunud üldse. Seega suurem enamus õpilastest saab aru, et keskmise temperatuuri tõus on inimtegevuse tagajärg. Sellega, et kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas enne tööstusrevolutsiooni pigem nõustus 53% ning nõustus täielikult 30% vastanutest, kuid 17% pigem ei nõustunud. Kokku 77% õpilastest nõustus või pigem nõustus, et ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu ning 20% pigem ei nõustunud sellega. Seega vähemalt iga viies õpilane ei tea, et tänu kasvuhoonegaasidele on Maa keskmine temperatuur nii kõrge, et elu Maal on võimalik. Rohkem nõustusid õpilased sellega, kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu (pigem nõustus 46,7% ning täiesti nõustus 43,7%). Mõnevõrra vähem teati seda, et

kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist (pigem nõustus 51,5% ning täiesti nõustus 37,1%). Veeauru pidas kindlasti kasvuhoonegaasiks 18,6% õpilastest ning 27% arvas, et see on pigem tõsi. Samas 38% vastanutest pigem ei nõustunud, et veeaur on kasvuhoonegaas ning 16% ei olnud sellega üldse nõus. Seega oli rohkem neid õpilasi, kelle arvates veeaur ei ole või pigem ei ole kasvuhoonegaas. Väitega, et kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve, pigem ei nõustunud 48,5% ja üldse ei nõustunud 40,7% õpilastest ning ca 10% vastanutest arvas, et nii see on. Väitega, et Euroopas on keskmine õhutemperatuur tõusnud rohkem kui mujal maailmas pigem nõustus 46,1% ja pigem ei nõustunud 48,5% õpilastest. Väitega, et Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine temperatuur pigem nõustus 39% ning pigem ei nõustunud 49,1% vastanutest.

Tabel 8. Õpilaste kliimamuutustega seotud tegelike teadmiste soolised erinevused.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	naised	mehed	naised	mehed	
30. Kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite mõjul.	3,13	3,38	0,62	0,75	$W = 4015$; $p < 0{,}009$
45. Kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas ka enne tööstusrevolutsiooni.	3,0	3,31	0,70	0,64	$W = 4070$; $p < 0{,}005$
55. Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.	1,54	1,97	0,56	0,76	$W = 4299$; $p < 0{,}0001$
51. Kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist.	3,25	2,95	0,67	0,74	$W = 2573$; $p < 0{,}009$
34. Kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine.	1,76	2,11	0,65	0,91	$W = 3962$; $p < 0{,}016$

Kliima-alased teadmised ei erinenud naiste ja meeste vahel märkimisväärselt, st ei saa väita, et ühe sugupoole esindajad oleksid kliimateadlikumad kui teised. Enamasti olid õpilaste hinnangu sarnased ning mõne väite puhul olid teadlikumad tütarlapsed ning teiste puhul jällegi noormehed. Noormehed olid teadlikumad, et kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite tõttu; kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas ka enne tööstusrevolutsiooni; kliimasoojenemine ei ole aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve (väide oli jaatavas vormis). Samas tütarlapsed olid teadlikumad, et kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist ning et kliimamuutused pole üksnes maakera loomulik temperatuuride kõikumine (väide oli jaatavas vormis) (tabel 8).



Joonis 4. Õpilaste hinnangute sagedusjaotus, mis on seotud kliimamuutustealaste teadmistega.

Koolide võrdlused olid õpilaste teadmised üsna sarnased, kuid kahe väite puhul olid erinevused statistiliselt olulised: *kliimasoojenemine on aeglustunud kui meil on järjest mitu lumerohkemat talve; kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu* (tabel 9).

Tabel 9. Õpilaste kliimamuutustega seotud tegelike teadmiste koolidevaheline erinevus.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	kool 1	kool 2	kool 1	kool 2	
55. Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve	1,53	1,87	0,64	0,67	$W = 2463$; $p < 0{,}0001$
47. Kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu.	3,43	3,24	0,73	0,63	$W = 4011$; $p < 0{,}027$

Kool nr 1 10. ja 12. klassi võrdluses olid statistiliselt oluliselt kliimateadlikumad selles, et veeaur on kasvuhoonegaas; kliimasoojenemine pole aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve (väide oli jaatavas vormis) ning Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine õhutemperatuur (tabel 10).

Tabel 10. Õpilaste kliimamuutustega seotud tegelike teadmiste erinevus 10. ja 12. klassi võrdluses.

Väide	Keskmine		Standardhälve		W; p-väärtus
	10. kl	12. kl	10. kl	12. kl	
54. Veeaur on kasvuhoonegaas.	1,94	2,65	0,86	0,87	$W = 435$; $p < 0{,}0001$
55. Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.	1,76	1,37	0,66	0,57	$W = 1004$; $p < 0{,}006$
57. Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine õhutemperatuur.	2,21	2,61	0,74	0,65	$W = 541$; $p < 0{,}018$

3.3.1 Õpilaste enda hinnangud oma teadmistele *vs* reaalsed teadmised

Üldine tendents oli see, et kui õpilased hindasid oma teadmisi heaks, siis seda kinnitasid ka teadmisi kontrollinud väidete keskmised tulemused ja vastupidi. Samas oli ka teadmisi, mida õpilased hindasid paremaks, kui need tegelikult olid. Näiteks vastas enamik õpilasi, et nad teevad väga hästi vahet ilma ja kliima mõistel, kuid sugugi mitte nii hästi ei teatud, et paar järjestikust lumerohket talve ei tähenda, et kliimasoojenemine oleks aeglustunud. Kõige enam olid seoses õpilaste hinnangud oma teadmistele nende tegelike teadmistega järgnevate teadmiste puhul: teadmised kliimamuutuste tagajärgede kohta, milles seisneb kasvuhooneefekt ja mis on selle tähtsus, millised on peamised kasvuhoonegaasid ning milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile. Õpilaste hinnangud oma teadmistele selle kohta, milles seisneb kasvuhooneefekt ja selle tähtsus, olid nõrgalt kuid statistiliselt oluliselt seotud teadmisega, et ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu (vastavalt $r = 0{,}23$, $p = 0{,}003$ ja $r = 0{,}27$, $p = 0{,}0001$). Õpilaste hindasid võrdlemisi heaks oma teadmisi selle kohta, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile ning nende tegelikud teadmised olid isegi veidi paremad ($r = 0{,}32$, $p = 0{,}001$).

4. Arutelu

Õpilased hindasid oma kliima ja kliimamuutuste alaseid teadmisi ja oskusi pigem heaks. Eriti heaks pidasid nad enda oskust teha vahet mõistetel "ilm" ja "kliima". Samas nende tegelikud teadmised olid veidi kehvemad. Nimelt oli neid õpilasi, kelle arvates mõneaastased muutused ilmastikuoludes viitavad juba kliimamuutustele, mis on olnud levinud valearusaam ka varasemates uuringutes (Choi jt, 2010; Gowda jt, 1997; Papadimitriou, 2004; Lombardi ja Sinatra, 2012). Õpilased küll saavad aru, et kliima on pikaajaline ja ilm lühiajaline, kuid nad ei taju seda, et mõne aasta põhjal ei saa teha järeldusi kliimamuutuste kohta.

Kõige halvemaks hindasid õpilased oma oskust selgitada joonise järgi Maa kiirgusbilansi olemust, mis võib olla seotud sellega, et tegu on teemaga, mida koolitundides käsitletakse põgusamalt ning võib seetõttu jääda õpilaste jaoks liiga abstraktseks. Varasemates haridusuuringutes on välja toodud, et õpilastel on raskusi põhiliste kiirgusprotsesside (peegeldumine, neeldumine, hajumine) mõistmisega ning seetõttu on neil ka keeruline aru saada Maa kiirgusbilansi olemusest (Andersson ja Wallin, 2000; Schreiner jt, 2005). Õpilased hindasid võrdlemisi kesiseks ka oma teadmisi selle kohta, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, millised on tänapäevased võimalused kliimamuutuste uurimiseks ning kuidas kliimamuutustega kohaneda. Selliseid tulemusi võib selgitada sellega, et õpikutes pole neil teemadel kirjutatud.

Kesiseks hindasid õpilased ka oma oskusi selgitada, mis tegurite toimel kujuneb kliima erinevates piirkondades ning analüüsida jooniseid ja teha nende põhjal järeldusi kliimamuutuste kohta. Seega on õpilastel vajaka oskustest kliimat kompleksselt kirjeldada ning põhjendada ja selgitada, kuidas kujuneb välja mingile paigale iseloomulik kliima.

Võrreldes tütarlaste ja noormeeste hinnanguid oma teadmistele võib väita, et need olid võrdlemisi sarnased. Siiski hindasid noormehed mõningaid teadmisi ja oskusi tütarlastega võrreldes paremaks. Näiteks oskus selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekt, milline on kliimamuutuste mõju majandusele, analüüsida kliimamuutusi ja Maa kiirgusbilanssi jooniste põhjal ning kirjeldada atmosfääri koostist. Põhjus võib olla selles, et need on osaliselt füüsikaga seotud oskused, mis on poistel veidi tugevamad (Espinosa jt, 2019). See oletus aga vajab edasist uurimist.

Võrreldes õpilaste hinnanguid oma teadmistele koolide vahel selgus, et üldiselt olid need üsna sarnased. Üksikuid statistiliselt olulisi erinevusi võib seletada sellega, et eri koolides õpetatakse veidi erinevalt ehk rõhku pannakse mõnevõrra erinevate teadmiste ja oskuste omandamisele. Võrreldes kooli nr 1 puhul hinnanguid 10. ja 12. klassi vahel selgus, et need on võrdlemisi

sarnased või siis pidasid 12. klassi õpilased oma teadmisi veidi paremaks. Statistiliselt oluliselt pidasid 12. klassi õpilased oma teadmisi paremaks vaid kolme väite puhul. Seda tendentsi, et 12. klassi õpilased hindavad oma teadmisi kõrgemalt saab selgitada sellega, et nad olid gümnaasiumis läbinud kursuse "Maa kui süsteem", mille käigus käsitletakse ka kliima ja kliimamuutuste teemasid. 10. klassi õpilased olid kliima teemadega kokku puutunud vaid põhikoolis ning see teadmine, kas neile ka kliimamuutustest räägiti, antud töö autoril puudub.

Analüüsides õpilaste arusaamasid kliima ja kliimamuutuste kohta selgus, et enamik vastajatest nõustus sellega, et iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse ning et tuleb muuta ühiskonda, mitte kliimat. See näitab, et noortel on arusaam sellest, millest peab alustama, et tegeleda kliimaprobleemidega. Õpilased olid ka teadlikud, et kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid ning ekstreemsete ilmastikunähtuste intensiivistumise ja sagenemise. Sellist teadlikkust võib seletada sellega, et uudistes räägitakse sageli sellest, et kuskil on suured üleujutused, kuumalaine, põud ja maastikupõlengud jms ning tihti mainitakse ka seda, et need nähtused on viimastel aastakümnetel sagenenud. Ka varasemates uuringutes on leitud, et õpilased on teadlikud, et kliimamuutuste tagajärjel sagenevad ekstreemsed ilmastikunähtused (sh põuad ja üleujutused) (Handayani ja Triyanto, 2022). Kuna õpilased olid üsnagi teadlikud, et kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised, siis nõustusid nad ka suures osas sellega, et kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse ja massiimigratsiooni. Siiski oli vastavalt 20 ja 25% selliseid õpilasi, kes sellega ei nõustunud või pigem ei nõustunud. See näitab, et need õpilased ei usu selliste tagajärgede võimalikkusesse või siis pole neil piisavat teadlikkust selle kohta, milliseid tagajärgi toovad kliimamuutused endaga kaasa.

Valdav enamus õpilastest ei nõustunud väitega, et kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed, siiski oli 10% õpilasi, kes arvasid, et nii pigem on. Küsimuseks on nüüd see, kas need 10% õpilastest ei usu, et kliimamuutused reaalselt aset leiavad või nad pidasid silmas seda, et kliimamuutuste kohta avaldatakse ka palju vastukäivat informatsiooni. Küsimustikus oleva väitega, et kliimamuutuste kohta on palju vastuolulist informatsiooni, nõustus 51,5% vastanutest. See näitab, et ligikaudu pooled õpilastest on teadlikud, et kliimamuutuste kohta on palju vastukäivat informatsiooni. Edaspidi oleks oluline selgitada, mis on selliste arusaamade tõelised põhjused. Samuti viitab see vajadusele tõhusamalt ja juba eelkoolieas õpilaste selgitada, mis on kliimamuutused ja nende põhjused ning kuidas me teame seda, mida me teame, sest lihtsam on anda õpilastele teadmisi kui kummutada väärarusaamasid.

Analüüsides sugudevahelisi erinevusi, mis olid seotud kliimamuutuste tagajärgedega selgus, et tütarlapsed usuvad rohkem, et iga indiviid saab panustada kliimamuutustega tegelemisse.

Samuti nõustusid tütarlapsed rohkem väidetega, mis olid seotud kliimamuutuste tagajärgede ja tulevikusuundumustega. Põhjendada või seda sellega, et naised on loomult suuremad muretsejad ning see kandub üle ka keskkonnaga seotud küsimustesse. Varasemates uuringutes on samuti leitud, et naised muretsevad keskkonna pärast rohkem kui mehed ning käituvad seetõttu ka keskkonnateadlikumalt (Dietz jt, 2002; McCright, 2010, Xiao ja McCright, 2015). Tegelike põhjuste väljaselgitamiseks oleks vaja aga läbi viia kas küsitlus või intervjuud.

10. ja 12. klasside võrdluses tuli välja, et abituriendid on üldiselt kliimateadlikumad, mis on seletatav nii nende pikema elukogemuse kui ka õpinguteperioodiga. Samuti on lõpuklassi õpilased läbinud kliimaga seotud kursuse, mis on kindlasti ka oluline teadlikkuse seisukohalt.

Õpilaste teadmiste kontrollimisel selgus, et 40% pigem nõustub, et kasvuhoonegaasid on atmosfääri sattunud üksnes inimtegevuse tõttu ning 17% ei nõustunud sellega, et kasvuhoonegaasid oli atmosfääris olemas juba enne tööstusrevolutsiooni. See näitab, et õpilased kas ei tea või ei mõtle sellele, et on ka looduslikke põhjuseid, mille tagajärjel satuvad kasvuhoonegaasid atmosfääri. Puudulikud teadmised võivad omakorda tuleneda sellest, et koolis ja ka ühiskonnas laiemalt räägitakse eelkõige sellest, kuidas inimene oma tegevusega põhjustab kasvuhoonegaaside emissioone, kuid harva pööratakse tähelepanu asjaolule, et ka näiteks vulkaanipursete käigus vabaneb mitmeid ühendeid sh lämmastikdioksiid ja süsihappegaas. Lisaks on üsnagi levinud kuvand, et kasvuhoonegaasid on halvad, kuid tegelikkuses ei oleks elu Maal võimalik, kui poleks looduslikku kasvuhooneefekti. Iga viies küsimustikule vastanud õpilane aga ei teadnud seda, mis omakorda kinnitab, et see väärarusaam on levinud ka gümnaasiumiõpilaste hulgas. 54% õpilastest ei nõustunud, et veeaur on kasvuhoonegaas. See valearusaam on välja tulnud ka varasemates uuringutes (Boyes jt, 1993; Dove, 1996; Fishers, 1998; Handayani ja Triyanto, 2022, Shepardson jt, 2009).

Sugudevahelisi erinevusi uurides ei tulnud välja, et üks või teine sugupool oleks kliimateadlikum. Väitest olenevalt olid kord tütarlapsed rohkem kursis ja siis jällegi noormehed. Seega võib oletada, et noored on võrdselt kliima teemadega kokku puutunud ning kuna koolides õpetatakse korraga nii poisse kui ka tüdrukuid, siis ei ole ühed teistest teadlikumad. Samuti ei erinenud õpilaste teadmised koolide võrdluses. Võrreldes 10. ja 12. klasse selgus see, et abituriendid olid selgelt teadlikumad nende väidete puhul, mida käsitletakse ka kooliõpikutes. Seega on näha, et kliima ja kliimamuutuste õpetamine gümnaasiumis parandab neid õpilaste arusaamu, mis on otseselt koolis õpituga seotud. Kuid kui küsida õpilastelt kliimamuutuste kohta midagi, mida pole otseselt õpikus kirjas, kui mis on oluline teadmine kliimamuutuste mõistmise seisukohalt, siis ei saa öelda, et oleks olulisi erinevusi gümnaasiumi erinevates klassides õppivate õpilaste vahel.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning millised on nende tegelikud teadmised ja arusaamad kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest.

Eesmärgi täitmiseks püstitati kolm uurimusküsimust, millele vastuste saamiseks koostas autor küsimustiku, mis lähtus suuresti põhikooli ja gümnaasiumi riiklikust õppekavast ning varasematest uuringutest. Küsimustikule vastasid 167 10.–12. klassi õpilast kahest erinevast koolist. Küsimustiku abil saadi teada õpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele, nende kliimamuutustega seotud arusaamad ning kliimamuutustega seotud teadmised.

Uurimisküsimustele saadi töö käigus vastused. Esimese uurimusküsimusega selgitati välja gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ja oskustele. Õpilased hindasid oma kliima-alaseid teadmisi pigem heaks, kuid kliimaga seotud keerulisemaid oskusi (näiteks oskus seletada, miks mingis kohas on sealne kliima välja kujunenud; milles seisneb Maa kiirgusbilanss; analüüsida ja teha järeldusi jooniste, kaartide ja graafikute põhjal) hinnati kesiseks. Kõige paremaks pidasid õpilased oskust teha vahet mõistetel "ilm" ja "kliima". Õpilaste hinnangute kohaselt mõistavad nad ka hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust, oskavad hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat ning põhjendada enda seisukohti, miks peaks kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid. Abituriendid hindasid veidi oma teadmisi paremaks kui 10. klassi õpilased, kuid statistiliselt usaldusväärsed erinevused tulid välja vaid üksikute väidete puhul.

Teise uurimisküsimusega selgitati välja, millised on gümnaasiumiõpilaste arusaamised kliimamuutustest, nende põhjustest ja tagajärgedest. Kokku 91% vastajatest nõustus, et iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse, mis näitab, et noortel on usku igaüks meist saab omaltpoolt midagi ära teha. Kolmveerand vastanutest nõustus, et kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse ja massimigratsiooni. Kuigi üldiselt õpilased ei arvanud, et kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed, siis oli ikkagi 10% neid, kes jäid eriarvamusele. Just see 10% näitab, kui oluline on alustada kliimateadliku käitumise ja mõtlemise kujundamisega juba eelkoolieas. Samuti on tähtis, et õpilaste kliimaalased teadmised oleksid piisavad ning et nad näeksid Maad kui tervikut.

Kolmanda uurimisküsimusega uuriti õpilaste tegelikke teadmisi ja võrreldi neid ka õpilaste enda hinnangutega oma teadmistele. Õpilaste tegelikud kliimaalased teadmised olid rahuldavad kuni head. Üldjuhul õpilased oma teadmisi väga ei üle- ega alahinnanud. Ühe väärarusaama

leidis 40% vastanutest, et kasvuhoonegaasid on atmosfääri sattunud üksnes inimtegevuse tõttu. Teise väärarusaamana leidis 17% vastanutest, et kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine ning kolmanda väärarusaamana arvas sama hulk vastajaid, et enne tööstusrevolutsiooni polnud atmosfääris kasvuhoonegaase. Lisaks ei teadnud iga viies vastanu, et ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu (neljas väärarusaam). Ligi pool vastanutest ei teadnud, et veeaur on kasvuhoonegaas.

Edasist uurimist vajab see, miks õpilastel on kujunenud mingid arusaamad ja väärarusaamad samuti saab põhjalikumalt uurida õpilaste kliima ja kliimamuutuste alaseid teadmisi. Selleks tuleks koostada test-küsimustik, kus õpilased peaksid tegema jooniste, graafikute ja kaartide põhjal järeldusi, kirjeldama oma sõnadega erinevaid protsesse ja süsteeme (kliima kujunemine mingis piirkonnas, Maa kiirgusbilanss, kasvuhooneefekti olemus jms).

Tänuavaldus

Soovin tänada oma juhendajat Regina Soobardi kasulike nõuannete ja kannatlikkuse eest. Samuti tänan uuringus osalenud koole, küsimustikule vastanud õpilasi ning õpetajaid, kes olid nõus oma ainetunnist aja leidma. Eriline tänu ka Marie Johanna Univerile mitmekülgse abi eest. Olen tänulik ka oma perele toetuse ja motiveerimise eest.

Kasutatud allikad

Anderson, A. (2012). Climate change education for mitigation and adaptation. *Journal of Education for Sustainable Development*, *6*(2), 191-206.

Andersson, B., & Wallin, A. (2000). Students' understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO2 emissions and the problem of ozone layer depletion. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *37*(10), 1096-1111.

Boyes, E., Chuckran, D., & Stanisstreet, M. (1993). How do high school students perceive global climatic change: What are its manifestations? What are its origins? What corrective action can be taken?. *Journal of Science Education and Technology*, *2*, 541-557.

Chang, C. H., & Pascua, L. (2016). Singapore students' misconceptions of climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, *25*(1), 84-96.

Christodoulou, A., & Korfiatis, K. (2019). Children's interest in school garden projects, environmental motivation and intention to act: A case study from a primary school of Cyprus. *Applied Environmental Education & Communication*, *18*(1), 2–12. https://doi.org/10.1080/1533015X.2017.1419104

Choi, S., Niyogi, D., Shepardson, D. P., & Charusombat, U. (2010). Do earth and environmental science textbooks promote middle and high school students' conceptual development about climate change? Textbooks' consideration of students' misconceptions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *91*(7), 889-898.

Climete.cov. *Past climate*. https://www.climate.gov/maps-data/climate-data-primer/past-climate (viimati vaadatud 18.05.2023)

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research methods in education*. routledge.

Cordero, E. C., Centeno, D., & Todd, A. M. (2020). The role of climate change education on individual lifetime carbon emissions. *PloS one*, *15*(2), e0206266.

Dal, B., Alper, U., Özdem-Yilmaz, Y., Öztürk, N., & Sönmez, D. (2015). A model for pre-service teachers' climate change awareness and willingness to act for pro-climate change friendly behavior: Adaptation of awareness to climate change questionnaire. *International Research in Geographical and Environmental Education*, *24*(3), 184–200. https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1034456

Dietz, T., Kalof, L., & Stern, P. C. (2002). Gender, values, and environmentalism. *Social science quarterly*, *83*(1), 353-364.

Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environmental education research*, *2*(1), 89-100.

Eesti Entsüklopeedia. http://entsyklopeedia.ee/artikkel/kliima2 (13.03.2023)

Espinosa, T., Miller, K., Araujo, I., & Mazur, E. (2019). Reducing the gender gap in students' physics self-efficacy in a team-and project-based introductory physics class. *Physical Review Physics Education Research*, *15*(1), 010132.

Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA). https://www.eea.europa.eu/et/themes/climate/about-climate-change (viimati vaadatud 13.01.2023)

Fisher, B. (1998). Australian student's appreciation of the greenhouse effect and the ozone hole. *Australian Science Teachers Journal*, *44*(3), 46.

Gowda, M. V., Fox, J. C., & Magelky, R. D. (1997). Students' understanding of climate change: Insights for scientists and educators. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *78*(10), 2232-2240.

Gümnaasiumi riiklik õppekava (GRÕK). (2011). *Riigi Teataja I, 6.01.2011, 4. https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011?leia Kehtiv (23.05.2023)*

Handayani, R. A. D., & Triyanto. (2022). Seventh-grade students' conceptions of climate change, global warming, and the greenhouse effect. *Journal of Geoscience Education*, *70*(4), 490-500.

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926

Karl, T. R., Melilio, J. M., & Peterson, T.C. (2009). *Global change impacts in the United States*. U.S. Global Change Research Program, 1-188. New York, NY: Cambridge University Press

Kliimamuutused. 2020. https://www.kliimamuutused.ee/kliimamuutusest (viimati vaadatud 13.01.2023)

Kuthe, A., Körfgen, A., Stötter, J., & Keller, L. (2020). Strengthening their climate change literacy: A case study addressing the weaknesses in young people's climate change awareness. *Applied Environmental Education & Communication*, *19*(4), 375-388.

Lambert, J. L., Lindgren, J., & Bleicher, R. (2012). Assessing elementary science methods students' understanding about global climate change. *International Journal of Science Education*, *34*(8), 1167-1187.

Leiserowitz, A. & Smith, N. (2010). *Knowledge of Climate Change Across Global Warming's Six Americas.* Yale University. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication.

Lombardi, D., & Sinatra, G. M. (2012). College students' perceptions about the plausibility of human-induced climate change. *Research in Science Education*, *42*, 201-217.

Lombardi, D., & Sinatra, G. M. (2013). Emotions about teaching about human-induced climate change. *International Journal of Science Education*, *35*(1), 167-191.

Lopez, J. J. D., & Malay, C. A. (2019). Awareness and attitude towards climate change of selected senior high students in cavite, Philippines. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, *7*(2 Part III), 56-62.

McCaffrey, M. S. (2012). Teaching controversy. *The Earth Scientist, 28*(3), 25-29.

McCaffrey, M. S. & Buhr, S. M. (2008). Clarifying climate confusion: Addressing systemic holes, cognitive gaps, and misconceptions through climate literacy. *Physical Geography*, *29*(6), 512-528.

McCright, A. M. (2010). The effects of gender on climate change knowledge and concern in the American public. *Population and Environment*, *32*, 66-87.

McNeill, L. K., Vaughn, H. M., *(2010). Urban high school students´ critical science agency: conceptual understanding and environmental actions around climate change. Science Education, 42, 373-399.*

Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 299-307.

Pedaste, M., ja Sarapuu, T. (2010). Õpitulemuste hindamine bioloogias. L. Koppel (Toim.). Põhikooli valdkonnaraamat loodusained (73-82). Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

Perkins, D. (1993). Teaching for understanding. *American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers*, 17(3), 8, 28–35.

Põhikooli Riiklik Õppekava (PRÕK). (2011). *Riigi Teataja I, 6.01.2011, 4. https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021010?leiaKehtiv (23.05.2023)*

Romm, J. J. (2022). Climate change: What everyone needs to know. *Oxford University Press*.

Rämmer, A. (2014). Valiidsus ja reliaablus. *Sotsiaalteaduslike uurimuste metodoloogia alused.* Tartu Ülikool. https://samm.ut.ee/valiidsus-ja-reliaablus (30.05.2022).

Schreiner, C., Henriksen, E. K., & Kirkeby Hansen, P. J. (2005). Climate education: Empowering today's youth to meet tomorrow's challenges. *Studies in Science Education*, *41*, 3-50

Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change. *Environmental Education Research*, *15*(5), 549-570.

Svihla, V., & Linn, M. C. (2012). A design-based approach to fostering understanding of global climate change. *International Journal of Science Education*, 34(5), 651–676. https://doi.org/10.1080/09500 693.2011.597453

Tibola da Rocha, V., Brandli, L. L., & Kalil, R. M. L. (2020). Climate change education in school: Knowledge, behavior and attitude. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(4), 649–670. https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2019-0341

Whitmarsh, L. (2003). Survey questionnaire ('Climate change' version).

Österlind, K. (2005). Concept formation in environmental education: 14-year olds' work on the intensified greenhouse effect and the depletion of the ozone layer. *International Journal of Science Education*, 27, 891–908.

Xiao, C., & McCright, A. M. (2015). Gender differences in environmental concern: Revisiting the institutional trust hypothesis in the USA. *Environment and Behavior*, *47*(1), 17-37.

Summary

The consequences of climate change have been felt by mankind for many years, but in the last decade, the increase and intensification of extreme weather events has been particularly noticeable. Increasing people's environmental awareness is necessary to slow down climate change and mitigate global warming. Since it is more challenging to change the mindset of adults with established consumption habits, it is important to develop a mindset that supports environmentally conscious and sustainable development from an early age, even in preschool. This will enable the upbringing of a more knowledgeable generation that will make science-based decisions in the future and may also influence the habits and mindset of their loved ones. The following research questions were formulated based on the objectives of the study:

1. What are the assessments of Estonian secondary school students regarding their knowledge and skills in the field of climate change and climate change mitigation?
2. What are the perceptions of Estonian secondary school students regarding climate change, its causes, and consequences?
3. How do students' self-assessments of their knowledge about climate and climate change relate to their actual knowledge?

To obtain answers to these research questions, the author prepared a questionnaire largely based on the national curriculum and previous studies. A total of 167 students from 10th to 12th grade responded to the questionnaire. On average, students rated their climate knowledge as rather good, but more complex climate-related skills (such as explaining the Earth's radiation balance and analysing figures, maps, and graphs) were rated as poor. According to the students´ responses, their strongest skill was distinguishing between the terms "weather" and "climate." They also demonstrated a good understanding of the importance of studying climate change, the impact of human activities on the climate, and the reasons for using more renewable energy sources.

A total of 91% of respondents agreed that every person can contribute to mitigating the effects of climate change. Three-quarters of respondents agreed that climate change would lead to food insecurity and mass migration. Although students in general, did not consider the evidence of climate change to be unreliable, 10% still disagreed. This 10% highlights the importance of developing climate-conscious behaviour and thinking from a preschool age.

The students´ actual climate knowledge ranged between satisfactory and good. First misconception: 40% of respondents believed that greenhouse gases are released into the atmosphere solely due to human activity. Second misconception: 17% of respondents thought

that climate change is merely a natural fluctuation of global temperature. Third misconception, an equal number of respondents believed that there were no greenhouse gases in the atmosphere before the Industrial Revolution. Fourth misconception: one-in-five respondents did not know that there would be no life on Earth without greenhouse gases. Fifth misconception: nearly half of the respondents did not know that water vapor is a greenhouse gas.

Lisad

Lisa 1. Magistritöös kasutatud küsimustik

HEA ÕPILANE!

Palun sul täita küsimustik, mille andmeid kasutatakse magistritöös, mille eesmärgiks on teada saada gümnaasiumi õpilaste hinnangud oma teadmistele ja oskustele, mis seostuvad kliimamuutustega. Küsimustiku täitmisele kulub umbes 30–45 minutit. Aitäh panustamast!

1. Kool:_____
2. Klass:_____
3. Sugu:_____

ANNA PALUN HINNANG, KUIVÕRD SA NÕUSTUD ALLJÄRGNEVATE VÄIDETEGA

Palun tee rist lahtrisse, mis iseloomustab kõige paremini sinu teadmisi ja oskusi kliimamuutuste kohta (ei nõustu üldse 1, pigem ei nõustu 2, pigem nõustun 3, nõustun täielikult 4).

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima“.				
Minu teadmised kliimat kujundavatest teguritest on väga head.				
Minu teadmised kliimamuutuste kohta on väga head.				
Minu teadmised kliimamuutuste põhjuste kohta on väga head.				
Minu teadmised kliimamuutuste tagajärgede kohta on väga head.				
Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head.				

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Ma tean väga hästi, mida teha, et kliimamuutusi aeglustada.				
Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekt.				
Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekti tähtsus.				
Ma tean väga hästi, millised on peamised kasvuhoonegaasid.				
Ma oskan väga hästi leida usaldusväärset informatsiooni, mis seostub kliimamuutustega.				
Ma oskan väga hästi enda seisukohti väljendada, miks peaksime kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid (nt päikeseenergia, tuuleenergia).				
Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat.				
Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head.				
Ma oskan väga hästi kohaneda kliimamuutustega.				
Ma oskan väga hästi argumenteerida, kuidas inimtegevus on alates tööstusrevolutsioonist kliimat kujundanud.				
Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile.				
Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju majandusele.				
Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju inimestele.				

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Ma tean väga hästi, kuidas ilm ja kliima mõjutavad inimtegevust.				
Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale.				
Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust.				
Ma oskan väga hästi tuua näiteid tänapäevaste kliimamuutuste uurimisvõimaluste kohta.				
Ma oskan väga hästi kirjeldada temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammi järgi etteantud koha kliimat ning seostada selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga.				
Ma oskan väga analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.				
Ma oskan jooniste järgi väga hästi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust.				
Ma oskan väga hästi kirjeldada atmosfääri koostist.				
Ma oskan väga hästi selgitada joonise põhjal üldist õhuringlust ning selle mõju eri piirkondade kliimale.				
Kasvuhoonegaasid on atmosfääri sattunud üksnes inimtegevuse tõttu.				
Kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite mõjul.				
Kliimamuutuste leevendamiseks tuleb muuta ühiskonda, mitte kliimat.				

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Kliimamuutuste tagajärjel muutub Eesti kliima soojemaks ja kuivemaks.				
Iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse.				
Kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine.				
Kliimamuutustega seoses on juba hilja midagi ette võtta.				
Inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri.				
Arengumaad panustavad kliimamuutustesse rohkem.				
Kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed.				
Kliimamuutuste kohta on palju vastuolulist informatsiooni, mistõttu on keeruline hinnata, mis on tõde.				
Kliimamuutused on moodsa elu tagajärg.				
Kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised.				
Üksikisik ei saa kliimamuutuste suhtes midagi ette võtta.				
Tööstuslik õhusaaste on peamine kliimamuutuste põhjustaja.				
Maakasutuse muutusest tingitud kasvuhoone gaaside emissioonide suurenemine panustab enim kliimasoojenemisse.				
Kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas ka enne tööstusrevolutsiooni.				

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu.				
Kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu.				
CO_2 kontsentratsiooni tõus atmosfääris pole probleem, sest taimed vajavad seda oma elutegevuseks.				
Kliimamuutused toovad kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste (pudusajud, kuumalained, tornaadod, orkaanid) sagenemise ja intensiivistumise.				
Kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid.				
Kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist.				
Kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse.				
Kliimamuutused toovad kaasa massimigratsiooni.				
Veeaur on kasvuhoonegaas.				
Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.				
Euroopas on keskmine õhutemperatuur tõusnud rohkem kui mujal maailmas.				
Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine õhutemperatuur.				
Kliimamuutuste mõjul hakkab Eestis olema järjest rohkem päikesepaistelisi ilmasid.				

Väide	**Ei nõustu üldse 1**	**Pigem ei nõustu 2**	**Pigem nõustun 3**	**Nõustun täielikult 4**
Suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus.				
Loomad ja taimed on suutelised kliimamuutustega kohanema.				
Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 Merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis.				
Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 tuule kiirus talvel väheneb.				
Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 aasta keskmine päikesekiirguse hulk kasvab.				
Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 esineb rohkem tsüklonaalset tegevust.				

Lisa 2. Koostatud õppematerjali koostamise alused

Väite alus	Õpitulemused õppekavast (PRÕK,2011, GRÕK 2011)	Ülesande nr ja sisu õppematerjalis
PRÕK	ilma ja kliima mõiste	Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima“.
PRÕK	selgitab kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale	Minu teadmised kliimat kujundavatest teguritest on väga head.
GRÕK	on omandanud süsteemse ülevaate looduses toimuvatest nähtustest ja protsessidest	Minu teadmised kliimamuutuste kohta on väga head.
GRÕK	on omandanud süsteemse ülevaate looduses toimuvatest nähtustest ja protsessidest	Minu teadmised kliimamuutuste põhjuste kohta on väga head.
PRÕK	toob näiteid kliimamuutuste võimalike tagajärgede kohta	Minu teadmised kliimamuutuste tagajärgede kohta on väga head.
GRÕK	rakendab geograafiaprobleeme lahendades teaduslikku meetodit	Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head.
GRÕK	rakendab geograafiaprobleeme lahendades teaduslikku meetodit	Ma tean väga hästi, mida teha, et kliimamuutusi aeglustada.
GRÕK	selgitab joonise järgi Maa kiirgusbilanssi ning kasvuhooneefekti;	Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekt.
GRÕK	selgitab joonise järgi Maa kiirgusbilanssi ning kasvuhooneefekti;	Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekti tähtsus.
GRÕK	põhimõisted: kasvuhoonegaasid	Ma tean väga hästi, millised on peamised kasvuhoonegaasid.
GRÕK	leiab nii eesti- kui ka võõrkeelsetest teabeallikatest geograafiainfot, hindab seda kriitiliselt ning teeb põhjendatud järeldusi ja otsuseid	Ma oskan väga hästi leida usaldusväärset informatsiooni, mis seostub kliimamuutustega.
GRÕK	rakendab geograafiaprobleeme lahendades teaduslikku meetodit	Ma oskan väga hästi enda seisukohti väljendada, miks peaksime kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid (nt päikeseenergia, tuuleenergia).

Uurimisküsimus nr 1, töö autor	-	Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat.
PRÕK	mõistab kliimamuutuste uurimise olulisust ja toob näiteid tänapäevaste uurimisvõimaluste kohta	Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head.
Uurimisküsimus nr 1, töö autor	-	Ma oskan väga hästi kohaneda kliimamuutustega.
GRÕK	rakendab geograafiaprobleeme lahendades teaduslikku meetodit	Ma oskan väga hästi argumenteerida, kuidas inimtegevus on alates tööstusrevolutsioonist kliimat kujundanud.
GRÕK	analüüsib kliima mõju teistele looduskomponentidele ja inimtegevusele	Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile.
GRÕK	analüüsib kliima mõju teistele looduskomponentidele ja inimtegevusele	Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju majandusele.
PRÕK	toob näiteid ilma ja kliima mõjust inimtegevusele	Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju inimestele.
PRÕK	toob näiteid ilma ja kliima mõjust inimtegevusele	Ma tean väga hästi, kuidas ilm ja kliima mõjutavad inimtegevust.
PRÕK	selgitab kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale	Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale.
PRÕK	mõistab kliimamuutuste uurimise olulisust ja toob näiteid tänapäevaste uurimisvõimaluste kohta	Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust.
PRÕK	mõistab kliimamuutuste uurimise olulisust ja toob näiteid tänapäevaste uurimisvõimaluste kohta	Ma oskan väga hästi tuua näiteid tänapäevaste kliimamuutuste uurimisvõimaluste kohta.
PRÕK	iseloomustab ja võrdleb temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammide järgi etteantud kohtade kliimat ning selgitab erinevuste põhjusi	Ma oskan väga hästi kirjeldada temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammi järgi etteantud koha kliimat ning seostada selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga.
GRÕK	analüüsib jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitab eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.	Ma oskan väga analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.

GRÕK	selgitab joonise järgi Maa kiirgusbilanssi ning kasvuhooneefekti	Ma oskan jooniste järgi väga hästi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust.
GRÕK	kirjeldab atmosfääri koostist	Ma oskan väga hästi kirjeldada atmosfääri koostist.
PRÕK, GRÕK	iseloomustab joonise järgi üldist õhuringlust	Ma oskan väga hästi selgitada joonise põhjal üldist õhuringlust ning selle mõju eri piirkondade kliimale.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Kasvuhoonegaasid on atmosfääri sattunud üksnes inimtegevuse tõttu.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite mõjul.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste leevendamiseks tuleb muuta ühiskonda, mitte kliimat.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjel muutub Eesti kliima soojemaks ja kuivemaks.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse.
Uurimusküsimus nr 3	-	Kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutustega seoses on juba hilja midagi ette võtta.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Arengumaad panustavad kliimamuutustesse rohkem.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste kohta on palju vastuolulist informatsiooni, mistõttu on keeruline hinnata, mis on tõde.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutused on moodsa elu tagajärg.

Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Üksikisik ei saa kliimamuutuste suhtes midagi ette võtta.
Uurimusküsimus nr 2, Papadimitriou, 2004	-	Tööstuslik õhusaaste on peamine kliimamuutuste põhjustaja.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Maakasutuse muutusest tingitud kasvuhoone gaaside emissioonide suurenemine panustab enim kliimasoojenemisse.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas ka enne tööstusrevolutsiooni.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	CO_2 kontsentratsiooni tõus atmosfääris pole probleem, sest taimed vajavad seda oma elutegevuseks.
Uurimusküsimus nr 2, Papadimitriou, 2004	-	Kliimamuutused toovad kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste (pudusajud, kuumalained, tornaadod, orkaanid) sagenemise ja intensiivistumise.
Uurimusküsimus nr 2, Papadimitriou, 2004	-	Kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid.
Uurimusküsimus nr 3, Handayani & Triyanto	-	Kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutused toovad kaasa massimigratsiooni.
Uurimusküsimus nr 3, Whitmarsh, 2003	-	Veeaur on kasvuhoonegaas.

Uurimusküsimus nr 3, Whitmarsh, 2003, Papadimitriou, 2004	-	Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Euroopas on keskmine õhutemperatuur tõusnud rohkem kui mujal maailmas.
Uurimusküsimus nr 3, töö autor	-	Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine õhutemperatuur.
Uurimusküsimus nr 2, Papadimitriou, 2004	-	Kliimamuutuste mõjul hakkab Eestis olema järjest rohkem päikesepaistelisi ilmasid.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus.
Uurimusküsimus nr 2, Handayani & Triyanto	-	Loomad ja taimed on suutelised kliimamuutustega kohanema.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 Merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 tuule kiirus talvel väheneb.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 aasta keskmine päikesekiirguse hulk kasvab.
Uurimusküsimus nr 2, töö autor	-	Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 esineb rohkem tsüklonaalset tegevust.

Lisa 3. Vastajate hinnangute jaotus, keskmised ja standardhälve valimi, soo, koolide ja klasside lõikes

		1. Ma tean väga hästi, mis vahe on mõistetel „ilm“ ja „kliima“ *	2. Minu teadmised kliimat kujundavatest teguritest on väga head. *	3. Minu teadmised kliimamuutuste kohta on väga head. *	4. Minu teadmised kliimamuutuste põhjuste kohta on väga head. *	5. Minu teadmised kliimamuutuste tagajärgede kohta on väga head.*	6. Minu teadmised kliimamuutustega kohanemise võimaluste kohta on väga head.*	7. Ma tean väga hästi, mida teha, et kliimamuutusi aeglustada.*	8. Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekt.*	9. Ma oskan väga hästi selgitada, milles seisneb kasvuhooneefekti tähtsus. *	10. Ma tean väga hästi, millised on peamised kasvuhoonegaasid.*	11. Ma oskan väga hästi leida usaldusväärset informatsiooni, mis seostub kliimamuutustega. *	12. Ma oskan väga hästi enda seisukohti väljendada, miks peaksime kasutama rohkem taastuvaid energiaallikaid (nt päikeseenergia, tuuleenergia). *
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	0	1	4	4	2	12	11	8	7	9	9	6
	Pigem ei nõustu	8	52	50	44	47	92	62	51	63	48	41	35
	Pigem nõustun	93	105	99	102	101	60	83	77	71	83	86	88
	Nõustun täielikult	66	9	14	17	17	3	11	31	26	27	31	38
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	0.0	0.6	2.4	2.4	1.2	7.2	6.6	4.8	4.2	5.4	5.4	3.6
	Pigem ei nõustu	4.8	31.1	29.9	26.3	28.1	55.1	37.1	30.5	37.7	28.7	24.6	21.0
	Pigem nõustun	55.7	62.9	59.3	61.1	60.5	35.9	49.7	46.1	42.5	49.7	51.5	52.7
	Nõustun täielikult	39.5	5.4	8.4	10.2	10.2	1.8	6.6	18.6	15.6	16.2	18.6	22.8
Keskmine		3.35	3.35	2.73	2.74	2.79	2.80	2.32	2.56	2.78	2.69	2.77	2.83
Standardhälve		0.57	0.57	0.56	0.64	0.65	0.63	0.63	0.72	0.80	0.78	0.78	0.79
Naised	keskmine	3.31	2.72	2.67	2.73	2.74	2.22	2.50	2.70	2.63	2.71	2.81	2.90
	standardhälve	0.58	0.51	0.57	0.58	0.59	0.56	0.64	0.73	0.71	0.75	0.78	0.75
Mehed	keskmine	3.41	2.75	2.84	2.89	2.89	2.48	2.67	2.92	2.80	2.86	2.88	3.02
	standardhälve	0.56	0.64	0.74	0.74	0.67	0.71	0.82	0.90	0.88	0.83	0.81	0.79
10. klass kool1	keskmine	3.45	2.70	2.67	2.67	2.70	2.42	2.45	2.70	2.39	2.45	2.58	2.91
	standardhälve	0.67	0.53	0.65	0.65	0.64	0.71	0.79	0.85	0.79	0.94	0.75	0.77
11. klass kool2	keskmine	3.21	2.69	2.73	2.81	2.84	2.27	2.52	2.77	2.69	3.00	2.87	2.87
	standardhälve	0.53	0.60	0.64	0.68	0.63	0.58	0.68	0.78	0.79	0.70	0.84	0.78
12. klass kool1	keskmine	3.50	2.83	2.78	2.83	2.78	2.35	2.72	2.89	2.93	2.61	2.93	3.11
	standardhälve	0.51	0.53	0.66	0.61	0.63	0.67	0.72	0.77	0.71	0.65	0.71	0.74

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Lisa 3 jätk

		13. Ma oskan väga hästi kirjeldada, kuidas inimtegevus mõjutab kliimat.*	14. Minu teadmised sellest, kes tegelevad kliimamuutuste uurimisega, on väga head.*	15. Ma oskan väga hästi kohaneda kliimamuutustega.*	16. Ma oskan väga hästi argumenteerida, kuidas inimtegevus on alates tööstusrevolutsioonist kliimat kujundanud.*	17. Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju ökosüsteemile.*	18. Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju majandusele.*	19. Ma tean väga hästi, milline on kliimamuutuste mõju inimestele.*	20. Ma tean väga hästi, kuidas ilm ja kliima mõjutavad inimtegevust.*	21. Ma oskan väga hästi selgitada kliimat kujundavate tegurite mõju etteantud koha kliimale.*	22. Ma mõistan väga hästi kliimamuutuste uurimise tähtsust.*	23. Ma oskan väga hästi tuua näiteid tänapäevaste kliimamuutuste uurimisvõimaluste kohta.*
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	1	43	14	17	8	16	2	4	17	7	21
	Pigem ei nõustu	20	95	63	65	51	69	49	43	95	23	99
	Pigem nõustun	104	27	79	72	89	64	91	92	50	75	42
	Nõustun täielikult	42	2	11	13	19	18	25	28	5	62	5
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	0.6	25.7	8.4	10.2	4.8	9.6	1.2	2.4	10.2	4.2	12.6
	Pigem ei nõustu	12.0	56.9	37.7	38.9	30.5	41.3	29.3	25.7	56.9	13.8	59.3
	Pigem nõustun	62.3	16.2	47.3	43.1	53.3	38.3	54.5	55.1	29.9	44.9	25.1
	Nõustun täielikult	25.1	1.2	6.6	7.8	11.4	10.8	15.0	16.8	3.0	37.1	3.0
Keskmine		3.12	1.93	2.52	2.49	2.71	2.50	2.83	2.86	2.26	3.15	2.19
Standardhälve		0.62	0.68	0.74	0.78	0.73	0.81	0.68	0.71	0.68	0.81	0.68
Naised	keskmine	3.15	1.83	2.41	2.42	2.72	2.37	2.76	2.83	2.23	3.27	2.15
	standardhälve	0.57	0.63	0.71	0.76	0.66	0.74	0.66	0.72	0.63	0.76	0.69
Mehed	keskmine	3.08	2.09	2.70	2.59	2.70	2.72	2.95	2.91	2.30	2.95	2.25
	standardhälve	0.70	0.73	0.77	0.81	0.83	0.88	0.70	0.71	0.75	0.86	0.67
10. klass kool1	keskmine	3.00	1.85	2.76	2.39	2.64	2.36	2.76	2.82	2.30	3.09	2.21
	standardhälve	0.61	0.67	0.66	0.70	0.90	0.86	0.71	0.81	0.64	0.77	0.70
11. klass kool2	keskmine	3.07	1.93	2.51	2.47	2.59	2.55	2.85	2.81	2.15	3.08	2.17
	standardhälve	0.61	0.66	0.79	0.84	0.71	0.81	0.68	0.68	0.68	0.88	0.62
12. klass kool1	keskmine	3.30	1.96	2.37	2.59	2.98	2.52	2.85	2.98	2.41	3.30	2.17
	standardhälve	0.63	0.73	0.68	0.75	0.54	0.81	0.70	0.68	0.69	0.70	0.80

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Lisa 3 jätk

		24. Ma oskan väga hästi kirjeldada temaatiliste kaartide ja kliimadiagrammi järgi etteantud koha kliimat ning seostada selle kliimat kujundavate tegurite mõjuga.*	25. Ma oskan väga analüüsida jooniste põhjal kliima lühi- ja pikemaajalist muutumist ning selgitada eri tegurite, sh astronoomiliste tegurite rolli kliimamuutustes.*	26. Ma oskan jooniste järgi väga hästi selgitada Maa kiirgusbilansi olemust.*	27. Ma oskan väga hästi kirjeldada atmosfäari koostist*	28. Ma oskan väga hästi selgitada joonise põhjal üldist õhuringlust- ning selle mõju eri piirkondade kliimale.*	29. Kasvuhoonegaasid on atmosfäari sattunud üksnes inimtegevuse tõttu.***	30. Kliima on minevikus muutunud ka looduslike tegurite mõjul.***	31. Kliimamuutuste leevendamiseks tuleb muuta ühiskonda, mitte kliimat.**	32. Kliimamuutuste tagajärjel muutub Eesti kliima soojemaks ja kuivemaks.**	33. Iga inimene saab panustada kliimamuutuste mõjude leevendamisse.**	34. Kliimamuutused on lihtsalt maakera loomulik temperatuuride kõikumine.***
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	18	28	72	23	12	31	1	2	13	1	53
	Pigem ei nõustu	65	89	73	75	69	64	21	19	50	14	86
	Pigem nõustun	70	42	18	56	75	67	85	88	82	75	21
	Nõustun täielikult	14	8	4	13	11	5	60	58	22	77	7
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	10.8	16.8	43.1	13.8	7.2	18.6	0.6	1.2	7.8	0.6	31.7
	Pigem ei nõustu	38.9	53.3	43.7	44.9	41.3	38.3	12.6	11.4	29.9	8.4	51.5
	Pigem nõustun	41.9	25.1	10.8	33.5	44.9	40.1	50.9	52.7	49.1	44.9	12.6
	Nõustun täielikult	8.4	4.8	2.4	7.8	6.6	3.0	35.9	34.7	13.2	46.1	4.2
Keskmine		2.48	2.18	1.72	2.35	2.51	2.28	3.22	3.21	2.68	3.37	1.89
Standardhälve		0.80	0.76	0.75	0.81	0.73	0.80	0.68	0.68	0.80	0.66	0.78
Naised	keskmine	2.38	2.08	1.61	2.24	2.54	2.35	3.13	3.28	2.73	3.48	1.76
	standardhälve	0.76	0.75	0.72	0.76	0.75	0.74	0.62	0.60	0.77	0.59	0.65
Mehed	keskmine	2.64	2.34	1.91	2.53	2.45	2.16	3.38	3.09	2.59	3.19	2.11
	standardhälve	0.84	0.76	0.77	0.87	0.69	0.88	0.75	0.79	0.85	0.73	0.91
10. klass kool1	keskmine	2.45	2.12	1.67	2.18	2.30	2.30	3.21	3.30	2.52	3.45	1.91
	standardhälve	0.79	0.74	0.89	0.88	0.68	0.73	0.74	0.68	0.91	0.67	0.88
11. klass kool2	keskmine	2.41	2.09	1.69	2.45	2.58	2.31	3.17	3.09	2.67	3.28	1.92
	standardhälve	0.85	0.71	0.69	0.78	0.69	0.76	0.67	0.71	0.73	0.64	0.75
12. klass kool1	keskmine	2.61	2.37	1.80	2.33	2.52	2.20	3.30	3.35	2.76	3.46	1.85
	standardhälve	0.71	0.85	0.75	0.82	0.81	0.91	0.66	0.60	0.85	0.69	0.76

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Lisa 3 jätk

		35. Kliimamuutustega seoses on juba hilja midagi ette võtta.**	36. Inimtegevuse ei mõjuta oluliselt Maa keskmist õhutemperatuuri. **	37. Arengumaad panustavad kliimamuutustesse rohkem. **	38. Kliimamuutustele viitavad tõendid on ebausaldusväärsed. **	39. Kliimamuutuste kohta on palju vastuolulist informatsiooni, mistõttu on keeruline hinnata, mis on tõde. **	40. Kliimamuutused on moodsa elu tagajärg. **	41. Kliimamuutuste tagajärjed on tõenäoliselt katastroofilised. **	42. Üksikisik ei saa kliimamuutuste suhtes midagi ette võtta. **	43. Tööstuslik õhusaaste on peamine kliimamuutuste põhjustaja.**	44. Maakasutuse muutusest tingitud kasvuhoone gaaside emissioonide suurenemine panustab enim kliimasoojenemisse. **	45. Kasvuhoonegaasid olid atmosfääris olemas ka enne tööstusrevolutsiooni. ***	46. Ilma kasvuhoonegaasideta poleks Maal elu. ***
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	52	70	26	61	16	6	4	46	2	5	1	5
	Pigem ei nõustu	92	85	79	90	65	32	22	80	33	55	28	34
	Pigem nõustun	20	9	53	13	74	93	87	32	97	100	88	85
	Nõustun täielikult	3	3	9	3	12	36	54	9	35	7	50	43
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	31.1	41.9	15.6	36.5	9.6	3.6	2.4	27.5	1.2	3.0	0.6	3.0
	Pigem ei nõustu	55.1	50.9	47.3	53.9	38.9	19.2	13.2	47.9	19.8	32.9	16.8	20.4
	Pigem nõustun	12.0	5.4	31.7	7.8	44.3	55.7	52.1	19.2	58.1	59.9	52.7	50.9
	Nõustun täielikult	1.8	1.8	5.4	1.8	7.2	21.6	32.3	5.4	21.0	4.2	29.9	25.7
Keskmine		1.84	1.67	2.27	1.75	2.49	2.95	3.14	2.02	2.99	2.65	3.12	2.99
Standardhälve		0.69	0.66	0.79	0.67	0.77	0.74	0.73	0.83	0.68	0.61	0.69	0.76
Naised	keskmine	1.80	1.57	2.22	1.67	2.48	2.98	3.27	1.94	3.04	2.69	3.00	2.94
	standardhälve	0.69	0.59	0.74	0.65	0.73	0.75	0.61	0.80	0.63	0.58	0.70	0.75
Mehed	keskmine	1.92	1.83	2.34	1.88	2.52	2.91	2.94	2.16	2.91	2.59	3.31	3.08
	standardhälve	0.70	0.75	0.86	0.70	0.84	0.73	0.85	0.86	0.75	0.66	0.64	0.78
10. klass kool1	keskmine	1.91	1.85	2.42	1.64	2.55	2.76	3.00	2.09	2.97	2.67	3.03	2.85
	standardhälve	0.58	0.76	0.87	0.65	0.67	0.83	0.79	0.98	0.68	0.65	0.73	0.87
11. klass kool2	keskmine	1.83	1.72	2.33	1.87	2.57	2.88	3.06	2.10	2.88	2.57	3.05	2.94
	standardhälve	0.60	0.63	0.71	0.63	0.73	0.68	0.73	0.78	0.68	0.62	0.68	0.71
12. klass kool1	keskmine	1.83	1.48	2.07	1.61	2.30	3.26	3.39	1.83	3.15	2.80	3.35	3.20
	standardhälve	0.90	0.62	0.85	0.74	0.89	0.71	0.65	0.77	0.63	0.54	0.64	0.78

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Lisa 3 jätk

		47. Kliimamuutused põhjustavad maailmamere taseme tõusu.***	48. CO_2 kontsentratsiooni tõus atmosfääris pole probleem, sest taimed vajavad seda oma elutegevuseks.**	49. Kliimamuutused toovad kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste (pudusajud, kuumalained, tornaadod, orkaanid) sagenemise ja intensiivistumise.**	50. Kliimamuutused toovad kaasa sagedasemad ja pikemad põuaperioodid.**	51. Kliimamuutused põhjustavad merede hapestumist ja liigirikkuse vähenemist.***	52. Kliimamuutused toovad kaasa toidunappuse.**	53. Kliimamuutused toovad kaasa massimigratsiooni.**	54. Veeaur on kasvuhoonegaas.***	55. Kliimasoojenemine on aeglustunud, kui meil on järjest mitu lumerohket talve.***	56. Euroopas on keskmine õhutemperatuur tõusnud rohkem kui mujal maailmas.***	57. Eestis on enim tõusnud talveperioodi keskmine õhutemperatuur.***	58. Kliimamuutuste mõjul hakkab Eestis olema järjest rohkem päikesepaistelisi ilmasid.
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	2	38	2	1	2	3	9	27	68	5	10	17
	Pigem ei nõustu	14	96	17	16	26	28	32	64	81	81	82	83
	Pigem nõustun	78	28	82	88	86	85	74	45	17	77	65	64
	Nõustun täielikult	73	5	66	62	53	51	52	31	1	4	10	3
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	1.2	22.8	1.2	0.6	1.2	1.8	5.4	16.2	40.7	3.0	6.0	10.2
	Pigem ei nõustu	8.4	57.5	10.2	9.6	15.6	16.8	19.2	38.3	48.5	48.5	49.1	49.7
	Pigem nõustun	46.7	16.8	49.1	52.7	51.5	50.9	44.3	26.9	10.2	46.1	38.9	38.3
	Nõustun täielikult	43.7	3.0	39.5	37.1	31.7	30.5	31.1	18.6	0.6	2.4	6.0	1.8
Keskmine		3.33	2.00	3.27	3.26	3.14	3.10	3.01	2.48	1.71	2.48	2.45	2.32
Standardhälve		0.68	0.72	0.69	0.65	0.71	0.73	0.85	0.97	0.67	0.60	0.70	0.68
Naised	keskmine	3.36	1.90	3.36	3.40	3.25	3.21	3.17	2.48	1.54	2.49	2.41	2.34
	standardhälve	0.64	0.62	0.70	0.57	0.67	0.71	0.80	0.94	0.56	0.61	0.65	0.66
Mehed	keskmine	3.28	2.16	3.13	3.05	2.95	2.92	2.75	2.48	1.97	2.47	2.52	2.28
	standardhälve	0.74	0.84	0.65	0.72	0.74	0.74	0.87	1.04	0.76	0.59	0.78	0.70
10. klass kool1	keskmine	3.33	2.12	3.24	3.09	3.09	2.79	2.88	1.94	1.76	2.45	2.21	2.24
	standardhälve	0.82	0.86	0.75	0.72	0.80	0.74	0.86	0.86	0.66	0.56	0.74	0.75
11. klass kool2	keskmine	3.24	2.07	3.24	3.27	3.09	3.12	2.97	2.57	1.87	2.48	2.47	2.31
	standardhälve	0.63	0.65	0.65	0.58	0.68	0.74	0.82	1.00	0.67	0.57	0.70	0.62
12. klass kool1	keskmine	3.50	1.78	3.35	3.39	3.26	3.30	3.17	2.65	1.37	2.48	2.61	2.35
	standardhälve	0.66	0.73	0.71	0.68	0.71	0.66	0.90	0.87	0.57	0.69	0.65	0.74

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Lisa 3 jätk

		59. Suured vulkaanipursked panustava kliimasoojenemisse sama palju kui inimtegevus.**	60. Loomad ja taimed on suutelised kliimamuutustega kohanema.**	61. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 Merepinna temperatuur tõuseb, eriti mais ja juunis.**	62. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 tuule kiirus talvel väheneb.**	63. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 aasta keskmine päikesekiirguse hulk kasvab.**	64. Kliimamuutuste tagajärjel Eestis aastaks 2100 esineb rohkem tsüklonaalset tegevust.**
Vastajate arv	Ei nõustu üldse	16	15	2	8	4	8
	Pigem ei nõustu	89	88	38	106	55	50
	Pigem nõustun	55	62	105	50	92	96
	Nõustun täielikult	7	2	22	3	16	13
Vastajate osakaal (%)	Ei nõustu üldse	9.6	9.0	1.2	4.8	2.4	4.8
	Pigem ei nõustu	53.3	52.7	22.8	63.5	32.9	29.9
	Pigem nõustun	32.9	37.1	62.9	29.9	55.1	57.5
	Nõustun täielikult	4.2	1.2	13.2	1.8	9.6	7.8
Keskmine		2.32	2.31	2.88	2.29	2.72	2.68
Standardhälve		0.70	0.65	0.63	0.58	0.67	0.69
Naised	keskmine	2.17	2.20	2.96	2.36	2.78	2.66
	standardhälve	0.68	0.63	0.56	0.61	0.66	0.60
Mehed	keskmine	2.55	2.47	2.75	2.17	2.63	2.72
	standardhälve	0.69	0.64	0.71	0.52	0.68	0.81
10. klass kool1	keskmine	2.18	2.33	2.73	2.33	2.70	2.76
	standardhälve	0.73	0.65	0.57	0.65	0.59	0.61
11. klass kool2	keskmine	2.53	2.29	2.81	2.26	2.66	2.55
	standardhälve	0.66	0.68	0.62	0.54	0.63	0.70
12. klass kool1	keskmine	2.02	2.35	3.09	2.35	2.80	2.89
	standardhälve	0.61	0.57	0.63	0.60	0.78	0.67

* - uurimisküsimus 1; ** - uurimisküsimus 2; *** - uurimisküsimus 3

Mina, **Birgit Viru**,

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

Gümnaasiumiõpilaste hinnangud oma kliima ja kliimamuutuste alastele teadmistele ning nende arusaamad kliimamuutustest,

mille juhendaja on **Regina Soobard**,

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, 01.06.2023