

Tartu Ülikool  
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond  
Loodusteadusliku hariduse keskus

**Maarja Viise**  
**GMOdega seonduva dilemmaprobleemi lahendamine gümnaasiumi**  
**bioloogiatundides**  
Magistritöö

Juhendajad: Jaanika Piksööt, MSc  
Heli-Anneli Villako, MSc

Tartu 2013

# Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. Kirjanduse ülevaade .....	5
1.1. Erinevad probleemitüübid .....	6
1.2. Dilemma probleemid ja nende lahendamine .....	7
1.3. GMO teema aktuaalsus .....	8
1.4. Argumenteerimine.....	9
2. Materjalid ja meetodika .....	11
2.1. Uuringu ülesehitus.....	11
2.2. Valim.....	13
2.3. Õpikeskkond .....	14
2.4. Tööjuhend .....	15
2.5. Abistavad materjalid .....	16
2.6. Andmeanalüüs.....	17
3. Tulemused ja arutelu .....	20
3.1. Esialgse otsuse tulemused .....	20
3.2. Dilemma probleemi lahendamise oskuse areng .....	24
3.2.1. Otsused .....	24
3.2.2. Argumentide arv.....	25
3.2.3. Otsuse kompetentsus .....	28
3.3. Lõpliku otsuse sõltuvus õpilasele määratud rollist.....	30
3.4. Ekspertkogu otsuste kompetentsus.....	32
Kokkuvõte .....	35
Summary .....	37
Tänuõnad .....	39
Kasutatud kirjandus.....	40
Lisad.....	43

## Sissejuhatus

Kui igapäevaelus ja tööl puutume enamasti kokku keeruliste, interdistsiplinaarset lahendust ning kõrgemaid mõtlemistasandeid nõudvate probleemidega, siis kooli loodusainete tundides on sageli esikohal faktiteadmised ja tihti vaid ühe õige lahendusega probleemid. See tekitab suure lõhe koolihariduse pakutu ja igapäevaste vajaduste vahele ning võõrandab õpilasi loodusteadustest (Jonassen, 2000; Osborne, 2012). Niisuguse olukorra parandamiseks on uutes õppekavades rõhk valdkonnaülestel pädevustel ja interdistsiplinaarsusel, loodusteaduste tundides ka sotsiaalteaduslike probleemide lahendamisel (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010).

Probleeme võib klassifitseerida erinevalt, näiteks nende struktuursuse, kompleksuse ja abstraktsuse järgi (Jonassen, 2000). Kõige vähemstruktureeritud probleemitüübiks on dilemmad, mida iseloomustavad üksteisest selgelt eristuvad vaated, palju ette ennustamatuid lahendusi, millest ükski ei pruugi isegi enamikku osapooltest rahuldada (Jonassen, 2000; Zohar & Nemet, 2002). Kuna lahenduseni jõudmisel on tarvis arvestada rohkem kui kahe erineva seisukohaga, mis käib ühele inimesele üle jõu, siis lahendatakse dilemmasid enamasti rühmades (Sarapuu, 2010). Rühmades keskkonnaalaste (dilemma)probleemide lahendamine on arendav: areneb sotsiaalne pädevus, tekivad uued arusaamad, tõuseb ühiskonnateadlikkus ning suurenevad ka keskkonnaalased teadmised (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010; Pata, 2005; Pata & Sarapuu, 2003; Stahl, 2006).

Geneetiliselt muundatud organismid (GMOd) põhjustavad ühiskonnas elavat debatti. GMOde eesmärk on tuua kasu tootjale ja tarbijale: neist loodetakse majanduslikku kasu ning suuremat kasutegurit näiteks parema toiteväärtuse näol. GMOde arendusega on saavutatud teaduses suuri läbimurdeid (WHO, 2002). Samas kardetakse neist suurt ohtu nii keskkonnale kui tervisele, sajaprotsendilist tõestust ei ole saanud ei nende ohtlikkuse ega ohutuse kohta. GMOdega käivad kaasas eetilised probleemid ja hirm põllumajanduse monopoliseerumise ees. Ka seadusandlus pole kõikjal suutnud GMOdega samas rütmis käia (Transgenic Organisms: Ethical Issues; WHO, 2002). Kõik need erinevad vaatenurgad teevad GMO temaatika dilemmaks.

Nii dilemmade kui teiste sotsiaalteaduslike probleemide lahendamisel on tarvis kasutada argumente. See on õpilaste jaoks raske, sest õpilased ei ole harjunud argumenteerimisoskust kasutama (Foong & Daniel, 2010; Zohar & Nemet, 2002). Kuna argumenteerimis-

oskuse abil saab arendada õpilaste kriitilist mõtlemist ja ainealaseid teadmisi ning õpilaste argumenteerimisoskus paraneb jõudsasti juba vähese praktikaga, tasub seda koolis rakendada (Jiménez-Aleixandre & Puig, 2012; Zohar & Nemet, 2002). Üks võimalus on teha seda virtuaalses õpikeskkonnas, millel on tavakeskkonnaga võrreldes mitmeid eeliseid, näiteks kirjaliku suhtluse tõttu avab see uusi suhtlemis- ja töötamistasandeid ning aitab rühmatöös kõiki rühma liikmeid kaasata (Asterhan & Eisenmann 2011; Stahl, 2006).

Eelnevast lähtuvalt vormistati käesoleva magistritöö eesmärgid: 1) luua GMOdega seonduva dilemma lahendamiseks sobiv virtuaalne õpikeskkond ja tööjuhend gümnaasiumiõpilastele; 2) selgitada õpikeskkonna mõju õpilaste otsuse tegemise ja argumenteerimise oskusele.

Eesmärkide täitmiseks koostati virtuaalne õpikeskkond (<https://sites.google.com/site/gmoulesanne/>) ning viidi läbi uurimus, mille käigus õpilased lahendasid GMO-teemalist dilemmat valminud keskkonnas.

Magistritöö eesmärkidest lähtuvalt püstitati neli uurimisküsimust: 1) Milline on gümnaasiumiõpilaste GMOdega seonduva dilemmaprobleemi lahendamise oskus enne valitud meetodika rakendamist? 2) Mil määral areneb dilemmaprobleemi lahendamise oskus valitud meetodika rakendamisel? 3) Kas õpilaste langetatud lõplik otsus sõltub rollist, mis on õpilasele määratud? 4) Kuivõrd kompetentsed on õpilaste rühmatööna langetatud ekspertkogu otsused?

## 1. Kirjanduse ülevaade

Tänapäeva kooli loodusainete tundides on üsna sage praktika panna kõige suuremat rõhku sellele, et õpilastele antaks edasi moodsa teaduse algusaegadest alates kinnitust leidnud teadmised. Teadmiste edasiandmine on esikohal nii õpetajate kui õppekavade arendajate seas (Osborne, 2012). Seetõttu on ka probleemid, millega õpilased koolitundides tegelevad, enamasti niisugused, mis põhinevad faktiteadmistel ning millel on üks kindel õige vastus ja tihti ka vaid üksainus õige lahenduskäik. Koolis lahendatavad probleemid on enamasti hästi struktureeritud, väga harva, kui üldse, peavad õpilased lahendama probleeme, mis on keerukamad ja tähendusrikkamad (Jonassen, 2000).

Tööelus ja igapäevaselt kohtame enamasti aga hoopis teistsuguseid probleeme: need on sageli struktureerimata, ilma kindla õige vastuseta, ette ennustamatu lahendusega ning sageli väga kompleksed, hõlmates aspekte mitmetest erinevatest valdkondadest ja nõudes lahendustes näiteks matemaatika-, loodusteaduste-, politoloogia ja psühholoogiaalaste või muude valdkondade teadmiste integreerimist. Kuna niisuguste probleemidega koolis paha-tihti kokku ei puututa, tekivad väga suured käärid koolis õpitu ja elus vaja minevate probleemilahendamise oskuste vahel (Jonassen, 2000).

Kuna sageli on koolitunni põhirõhk teadmiste edastamisel, kipub väheks jääma ka õpilaste ja õpetaja vahelist ning õpilaste omavahelist suhtlust. See võib võõrandada õpilasi loodusteadustest, sest ei osata hinnata teaduse ideid, ka vähendab see loodusainete õppimise efektiivsust. See pärsib ka õpilaste koos töötamise, loovalt ja kriitiliselt mõtlemise võimalusi ning õpilastel võib jääda saamata kogemus üksteise õppimise toetamisest (Osborne, 2012).

Seetõttu pööratakse uute õppe- ja ainekavade koostamisel aina rohkem tähelepanu valdkonnaülest pädevuste saavutamisele ja ainetevahelisele integratsioonile (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010). Kehtivas riiklikus õppekavas on loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse arendamise osana tähtsustatud probleemide lahendamise ja otsuse tegemise oskuse arendamist, sealjuures peetakse oluliseks sotsiaalteaduslike otsuste tegemist ning mainitakse nii loodusteaduslike, majanduslike, poliitiliste, sotsiaalsete, eetiliste ja moraalsete aspektide arvestamist. Kuna sotsiaalteaduslike probleemide lahendamisel tuleb toetuda argumentidele (Foong & Daniel, 2010), siis võiks kooli loodusainete tundides sotsiaalteaduslike teemadega tegelemine muu hulgas arendada õpilaste koostöövõimet ning argumenteerimisoskusi (Osborne, 2012).

## 1.1. Erinevad probleemitüübid

Probleemi loovad teadmata olemus mingis situatsioonis ning fakt, et selle teadmatu leidmisel või lahendamisel on sotsiaalne, kultuuriline või intellektuaalne väärtus. Probleemist teeb probleemi see, kui keegi tunnetab teadmatu eksisteerimist või vajadust see teadmatu paika panna. Probleemi lahendamise protsess tähendabki selle tundmatu leidmist (Jonassen, 2000).

Jonassen (2000) eristas 11 erinevat probleemitüüpi: loogikaprobleemid, algoritmilised, tekstülesandelised, reeglirakendamise, otsusetegemise, veaparandamise, diagnoosi-lahenduse, strateegilise tegutsemise, juhtumianalüüsi probleemid, disainiprobleemid ja dilemmad. Niisuguse jaotuse tegemisel arvestati probleemide struktuursust, kompleksust ja abstraktsust. Neist probleemidest neli esimest on ühe lahendiga, ülejäänud võivad olla mitme lahendiga probleemid. Ühe lahendi ja lahenduskäiguga probleemid on hästi-struktureeritud probleemid, vähestruktureeritud probleemidel võib olla mitu lahendit ja lahenduskäiku. Ka olid olulised probleemi üldine olemus ja esitusviis. Sealjuures on need faktorid paljuski üksteisest sõltuvad, aga samas erinevad. Võime probleemi lahendada sõltub eelkõige probleemist – tema olemusest ja sellest, kuidas on probleem esitatud. Vähetähtsaks ei saa ka lugeda seda, kui võrd tuttav on probleemi lahendaja antud probleemitüübi või teemaga. Koolis õpilastele probleemide esitamisel on oluline tähelepanu pöörata probleemi esitusele ning sellele, kui võrd palju probleemi komponente õpilastele esitatakse – sellest sõltub probleemi lahendamise raskusaste. Probleemi raskusastet mõjutavad ka esituses antavad vihjed ja probleemi tõetruudus. Keerulisemad probleemid on komplekssemad ning vähem struktureeritud. Hästi-struktureeritud ja vähestruktureeritud probleemide lahendamisel kasutatakse erinevaid intellektuaalseid oskusi (Jonassen, 2000). Näiteks kui ainealased teadmised ja argumenteerimisoskus on vajalikud nii hästi- kui vähestruktureeritud probleemide lahendamisel, siis vähestruktureeritud probleemide edukaks lahendamiseks on vaja rakendada häid metakognitsiooni oskusi, näiteks planeerimis- ja vaatlemisoskust, kasuks tuleb veel oma varasemate kogemuste rakendamise oskus ning olukorrale toetuv põhjendamisoskus (Hong jt, 2003).

## 1.2. Dilemmaprobleemid ja nende lahendamine

Dilemmad on kõige vähem struktureeritud probleemitüüp (Jonassen, 2000). Dilemma tunneb ära selle järgi, et probleemi juures on väga selgelt eristatavad üksteisele vastu käivad vaated (Zohar & Nemet, 2002). Sageli on dilemmad konfliktsete perspektiividega sotsiaalsed olukorrad ning tihti ei ole olemas lahendust, mis rahuldaks enamikke osapooli ja lahenduse juures kompromissi ei ole. Seega võivad nad põhjustada palju meelehärmi. Igapäevaelus esineb sageli isiklikke, sotsiaalseid või eetilisi dilemmasid (Jonassen, 2000).

Dilemmaprobleemi lahendamisel eristatakse enamasti viit etappi (Sarapuu, 2010): 1) probleemi defineerimine ja uuritava laiem avamine; 2) probleemiga seotud huvigruppide väljaselgitamine ja oluliste faktide kogumine; 3) iga huvigrupi põhiseisukohtade ja soovitud lahenduste leidmine; 4) kõiki osapooli arvestava kompromissotsuse tegemine; 5) kompromissotsuse sobivuse hindamine. Kuna dilemmaprobleemide lahendamisel tuleb tegeleda rohkem kui kahe erineva valdkonna seisukohtadega ja õpilane ei suuda üksinda kõikidesse valdkondadesse piisavalt süveneda, siis lahendatakse neid enamasti rühmades: iga õpilane tutvub sügavamalt vaid ühe valdkonna seisukohtadega ning kompromissotsus langetatakse grupis koos kõigi valdkondade esindajatega (Sarapuu, 2010). Täpsem dilemma lahendamise skeem võib varieeruda, aga üldjoontes lähtutakse niisugustest põhimõtetest.

Dilemmad esitatakse väga konkreetse situatsioonina, kus on esindatud vastandlikud positsioonid, abstraktsust dilemmades eriti ei ole. Dilemmade kontekst on kompleksne ja erinevaid valdkondi hõlmav, lõpliku tulemuseni jõudmiseks on vajalik keeruline arutluskäik. Tulemusena oodatakse selgelt väljendatud eelistust mõningase põhjendusega, aga kuna lahendused on ettearvamatud, võib tulemuseks olla ka lepitav otsus, ilma lahenduseta otsus või perspektiivid ilma lepituseta (Jonassen, 2000). Dilemmade lahendusi on väljendatud ka erinevate argumentidena, näiteks oma otsust toetavate argumentide, vastuargumentide ja vastuargumentide nõrkust tõestavate vastuväidetena (Zohar & Nemet, 2002).

Eelpool kirjeldatud viisil dilemmade lahendamist rühmades võib pidada ka rollimänguks. Rühmatöid ja rollimänge peetakse olulisteks sotsiaalse pädevuse arendajateks (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010). Rühmas õppimisel on kvalitatiivne eelis võrreldes üksi õppimisega: rühmas on võimalik ületada piirangud üksikisiku mõtlemisvõimele ning arusaamine uutest mõistetest kujuneb rühmas arutelu käigus, kus rühma liikmete erinev nä-

gemus aitab kokku panna uue arusaamise (Stahl, 2006). Keskkonnaalastest rollimängudest on leitud abi õpilaste keskkonnateadlikkuse tõstmisel, keskkonnaalastes aruteludes osalemise julgustamisel ning keskkonnaprobleemide erinevate tahkude nägemisel, sealjuures tõuseb ka õpilaste teadlikkus keskkonnaalaste dilemma olemusest ja probleemide lahendamise sotsiaalses keskkonnas (Pata, 2005; Pata & Sarapuu, 2003). Gümnaasiumi riikliku õppekavas (2010) on dilemma kui sotsiaalteaduslike probleemide lahendamisel koos põhjendatud otsuste tegemisega oluline osa sotsiaalse pädevuse arendamisel. Dilemma-probleemide ja ka teiste sotsiaalteaduslike probleemide lahendamine aitab ka teadlikkuse kasvatamisel demokraatliku ühiskonna poliitilisest ja majanduslikust toimimisest (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010).

### **1.3. GMO teema aktuaalsus**

Esimesed geneetiliselt muundatud organismid (GMOd) toodeti 1980ndatel aastatel, laiaks tarbeks sai esimese geneetiliselt muundatud taimena heakskiidu 1994. aastal geneetiliselt muundatud tomat (James & Krattiger, 1996). Sellest ajast on teemat saatnud pidevad vaidlused.

GMOsid toodetakse eelkõige tootja ja tarbija heaolu silmas pidades. GM taimedel on arenatud taimehaiguste ja herbitsiidikindlust, mille eesmärgiks on olnud saada tavatoodetest odavamad tooted ning pakkuda suuremat kasutegurit näiteks parandatud toiteväärtuse abil (WHO, 2002). Seega põhiliselt oodatakse GMOdest majanduslikku kasu, aga näiteks toiteväärtuse parandamisest loodetakse ka sotsiaalset kasu. Maailma Terviseorganisatsioon WHO (2002) näeb GMOdes suurt potentsiaalset kasu inimese tervisele. Samas on teema juures ka omad varjuküljed – nimelt ei olda täielikult veendunud GMOde ohutuses. Kuna GM toiduained on laialdaselt kasutusel olnud alla 30 aasta, ei olda teadlikud nende pikemaajalisest mõjust, seetõttu käivad pidevad teoreetilised diskussioonid peamiselt tervise- ja keskkonnoohutuse teemadel. Olulisemad GMOdega seotud riskid on nende võimalik allergeensus, võimalik geeniulekande nende toiduks tarvitajale ja tema seedekulgla bakteritele ning võimalik väljaristamine looduses olevatele sugulasliikidele. Tõsiselt võetavaid riske on veel, kuigi seni ei ole GM toidu kahjulikku mõju inimese tervisele täheldatud (WHO, 2002). Seepärast on GMOd laialdaselt kasutusel üle maailma, isegi Euroopa Liidus: Euroopa Liidu ametliku GMOde registri andmetel on Euroopa Liidu turul hetkel lu-

batud mitmeid GM toidu- ja söödataimi: puuvill, mais, mikroorganismid (sh GM pärm), raps, kartul, sojauba ja suhkrupeet.

Arutelu GMOde üle ei piirdu ainult majandus- ja keskkonnaalaste ning terviseohutuse teemadega. Kuigi Euroopa Liidus on GMOde kasutamine õigusaktidega üsna hästi reguleeritud, ei ole see kõikjal maailmas nii. Paljudes riikides ei ole veel seadusandlust GM toidu märgistamise, kontrolli ja testimise kohta ning ka rahvusvaheline reguleerimisüsteem on alles tegemisel (WHO, 2002). Kuigi üldiselt kehtivad GM toidule rangemad nõuded kui tavatoidule, kaheldakse ohutuse hindamise usaldusväärsuses, esile on kerkinud ka kartus monopolide tekke pärast põllumajanduses (WHO, 2002). Lisaks eelnevalt mainitule ei ole vähemtähtsad ka GMOdega kaasnevad eetilised probleemid: enim kõneainet on tekitanud valikuvabaduse ning loodusesse sekkumise õigsuse küsimus (Transgenic Organisms: Ethical Issues).

Juba eelpool antud mittetäielik ülevaade erinevate valdkondade seisukohtadest GMOdele näitab, et tegu on väga mitmetahulise teemaga. Niisugust kompleksset ja kindlasti mitte kõigile osapooltele rahuldavat lahendust pakkuvat probleemi saab käsitleda dilemmana.

#### **1.4. Argumenteerimine**

Dilemmade, nagu ka teiste sotsiaalteaduslike otsuste tegemisel tuleb toetuda argumentidele (Foong & Daniel, 2010). Argumendi tähtsaim roll on veenda kuulajat rääkija maailmavaate kehtivuses (Osborne, 2012). Hea argument on tõene, usaldusväärne ja kasutab mitmeid põhjendusi ja õigustusi, head argumendid viitavad ka mitmetele alternatiivsetele argumentidele ning lükkavad need ümber (Zohar & Nemet, 2002).

Mitmete uurimuste järgi on õpilastel argumenteerimisoskus küll olemas, aga kuna koolis nõutakse seda õpilastelt väga harva, kui üldse, siis on selle oskuse arendamine hooletusse jäänud ning ei ole täielikult välja arendatud (nt Zohar & Nemet, 2002). Õpilaste argumenteerimises on mitmed puudujäägid, näiteks kasutatakse väärraid argumente, ebaolulisi põhjendusi, puuduvad korrektsed teadmised ning kasutatakse liigseid üldistusi (Foong & Daniel, 2010). Mitmed uuringud on näidanud, et puudujäägid argumenteerimisoskuses on üldisemad ja ei puuduta ainult õpilasi: argumenteerimisega on raskusi ühtmoodi kõigis vanuseastmetes inimestel, ka ei erine mehed ja naised üksteisest argumenteerimisoskuse

pooldest (nt Zohar & Nemet, 2002). Seega on hariduse üks ülesandeid selle oskuse arendamine ja tugevdamine. Zohar & Nemet (2002) leiavad, et juba olemasolevaid väljaarendamata mõtlemisprotsesse tuleks õpetada teisiti nendest, milleks algoskused puuduvad, näiteks tasub õpetada eristama tugevaid ja nõrku argumente. Niiviisi saavutatakse argumenteerimisoskuse märgatav areng juba pärast vähest kokkupuudet seda nõudvate ülesannetega.

Argumenteerimisoskust tasub arendada, sest selle abil areneb ka õpilaste kriitiline mõtlemine (Jiménez-Aleixandre & Puig, 2012). Zohar ja Nemet (2002) on oma uuringus leidnud, et argumenteerimisoskuse õpetamisel inimgeneetika dilemmade lahendamisel ei arenenud mitte ainult õpilaste argumenteerimisoskus, vaid ka bioloogiaalased teadmised. Küllap toimus see areng seetõttu, et argumente konstrueeritakse vastaspoolega dialoogis olles – see paneb õpilased üksteiselt õppima ning õpitavat teemat süvitsi läbi mõtlema (Osborne, 2012).

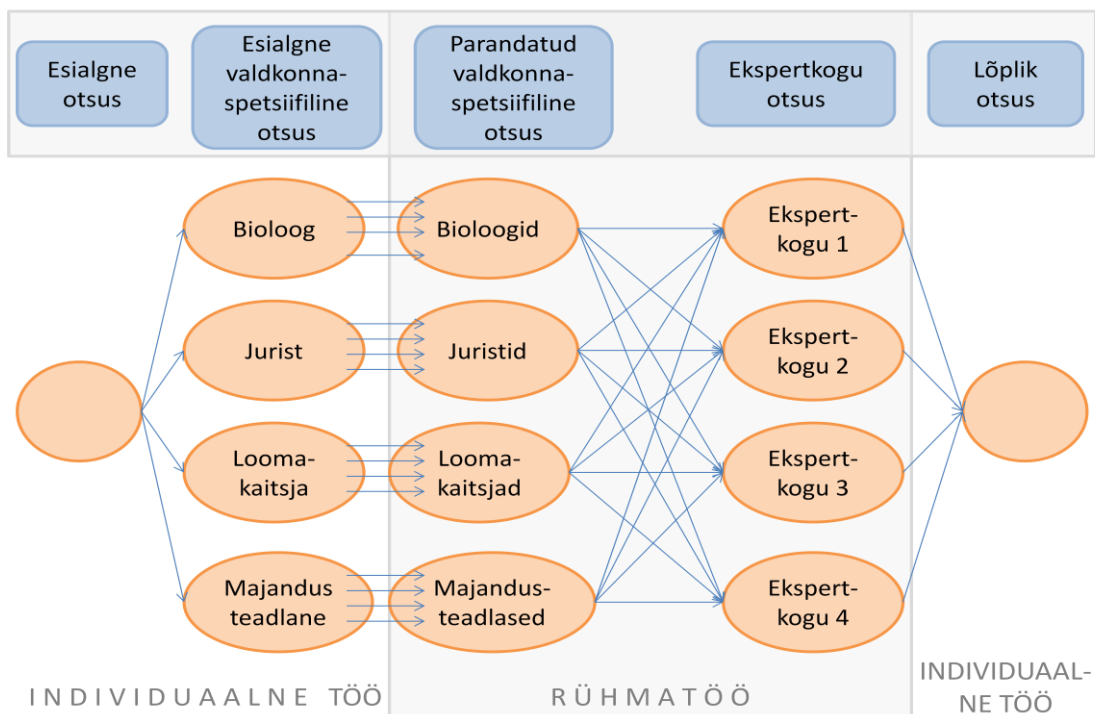
Argumenteerimisoskust võib arendada ka virtuaalsetes vestluskeskkondades. Võrreldes tavakeskkonnaga on argumenteerimisoskuse arendamisel virtuaalsetel sünkroonsetel vestluskeskkondadel mitmeid eeliseid: kuna arutelu käib kirjaliku teksti kaudu, on kaastavate mõtetest aru saamine lihtsustatud, sest varasemalt öeldut on võimalik uuesti vaadata. See aitab ületada inimese lühimälu poolt pandud piiranguid aruteludes. Võimalus kasutada hüpertexti toob arutelusse lisatasandi. Et rühmatööst virtuaalses vestluskeskkonnas saada maksimaalset kasu, tuleb silmas pidada, et liiga suur teksti hulk soodustab tekstist üle libisemist. Virtuaalsetes vestluskeskkondades teostatud rühmatöodes on täheldatud ühtlasemat tööjaotust, sest see annab võimaluse ka aeglasematel ja häbelikumatel õpilastel aruteludes osaleda – neil on end lihtsam väljendada. Ka ei tõuse esile osalejate füüsilised puuded või omapärad, nagu näiteks liikumisvõimetus, aktsent jne. Lisaks juba loetletule on võimalus virtuaalsetes vestluskeskkondades arutelusid salvestada ja neid hiljem analüüsida (Asterhan & Eisenmann, 2011; Stahl, 2006).

## 2. Materjalid ja metoodika

Käesoleva töö eesmärkide täitmiseks loodi GMOdega seonduva dilemmaprobleemi lahendamiseks sobiv veebipõhine õpikeskkond „GMO missioon“ ning õpilaste tööd juhtiv tööjuhend. Uurimuse jaoks moodustati gümnaasiumiõpilastest koosnev valim. Andmete kogumiseks loodi õpilaste vastuste lehed *Google Drive* keskkonda.

### 2.1. Uuringu ülesehitus

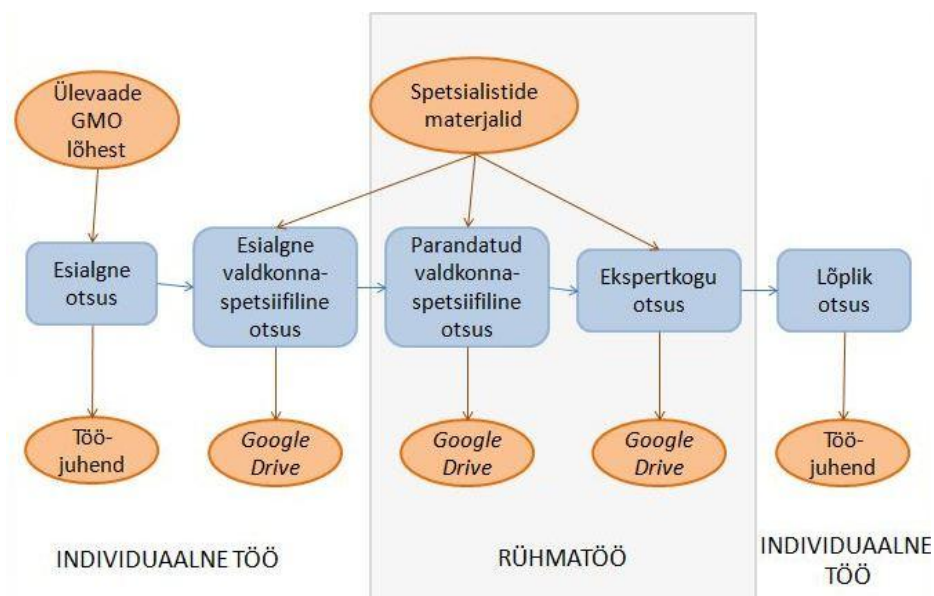
Uuring viidi läbi viie Eesti gümnaasiumi 11. ja 12. klassi õpilastega arvutitunnina veebipõhises õpikeskkonnas „GMO missioon“. Uuringu jaoks kulus kaks akadeemilist tundi (2x45 minutit) ning uuring koosnes viiest erinevast etapist (joonis 1). Kõik peale ühe klassi töötasid 90 minutit järjest topelttunnis, ühe klassi töö oli jaotatud kahe päeva peale. Töö sujumise jaoks oli oluline, et kõik õpilased liiguksid erinevate etappide vahel samas tempos, seepärast lepiti enne alustamist kokku kellaajad, millal liigutakse ühest etapist teise.



**Joonis 1.** Uuringu disain.

Töö viis erinevat etappi seisnesid selles, et õpilased pidid viiel korral otsustama ja vastama samale küsimusele: „kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas?“ Kõiki otsuseid tuli toetada argumentidega. Iga etapi otsuse juures tuli lähtuda erinevast ülesandest. Kolm otsust viiest langetati individuaalselt, kaks rühmas. Enne töö alustamist sai iga õpilane koos tööjuhendiga ühe neljast rollist: bioloog, jurist, loomakaitsja või majandusteadlane. Rolli nimetuse taga oli ka number, mis juhatas õpilasi õigetes rühmadesse ja õigetele otsuse tegemise dokumentidele.

Töö esimeses etapis langetati individuaalselt esialgne otsus, mis toetus sissejuhatavale ja ülevaatlikule tekstile ja õpilase varasematele isiklikele seisukohtadele (joonis 2). Õpilase roll ei olnud esialgse otsuse tegemisel ja argumentidega põhjendamisel oluline. Otsus ja argumentid kirjutati töölehtedele. Esialgse otsuse tegemiseks oli aega 15 minutit.



**Joonis 2.** Uuringu disain kasutatavate materjalidega.

Töö teises etapis langetati esialgne valdkonnaspetsiifiline otsus. See otsus langetati individuaalselt. Esialgse valdkonnaspetsiifilise otsuse tegemisel tuli lähtuda vaid oma valdkonna materjalidest ja vaatenurkadest ning kasutada vaid oma valdkonna argumente. Otsus ja argumentid kirjutati veebikeskkonnas *Google Drive* (endine *Google Docs*) dokumentidele. Esialgse valdkonnaspetsiifilise otsuse tegemiseks oli aega 15 minutit.

Kolmandas etapis langetati parandatud valdkonnaspetsiifiline otsus. Otsused langetati rühmades, selleks moodustati valdkonnapõhised rühmad ning otsuse tegemisel tuli lähtuda ainult oma valdkonna vaatenurkadest ja kasutada võis vaid oma valdkonna argumente.

Rühmatöö toimus *Google*'i dokumendil, kuhu kirjutati ka otsus ja argumendid. Parandatud valdkonnaspetsiifilise otsuse tegemiseks oli aega 15 minutit.

Töö neljandas etapis langetati ekspertkogu otsus. Ekspertkogu otsus tehti rühmades, selleks tõsteti eelnevas etapis moodustunud rühmad ümber selliselt, et igas rühmas oleks vähemalt üks iga valdkonna esindaja (kui kohal olnud õpilaste arv ei jagunud neljaga, saadeti osad õpilased teistesse rühmadesse viiendateks liikmeteks nii, et neis rühmas oli ühe valdkonna esindajaid kaks) – moodustusid ekspertkogud. Ekspertkogudes pidid kõik õpilased kaitsma oma valdkonna huve ning lõplik otsus pidi olema kompromissotsus. Rühmatöö toimus *Google*'i dokumendil, kuhu kirjutati ka otsus ja argumendid. Selle jaoks oli aega 20 minutit.

Töö viiendaks etapiks oli lõpliku otsuse langetamine. Lõplik otsus oli individuaalne ning seda otsust tehes võis kasutada kõigi valdkondade argumente. Otsus ja argumendid kirjutati töölehtedele. Lõpliku otsuse tegemiseks oli aega 10 minutit.

Uuringu eesmärkide hindamiseks analüüsiti õpilaste erinevates etappides langetatud otsuseid ja kasutatud argumente.

## **2.2. Valim**

Nii pilootuuringu kui põhiuuringu andmete kogumiseks koostati mugavusvalim (Cohen jt, 2007). Uuringu instrumendid piloteeriti aprillis 2012, valimi moodustasid 26 õpilast Tartu Kivilinna Gümnaasiumi 11. klassist.

Põhiuuring viidi läbi 2012. aasta aprillist 2013. aasta aprillini. Põhiuuringu valimisse kuulus 118 õpilast viie Eesti gümnaasiumi 11. ja 12. klassidest: Tartu Kivilinna Gümnaasiumist, Tartu Karlova Gümnaasiumist, Tapa Gümnaasiumist, Tarvastu Gümnaasiumist ja Tartu Jaan Poska Gümnaasiumist (tabel 1).

**Tabel 1.** Valimi moodustanud õpilaste (N=118) arv gümnaasiumide kaupa.

Kool	Õpilaste arv
Tartu Kivilinna Gümnaasium	26
Tartu Karlova Gümnaasium	23
Tapa Gümnaasium	23
Tarvastu Gümnaasium	24
Tartu Jaan Poska Gümnaasium	22

Kõik valimi moodustanud klassid olid eelnevalt õppinud geneetika teemasid, varasem kokkupuude GMO-temaatikaga ei olnud määrav ning enamus klasse polnud GMO-temaatikat varasemalt bioloogiatundides käsitlenud.

### 2.3. Õpikeskkond

Käesoleva töö eesmärkidest lähtuvalt loodi GMOdega seonduva dilemmaprobleemi lahendamiseks veebipõhine õpikeskkond „GMO missioon“ (<https://sites.google.com/site/gmoulesanne/>). Õpikeskkonna loomisel toetuti varasemalt välja töötatud dilemmade lahendamise metoodikale (nt Pata & Sarapuu, 2003) ja SCY projekti (vt ptk 2.5.) raames välja töötatud materjalidele.

Õpikeskkond „GMO missioon“ kujutab endast kodulehekülge, mis juhatab õpilasi läbi töö etappide ning kus on üleval töö jaoks vajalikud materjalid ja lingid õpilaste vastuste ja rühmatööde lehtedele *Google Drive* (vanema nimega *Google Docs*) keskkonnas. Koduleheküljel on viis lehte: „Sissejuhatus“ ja „Samm 1“ kuni „Samm 4“. Erinevate lehtede vahel saab liikuda nii horisontaalse menüüriba kui lehekülje allservas olevate noolekeste abil.

Sissejuhatus leheküljel tutvustatakse paari lausega GMO-temaatikat ning töö käiku ja ülesandeid. Tuuakse välja mõned põhjused, miks GM lõhe puudutav probleem on väga mitmetahuline.

Lehekülg „Samm 1“ on pühendatud esialgsele otsusele. Sealt leiab motiveeriva probleemi-kirjelduse ja lehekülje allosast lingi abitekstina kasutatava artikli „Ülevaade GMO lõhest“

failile. Lehekülj „Samm 1“ suunab õpilast kirjutama oma esialgse otsuse tööjuhendile ning õigel ajal edasi liikuma järgmisele leheküljele.

Lehekülj „Samm 2“ on pühendatud valdkonnaspetsiifilistele otsustele. Sellelt leheküljelt suunatakse kõik eksperdid oma valdkonna alalehekülgedele: on eraldi alaleheküljed bioloogidele, juristidele, loomakaitsjatele ja majandusteadlastele. Iga valdkonna leheküljel on suunavad tekstid, lingid individuaalsetele *Google Drive* dokumentidele, kuhu kirjutatakse esialgne valdkonnaspetsiifiline otsus, ja rühmatöö *Google Drive* dokumentidele, kus saab rühmatööna oma valdkonna argumentide üle arutleda üksteise poolt välja toodud argumente kommenteerides ning kuhu formuleeritakse parandatud valdkonnaspetsiifiline otsus. *Google Drive* keskkonnas on ka reaaliajaline *chat*-võimalus dokumendil viibivate rühma-kaaslastega. Rühmatööd tehes kannab iga õpilane vaid oma rolli nime ning kui ta just oma kasutajanimega *Google* kontole sisse ei logi, on tal võimalus jääda anonüümseks ning oma tegelikku identiteeti rühma-kaaslastele mitte avaldada. Erinevate uuringute põhjal on rühmatöös anonüümsele omistatud loomingulisust soodustavat ja julgustavat mõju oma ideede jagamisel (nt Ingram jt, 2000). Iga valdkonna alalehekülje allosas on ka link spetsialisti materjalidega failile, pealkirjastatud vastavalt „Bioloogi materjalid“, „Juristi materjalid“, „Loomakaitsja materjalid“ või „Majandusteadlase materjalid“ (vt ptk 2.5.). Nooleke suunab õpilase järgmisele leheküljele „Samm 3“.

Lehekülj „Samm 3“ on pühendatud ekspertkogu otsusele. Sellel leheküljel on suunav tekst ning lingid ekspertkogude *Google Drive* dokumentidele, kus rühma liikmed saavad oma valdkonna argumente teistega jagada, üksteise argumente kommenteerida ning ühiselt formuleerida oma ekspertkogu otsuse. Noolekese või horisontaalse menüüriba abil edasi liikudes jõutakse leheküljele „Samm 4“.

Lehekülje „Samm 4“ tekst juhendab õpilast tegema oma lõplikku otsust. Lõplik otsus palutakse kirjutada töölehele.

## 2.4. Tööjuhend

Õpilaste töö juhtimiseks veebipõhises õpikeskkonnas koostati paber kandjal tööjuhend (lisa 1), mis kannab ka mõningaid töölehe funktsioone. Tööjuhendi esimene ülesanne on jagada õpilastele rollid ja määrata nad rühmadesse. Selleks on tööjuhendi nurgas õpilase

roll (bioloog, jurist, loomakaitsja või majandustedlane) ja number. Numbri abil suunatakse õpilane veebipõhises õpikeskkonnas tema jaoks ette nähtud *Google*'i dokumentidele. Tööjuhend on individuaalne ja ühe klassi piires kordumatu. Tööjuhendid (ja nendega koos ka rollid ja numbrid) jagati õpilastele juhuslikult.

Tööjuhendi teine oluline roll on juhatada õpilane „GMO missiooni“ koduleheküljele ning anda juhiseid sellega töötamiseks. Selleks jälgib tööjuhendi struktuur lehekülje „GMO missioon“ struktuuri koosnedes osadest „Sissejuhatus“ ning „Samm 1“ kuni „Samm 4“. Iga sammu juures on koht, kuhu õpilased saavad kirjutada tunni alguses kokku lepitud kellaajad, millal ollakse valmis mingi sammuga. Tööjuhend annab iga sammu juures üksikasjalised juhised, millal mida teha, kust saab kätte vajalikud materjalid ja millisele *Google Drive* dokumendile minna.

Kolmandana kannab tööjuhend ka mõningaid töölehe funktsioone: esialgne ja lõplik otsus ja argumendid kirjutatakse tööjuhendile vastavalt esimese ja neljanda sammu juurde selleks ette nähtud kohta.

## **2.5. Abistavad materjalid**

Veebipõhises õpikeskkonnas „GMO missioon“ on üleval õpilasi abistavad materjalid „Ülevaade GMO lõhest“ ning spetsialistide materjalid: „Bioloogi materjalid“, „Juristi materjalid“, „Loomakaitsja materjalid“ ja „Majandusteadlase materjalid“. Kõik materjalid töötati välja SCY projekti raames (de Jong jt, 2010). Käesoleva magistritöö autor vaatas kõik materjalid üle ja kus vaja, muutis teksti arusaadavamaks ja tegi vajalikke parandusi.

„Ülevaade GMO lõhest“ (lisa 2) on materjal, millega puutuvad kokku kõik õpilased enne esialgse otsuse tegemist. Materjal tutvustab põgusalt esimese inimtoiduks loodud GM looma – geneetiliselt muundatud lõhe *AquaAdvantage*<sup>®</sup> – loomise põhimõtteid ning loodetavat kasu.

„Bioloogi materjalid“ (lisa 3) avavad teemale bioloogiaalase vaatenurga: tutvustatakse põgusalt DNA ehitust ja GM Ode olemust, käsitletakse võimalikke keskkonnanriske. Veidi pikemalt tehakse juttu GM Ode ristumisest looduslike liigikaaslastega, selle üle diskuteeritakse tutvustades DNA restriksioonanalüüsi meetodit.

„Juristi materjalid“ (lisa 4) tutvustavad Euroopa Liidus kehtivat GM toidu ja sööta reguleerivat seadusandlust: seadusandluse eesmärke, GM toidu ja sööda turustamise, keskkonda viimise, piiriülese liikumise nõudeid ning seda, kuidas tagatakse ohutus.

Loomakaitsjatele loodud „Loomakaitsja materjalid“ (lisa 5) käsitlevad lisaks üldistele eetilise-moraalsetele seisukohtadele näiteks loomade õigusi ja heaolu ning religiooni vaatenurki transgeensetele loomadele.

„Majandusteadlase materjalidega“ (lisa 6) tutvudes saab ülevaate majandusalastest aspektidest. Välja on toodud GM toodete elutsükli jooksul majandus- ja sotsiaalvaldkonnale ning keskkonnale tekkida võivad kulu- ja tuluartiklid ning positiivsed ja negatiivsed mõjud, millel on majanduslik tagajärg.

Spetsialistide materjalid on mõeldud kasutamiseks vastava valdkonna spetsialistidele alates esialgse valdkonnaspetsiifilise otsuse tegemisest ning „GMO missiooni“ lehel on nad üleväljale lehekülje „Samm 2“ vastava spetsialisti alaleheküljel. Kõigi spetsialistide materjalide juures on välja toodud lingid kasutatud kirjandusele, kust õpilane leiab vajadusel rohkem infot.

## **2.6. Andmeanalüüs**

Kõikide uurimuse etappide (otsuste) vastused kanti *MS Excel 2007* tabelisse ja kodeeriti. Märgitakse üles kõik otsused ning põhjendamisel kasutatud argumentide arvud. Ka peeti arvestust kasutatud argumentide valdkondade üle.

Otsused jagati kolme gruppi: „jah“, „ei“ ja muud vastused. Muude vastuste alla loeti näiteks tühjaks jäetud otsused, vastused „ei oska öelda“, „ei ja jah“, „otstarbeks on, aga pole selle poolt“, „ei ole piisavalt teadlik, et vastata“, „jah; oleksin vastu“ jne. Otsuse põhjendamisel kasutatud argumentide arvu arvestamisel peeti silmas mitut aspekti.

Argumendid jagati kolme gruppi: kõik argumendid kokku, asjakohased argumendid ja materjalidest pärit argumendid. Samades gruppides vaadati ka eraldi poolt- ja vastuargumentide arvu. „Argumendid kokku“ tähistas kõiki õpilase kirja pandud argumente pööramata tähelepanu argumentide korrektsusele või sobivusele antud etapis.

„Asjakohasteks argumentideks“ loeti korrektsed ja antud otsuse juurde sobivad argumendid. Siinkohal peeti silmas seda, et argumendid kehtiksid jutuks oleva GM lõhe ning ka Euroopa Liidu kohta, sest küsimus oli „Kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas?“. Seetõttu ei loetud asjakohasteks argumentideks näiteks järgmisi väiteid: „Kala kasvab suuremaks“ (antud GM lõhe kasvab turukaalu kiiremini, aga ei kasva tavalõhest suuremaks), „Lõhe on parema toiteväärtuse ja maitseomadustega“ (antud lõhe puhul muudeti vaid tema kasvukiirust, mitte aga toiteväärtust või maitseomadusi), „oleks vähem ülemaailmset nälga“ (Euroopa Liitu GM lõhe toomine ülemaailmset nälga ei levendaks). Ka ei loetud asjakohasteks argumentideks liigselt üldistatud väiteid, näiteks „on inimesele kasulik/kahjulik“, „tasub ära/ei tasu ära“ jne. Valdkonnaspetsiifiliste otsuste (teine ja kolmas otsus) puhul loeti asjakohasteks argumentideks ainult oma valdkonna argumendid. Näiteks kui bioloogi rolli kandev õpilane põhjendas oma valdkonnaspetsiifilist otsust argumendiga „kohaliku majanduse kasv“, siis loeti see materjalidest pärit argumendiks (sest oli kirjas majandusteadlase materjalides), aga mitte asjakohaseks argumendiks, sest tegu ei ole bioloogiaalase argumendiga. Kõik asjakohased argumendid ei pidanud olema materjalides kirjas, asjakohasteks loeti ka näiteks asjalikud järeldused materjalides esitatud faktidest, või nn talupojaloomikal põhinevad argumendid, näiteks „Euroopa Liidu riikides pole nii suur toidupuudus, võimalik on toituda paljudest erinevatest toiduainetest“, „On oht, et inimesed ei ostaks GM lõhe, sest nad kardavad“ jne.

„Argumendid materjalidest“ pärinesid otseselt õpikeskkonnas üleval olnud materjalidest (Sissejuhatav tekst, probleemikirjeldus, „Ülevaade GMO lõhest“ ja spetsialistide materjalid). Suures osas oli materjalidest pärit argumentide näol tegemist ka asjakohaste argumentidega, välja arvatud juhul, kui valdkonnaspetsiifilise otsuse tegemisel oli palutud oma otsust põhjendada vaid oma valdkonna argumentidega ning õpilane oli kirjutanud korrektseid ja antud GM lõhe kohta käivaid argumente, mis on mõne muu valdkonna seisukohad. Sel juhul loeti need argumendid vaid materjalidest pärit argumentideks, aga mitte asjakohasteks argumentideks.

Põhjendamisel kasutatud argumentide juures vaadati veel seda, missuguste valdkondade argumente kasutati. Siin vaadeldi vaid antud uurimuses esinevaid valdkondi – loeti kokku bioloogia- ja õigusalsed, eetilis-moraalsed ja majandusalased argumendid. Argumentide valdkondadesse liigitamisel lähtuti põhiliselt töös kasutuses olevatest materjalidest. Mida rohkem kasutati erinevaid valdkondi otsuse põhjendamisel, seda kompetentsemaks loeti

otsus. Kuna loeti vaid antud töös käsitletud valdkondi, siis oli maksimaalne erinevate valdkondade arv neli ja minimaalne null.

Edasisel andmete analüüsil kasutati programmis IBM SPSS Statistics 21 *Wilcoxon Signed Ranks* testi,  $\chi^2$ -analüüsi ja paariliste valimite T-testi. *Wilcoxon Signed Ranks* testi kasutati ühe valimi kahe tunnuse väärtuste võrdlemisel kui tunnuse väärtused ei vastanud normaaljaotusele (Howitt & Cramer, 2003): võrreldi poolt- ja vastuargumentide kasutamist esialgse ja lõpliku otsuse puhul, erinevate valdkondade argumentide kasutamist nii esialgse, lõpliku kui ekspertkogu otsuse puhul ning esialgse ja lõpliku otsuse kompetentsust.  $\chi^2$ -analüüsi kasutati otsuste ja rollide vahelise seose kindlaks tegemisel. Paariliste valimite T-testi kasutati sama grupi kahe tulemuse ehk esialgse ja lõpliku otsuse argumentide arvude omavahelisel võrdlemisel, sest andmed vastasid normaaljaotusele.

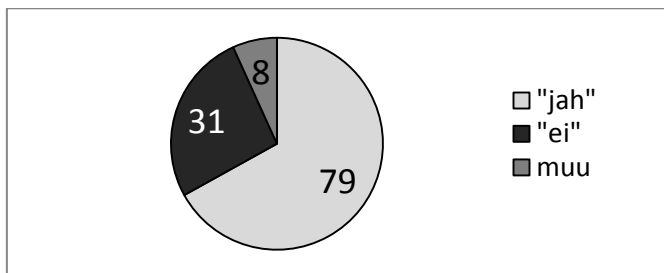
### 3. Tulemused ja arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärkide saavutamiseks rakendati veebipõhist õpikeskkonda „GMO missioon“ koos abistavate materjalidega ning tööjuhendit ja õpilaste vastuste lehti õpikeskkonnas. Saadud andmete abil selgitati õpilaste dilemmaprobleemi lahendamise oskust enne ja pärast metoodika rakendamist, dilemmaprobleemi lahendamise oskuse arengut, rühmatööna langetatud ekspertkogu otsuste kompetentsust ja lõpliku otsuse sõltuvust õpilasele määratud rollist.

#### 3.1. Esialgse otsuse tulemused

Magistritöö esimese uurimisküsimusega sooviti kaardistada õpilaste dilemmaprobleemi lahendamise oskus enne valitud metoodika rakendamist. Selleks vaadati esialgse otsuse tulemusi: õpilaste otsuseid, põhjendamisel kasutatud argumentide arvusid ja argumenteerimisel kasutatud erinevate valdkondade arvu.

Õpilaste esialgsed otsused on toodud joonisel 3. Joonis näitab, et 118 õpilasest suurem enamus (67%) on geneetiliselt muundatud lõhe Euroopa Liidus kasvatamise poolt, umbes veerand õpilastest (26%) on selle vastu ning kaheksa õpilast (7%) ei oma seisukohta või on muul arvamusel. Niisugune tulemus võib viidata gümnaasiumiõpilaste üldisele positiivsele meelestatusele geneetiliselt muundatud toiduainete suhtes, aga oma mõju võib olla ka „GMO missioon“ lehel olevatel sissejuhatavatel tekstidel ja materjalil „Ülevaade GMO lõhest“ (lisa 2), mis tutvustavad geneetiliselt muundatud lõhet ja vaid mainivad GMO teema põhilisi probleeme ilma süvenemata. Niisugune pinnapealne pilguheit teemasse võibki jätta mulje, et GMO-dega seotud probleemid on vähetähtsad.



**Joonis 3.** Õpilaste (N= 118) esialgsed otsused: Kas Euroopa Liidu riikides oleks GM lõhe kasvatamine otstarbekas?

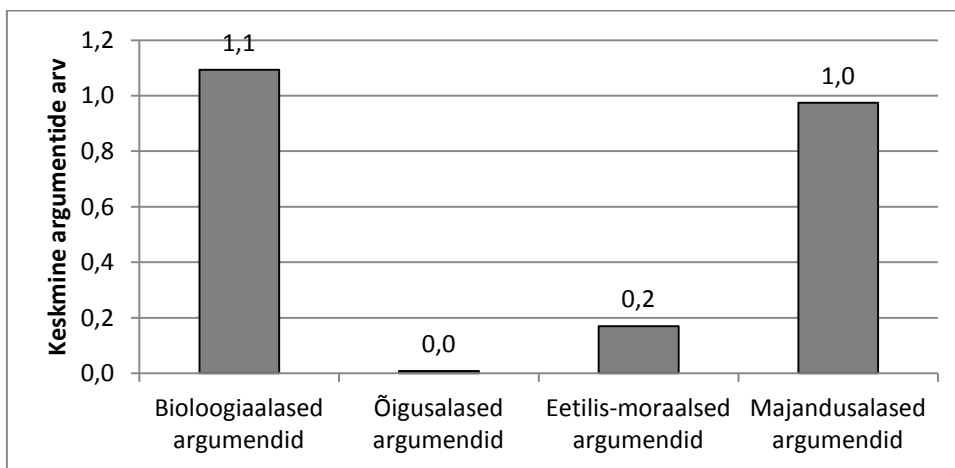
Saadud tulemus erineb oluliselt 2011. aastal Eestis läbi viidud tarbijauuringu tulemustest, mille järgi viiendik inimesi GM toitu ei tarbiks (Vahtramäe & Peetsmann, 2011). Võrreldes keskmise eurooplasega 2010. aastal, on uuringus osalenud õpilased geneetiliselt muundatud toidu suhtes väga optimistlikud: Eurobaromeetri uuringu järgi oli eurooplaste seas GM toidu pooldajate ja vastaste suhe 1:2 GM toidu pooldajate kahjuks, uuringus osalenud eestlaste seas oli suhtumine samasugune (Gaskell jt, 2010). Tulemuste niisugune erinevus võib olla põhjustatud sellest, et käesolevas magistritöös osalesid vaid nooremad inimesed, Eurobaromeetri uuringu valim oli demograafiliselt mitmekihilisem. Ka varasemates uurin-gutes on õpilased olnud GM toidu suhtes pigem pooldaval või neutraalsel seisukohal (Hill jt, 1998), kuigi mitte nii ülekaalukalt kui antud magistritöö tulemusstes. Magistritöö uurin-gus osalenud õpilased pidid väljendama seisukohta konkreetse geneetiliselt muundatud organismi suhtes, ning nad said ka eelnevalt tutvuda seda organismi tutvustava tekstiga, mis GMO-dega kaasnevatesse probleemidesse sügavuti ei laskunud.

Teiseks vaadati esimese uurimisküsimuse all seda, kui palju ja missuguseid argumente õpilased kasutasid. Vaadeldi eraldi kogu argumentide, asjakohaste argumentide ja materja-list pärit argumentide arvu ning kõigis nendes kategooriates veel eraldi poolt- ja vastu-argumentide arvu. Tulemused näitavad, et kui keskmiselt kasutas üks õpilane 3,3 argu-menti, siis nendest argumentidest olid asjakohased keskmiselt 2,3 ning materjalidest võeti keskmiselt 1,3 argumenti. Maksimaalsed tulemused olid vastavalt kaheksa, seitse ja seitse argumenti. *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil teostatud analüüsi tulemused (tabel 2) näita-vad, et kasutatud poolt- ja vastuargumentide arv toetab esialgse otsuse tulemusi: poolt-argumente kasutati statistiliselt olulisel määral rohkem nii argumentide üldises arvestuses ( $Z=-4,10$ ;  $p<0,001$ ), asjakohaste ( $Z=-4,50$ ;  $p<0,001$ ) kui materjalidest pärit argumentide ( $Z=-5,70$ ;  $p<0,001$ ) puhul. Seda tulemust võib seletada õpilaste üldise pigem GM toidu suhtes positiivse meelestatusega ning ka sissejuhatavate materjalide vähese kriitilisusega GM lõhe suhtes.

**Tabel 2.** Õpilaste (N=118) esialgse otsuse poolt- ja vastuargumentide kasutamine võrrelduna *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil.

Tunnused	Keskmine argumentide arv	a>b	a<b	a=b	Z	p
Poolt- (a) ja vastuargumentid (b)	2,2 1,1	66	35	17	-4,10	<0,001
Asjakohased poolt- (a) ja vastuargumentid (b)	1,6 0,7	63	35	20	-4,50	<0,001
Poolt- (a) ja vastuargumentid (b) materjalidest	1,1 0,2	55	11	52	-5,70	<0,001

Veel vaadati esimese uurimisküsimuse juures seda, missuguste valdkondade argumente kasutati oma otsuse põhjendamisel. Tulemusi analüüsiti *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil. Joonisel 4 toodud tulemused näitavad, et kõige rohkem kasutati bioloogia- (keskmiselt 1,1 argumenti õpilase kohta) ja majandusalaseid (keskmiselt 1,0 argumenti õpilase kohta) argumente. Seevastu õiguslaseid argumente ei kasutatud praktiliselt üldse (keskmiselt 0,0 argumenti õpilase kohta) – vaid üks õpilane tõi välja ühe õiguslase argumenti. Ka eetilismoraalsed argumentid ei leidnud eriti sagedast kasutust (keskmiselt 0,2 argumenti õpilase kohta). *Wilcoxon Signed Ranks* testi järgi (tabel 3) ei eristu teineteisest vaid bioloogia- ja majandusalaste argumentide kasutatus, statistiliselt oluline erinevus esineb nii bioloogia- ja õiguslase (Z=-7,81; p<0,001), bioloogiaalaste ja eetilismoraalsete (Z=-6,67; p<0,001), õiguslase ja eetilismoraalsete (Z=-3,35; p<0,01), õigus- ja majandusalaste (Z=-7,67; p<0,001) kui eetilismoraalsete ja majandusalaste (Z=-6,39; p<0,001) argumentide kasutatuse vahel.



**Joonis 4.** Õpilaste (N=118) esialgse otsuse keskmine argumentide arv valdkonniti.

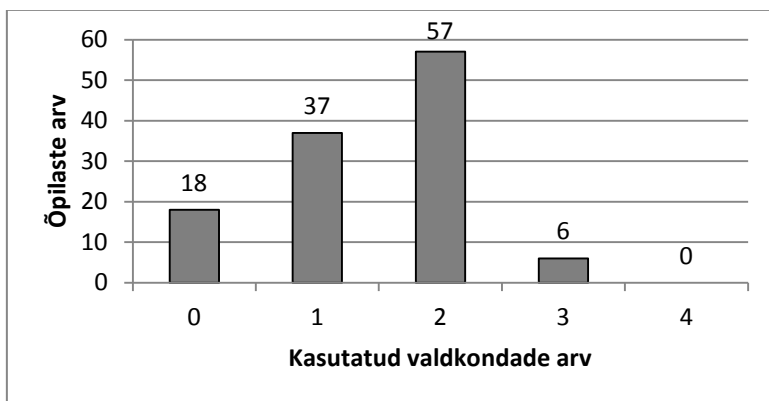
Niisugune tulemus oli küllaltki oodatav, sest sissejuhatavad materjalid, millega õpilased selle otsuse tegemise ajaks on tutvunud (Sissejuhatus ja „Ülevaade GMO lõhest“ (lisa 2)) tutvustavad põgusalt GM lõhe bioloogiat ning heidavad pilgu mõnele majanduslikule aspektile, kergelt puudutatakse ka GMOdega seotud eetilisi-moraalseid probleeme. Lisaks sellele, et materjalid nendele valdkondadele viitavad, võib ka olla, et õpilastele on otsuste põhjendamine majanduslikust vaatenurgast kõige loomuomasem, harvem osatakse vaadelda probleemide eetilisi-moraalseid aspekte. Juriidika küsimused, mida sissejuhatavad tekstid ei avanud, võivad ka igapäevaselt põhjustada õpilastele vähem mõtlemisainet. Bioloogia-alastest argumentidest ei saa ilmselt üle juba seepärast, et bioloogia tunni kontekstis on geneetiliselt muundatud organismid eelkõige bioloogiline probleem. Ka on eurooplaste seas läbi viidud uurimuses näidatud, et GM toidu suhtes seisukoha võtmisel peetakse kõige olulisemateks tervise ja keskkonnaga seotud aspekte, majanduslikud ja õiguslased aspektid pole inimestele GMO-de puhul nii olulised (Gaskell jt, 2006).

**Tabel 3.** Õpilaste (N=118) esialgse otsuse keskmine argumentide arv valdkonniti võrrelduna *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil.

<b>Tunnused</b>	<b>Keskmine argumentide arv</b>	<b>a&gt;b</b>	<b>a&lt;b</b>	<b>a=b</b>	<b>Z</b>	<b>p</b>
Bioloogia-(a) ja õiguslased (b) argumentid	1,1 0,0	77	0	41	-7,81	<0,001
Bioloogia- (a) ja eetilisi-moraalsed (b) argumentid	1,1 0,2	69	5	44	-6,67	<0,001
Bioloogia- (a) ja majanduslased (b) argumentid	1,1 1,0	43	32	43	-0,92	>0,05
Õiguslased (a) ja eetilisi-moraalsed (b) argumentid	0,0 0,2	1	15	102	-3,35	<0,01
Õigus- (a) ja majanduslased (b) argumentid	0,0 1,0	1	75	42	-7,67	<0,001
Eetilisi-moraalsed (a) ja majanduslased (b) argumentid	0,2 1,0	8	68	42	-6,39	<0,001

Esialgse otsuse kompetentsust vaadati selle järgi, kui mitme erineva valdkonna argumente oma otsuse põhjendamisel kasutati. Tulemustest (joonis 5) selgub, et keskmiselt kasutati 1,4 erineva valdkonna argumente. Pea pooled õpilased (57, s.o. 48% õpilastest) kasutasid

kahe erineva valdkonna argumente, pea kolmandik õpilastest (37, s.o. 31% õpilastest) põhjendasid oma otsust vaid ühe valdkonna argumentidega. Päris mitmed õpilased (18, s.o. 15% õpilastest) ei kirjutanud ühegi vaadeldud valdkonna argumenti. Kõigi nelja vaadeldud valdkonna argumente ei pannud kirja ükski õpilane ning vaid kuus õpilast (s.o. 5%) toetusid kolmele erinevale valdkonnale.



**Joonis 5.** Õpilaste (N=118) esialgse otsuse kompetentsus väljendatuna erinevate valdkondade argumentide kasutatusega (m=1,4).

Ka varasemates uuringutes on näidatud, et õpilaste esialgsed otsused enne dilemma-probleemi lahendamise meetodika rakendamist ei arvesta palju rohkem kui ühe valdkonna aspektidega (Pata & Sarapuu, 2003).

## 3.2. Dilemmaprobleemi lahendamise oskuse areng

Saamaks vastust teisele uurimisküsimusele, võrreldi esialgse ja lõpliku otsuse tulemusi. Dilemmaprobleemi lahendamise oskuse arengut näitab kõige paremini otsuste kompetentsuse ehk põhjendamisel kasutatud valdkondade arvu võrdlus enne ja pärast valitud meetodika rakendamist. Et aga meetodika rakendamisel tekkinud muutusi ja arenguid paremini kirjeldada, vaadati ka õpilaste langetatud otsuseid ning kasutatud argumentide arvusid.

### 3.2.1. Otsused

Esiteks võrreldi esialgseid ja lõplikke otsuseid (tabel 4).  $\chi^2$ -testi abil teostatud analüüsi põhjal võib öelda, et esialgsed ja lõplikud otsused teineteisest statistiliselt oluliselt ei erine ( $\chi^2=6,00$ ;  $p>0,05$ ). Niisuguse tulemuse põhjal võiks järeldada, et võrreldes esialgse otsu-

sega lõplikus otsuses muutust ei toimunud ning valitud metoodika rakendamine enamiku õpilaste arvamus ei muutnud. Samas, vaadates otsust muutnud õpilaste arvu, ilmneb, et ligikaudu veerand (30 õpilast, s.o. 25%) õpilastest muutsid oma lõplikku otsust võrreldes esialgse otsusega (tabel 4).

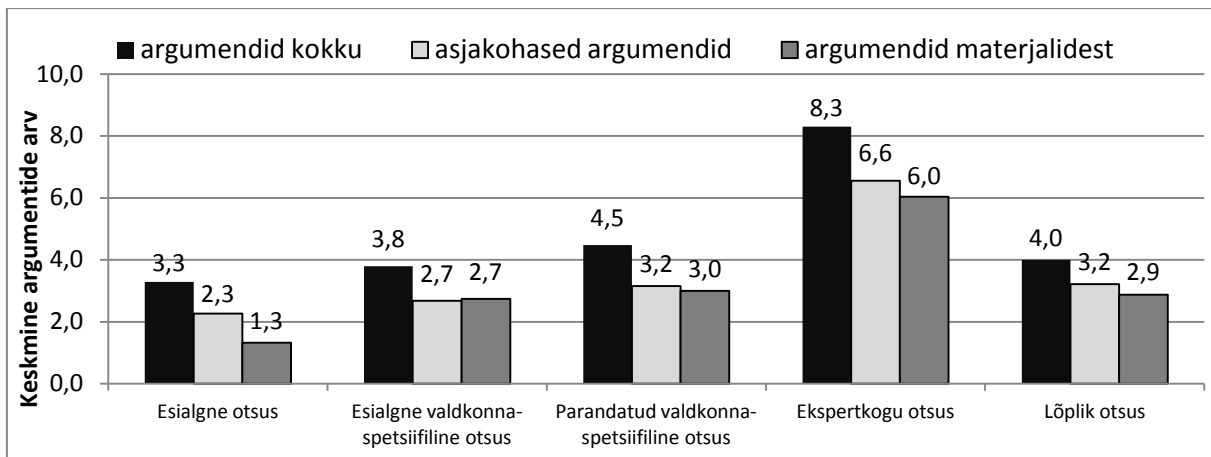
**Tabel 4.** Õpilaste (N=118) esialgsed ja lõplikud otsused.

Otsus	Esialgne otsus	Lõplik otsus
<b>jah</b>	79 (67 %)	72 (61 %)
<b>ei</b>	31 (26 %)	40 (34 %)
<b>muu</b>	8 (7 %)	6 (5 %)
<b>ei→jah</b>	8 (7 %)	
<b>jah→ei</b>	14 (12 %)	
<b>muu→jah</b>	1 (1 %)	
<b>muu→ei</b>	4 (3 %)	
<b>jah→muu</b>	2 (2 %)	
<b>ei→muu</b>	1 (1 %)	
<b>Kokku muutusi</b>	<b>30 (25 %)</b>	

Oma otsust muutnud õpilaste arv on piisavalt suur, et järeldada, et rakendatud metoodika siiski mõjutas õpilaste otsuseid. Uurimuse valim on aga liiga väike, et uurida niisuguse muutuse seoseid ja tagamaid. Edaspidistes uuringutes võiksid huvi pakkuda just otsuse muutumise põhjused ja seosed.

### 3.2.2. Argumentide arv

Vaadates otsuste põhjendamisel kasutatud argumentide arvu kõikide otsuste juures, nähtub, et kõige rohkem kõigi kategooriate argumente kasutati ekspertkogu otsuse põhjendamisel: keskmiselt kasutati ekspertkogu otsuse põhjendamisel 8,3 argumenti, millest keskmiselt 6,6 olid asjakohased ning 6,0 materjalidest pärit (joonis 6). Maksimaalselt kasutati ekspertkogu otsuse põhjendamisel 22 argumenti, mis kõik olid asjakohased ja 21 neist olid materjalidest. Et just ekspertkogu otsuse juures kasutati kõige rohkem argumente, oli oodatud tulemus, sest ekspertkogus on koos kõigi valdkondade spetsialistid ning langetatakse kompromissotsus, mis eeldab kõigi valdkondade seisukohtadega arvestamist.



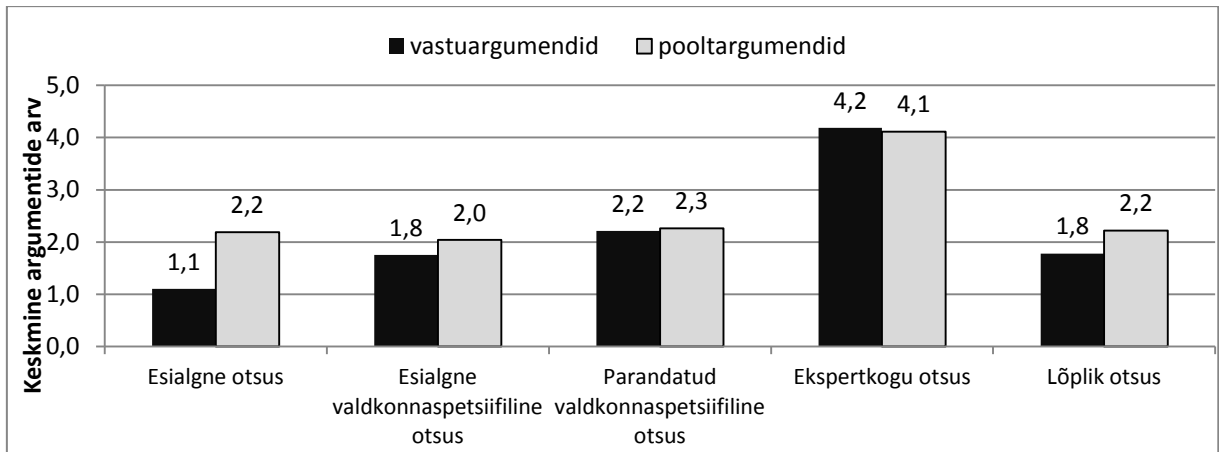
**Joonis 6.** Õpilaste (N=118) esimese otsuse keskmine argumentide arv.

Võrreldes esialgse ja lõpliku otsuse argumentide arvusid paariliste valimite T-testi abil (tabel 5), võime öelda, et lõpliku otsuse põhjendamisel kasutati statistiliselt olulisel määral rohkem argumente ( $t=3,59$ ;  $p<0,001$ ), ka kasvas oluliselt asjakohaste ( $t=4,97$ ;  $p<0,001$ ) ja ka materjalidest pärit argumentide arv ( $t=7,76$ ;  $p<0,001$ ).

**Tabel 5.** Õpilaste (N=118) esialgse ja lõpliku otsuse argumentide arvud paariliste valimite T-testi abil.

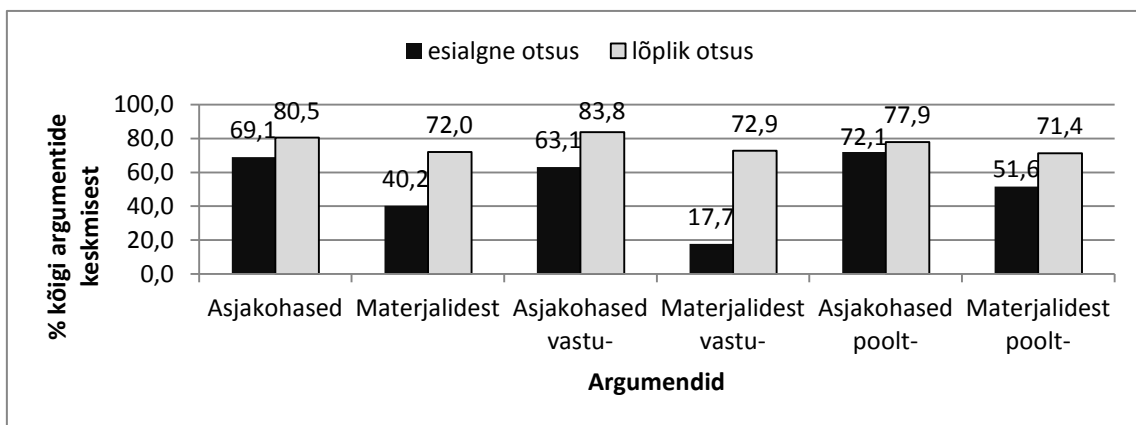
Tunnus	Keskmine argumentide arv		t	p
	Esialgne otsus	Lõplik otsus		
Argumendid kokku	3,3	4,0	3,59	<0,001
Asjakohased argumendid	2,3	3,2	4,97	<0,001
Argumendid materjalidest	1,3	2,9	7,76	<0,001

Ka võib täheldada, et poolt- ja vastuargumentide kasutatus valitud metoodika käigus tasakaalustus (joonis 7). Kui esialgses otsuses kasutati keskmiselt poole rohkem pooltargumente kui vastuargumente (keskmiste vahe 1,1; *Wilcoxon Signed Ranks* testi järgi  $Z=-4,10$ ;  $p<0,001$ ), siis järgnevas töö etappides vähenes erinevus poolt- ja vastuargumentide keskmiste vahel põhimõtteliselt olematuks. Lõplikus otsuses oli poolt- ja vastuargumentide keskmiste vahe kõigest 0,4 ( $Z=-2,03$ ;  $p<0,05$ ).



**Joonis 7.** Õpilaste (N=118) keskmine poolt- ja vastuargumentide arv erinevate otsuste juures.

Esialgse ja lõpliku otsuse argumentide arve vaadates on peale kasutatud argumentide arvu kasvu tähtsaim muutus argumentide sisukamaks muutumine (joonis 8): kui esialgse otsuse juures oli asjakohaste argumentide osa kõigist argumentidest vaid 69%, siis lõpliku otsuse juures oli see juba 81%. Eriti kasvas vastuargumentide seas asjakohaste argumentide osakaal (63%-lt 84%-le).

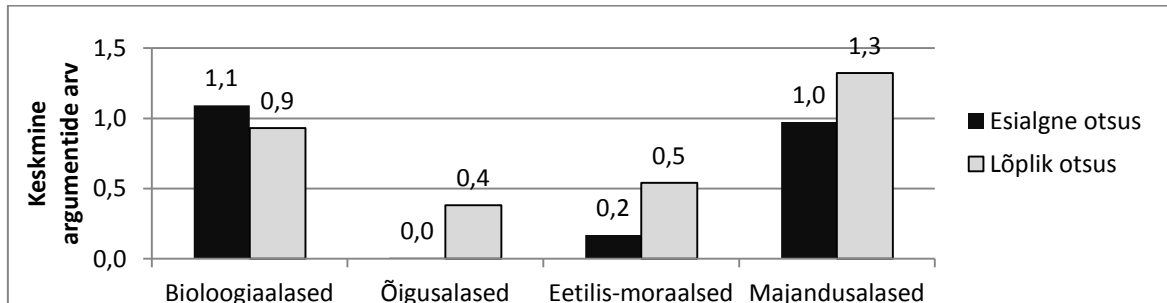


**Joonis 8.** Õpilaste (N=118) esialgse ja lõpliku otsuse asjakohaste ja materjalidest pärit argumentide keskmiste osakaal kogu argumentide keskmistest.

Joonis 8 näitab, et materjalidest pärit argumentide osakaalu tõus isegi ületab asjakohaste argumentide osakaalu tõusu. Dilemmaprobleemi lahendamise oskuse arengu puhul on see pigem eeldus asjakohaste argumentide osakaalu kasvuks, sest suurem osa asjakohaseid argumente on siiski pärit materjalidest.

### 3.2.3. Otsuse kompetentsus

Võrreldes esialgse otsusega muutus lõpliku otsuse põhjendamisel ka see, missuguste valdkondade argumente kasutati (joonis 9).



**Joonis 9.** Õpilaste (N=118) esialgse ja lõpliku otsuse juures kasutatud erinevate valdkondade keskmised argumentide arvud.

Erinevate valdkondade argumentide kasutatust analüüsiti *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil. Kui esialgse otsuse juures kasutati peaaegu võrdselt bioloogia- ja majandusalaseid argumente, siis lõpliku otsuse juures on kerges ülekaalus majandusalased argumentid (tabel 6): bioloogia- ja majandusalaste argumentide kasutatus erineb lõpliku otsuse juures statistiliselt olulisel määral ( $Z=-2,68$ ;  $p<0,01$ ).

**Tabel 6.** Õpilaste (N=118) lõpliku otsuse keskmine argumentide arv valdkonniti võrrelduna *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil.

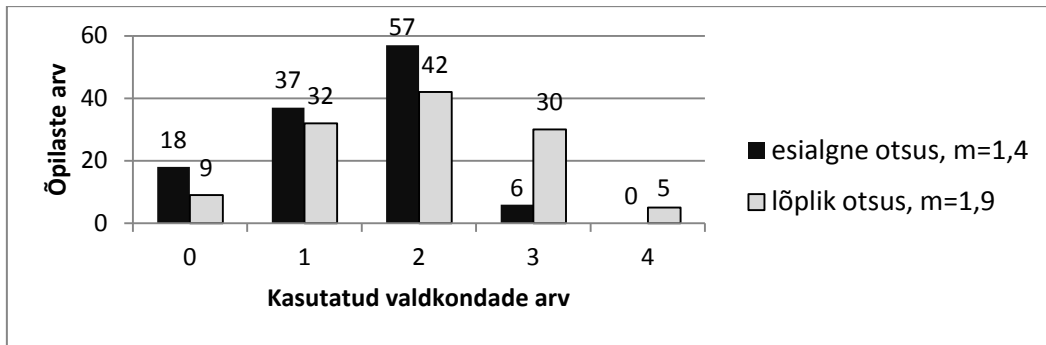
Tunnused	Keskmine argumentide arv	a>b	a<b	a=b	Z	p
Bioloogia- (a) ja õigusalased (b) argumentid	0,9 0,4	62	15	41	-4,63	<0,001
Bioloogiaalased (a) ja eetilis-moraalsed (b) argumentid	0,9 0,5	54	22	42	-3,26	<0,01
Bioloogia- (a) ja majandusalased (b) argumentid	0,9 1,3	32	49	37	-2,68	<0,01
Õigusalased (a) ja eetilis-moraalsed (b) argumentid	0,4 0,5	24	33	61	-1,40	>0,05
Õigus- (a) ja majandusalased (b) argumentid	0,4 1,3	13	67	38	-5,48	<0,001
Eetilis-moraalsed (a) ja majandusalased (b) argumentid	0,5 1,3	15	61	42	-4,91	<0,001

Bioloogiaalaste argumentide kasutatus vähenes keskmiselt 1,1-lt 0,9 argumentile ja majandusalaste argumentide kasutatus suurenes keskmiselt 1,0 argumentilt 1,3 argumentile. Need muutused osutusid ka statistiliselt olulisteks (vastavalt  $Z=-1,61$ ;  $p<0,05$  ja  $Z=-2,41$ ;  $p<0,05$ ; tabel 7). Kui esialgse otsuse juures kasutati õiguslaseid ja eetilis-moraalseid argumente väga vähe, siis lõpliku otsuse põhjendamisel kasutati nende valdkondade argumente tuntavalt rohkem: õiguslase argumentide kasutatus kasvas keskmiselt 0,0-lt 0,4 argumentile ( $Z=-4,95$ ;  $p<0,001$ ) ning eetilis-moraalsete argumentide kasutatus kasvas keskmiselt 0,2-lt 0,5 argumentile ( $Z=-4,14$ ;  $p<0,01$ ) (tabel 7). *Wilcoxon Signed Ranks* testi järgi ei eristu üksteisest vaid õiguslase ja eetilis-moraalsete argumentide kasutatus ( $Z=-1,40$ ;  $p>0,05$ ), kõigi teiste valdkondade kasutatuse vahel esineb statistiliselt oluline erinevus (tabel 6).

**Tabel 7.** Õpilaste (N=118) esialgse ja lõpliku otsuse juures kasutatud erinevate valdkondade argumentide arvud võrrelduna *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil. a – esialgne otsus, b – lõplik otsus.

Argumendid	Keskmine argumentide arv (a ja b)	Negatiivsed muutused (a>b)	Positiivsed muutused (a<b)	Muutuseta (a=b)	Z	p
Bioloogiaalased	1,1 0,9	37	28	53	-1,61	>0,05
Õigusalased	0,0 0,4	0	30	88	-4,95	<0,001
Eetilis-moraalsed	0,2 0,5	9	37	72	-4,14	<0,001
Majandusalased	1,0 1,3	31	47	40	-2,41	<0,05

Õpilaste dilemmaprobleemi lahendamise oskuse arengu vaatlemisel peeti käesoleva magistritöö juures kõige olulisemaks näitajaks otsuse kompetentsust, mida mõõdeti otsuse põhjendamisel kasutatud erinevate valdkondade arvuga. Esialgse ja lõpliku otsuse kompetentsust on võrreldud joonisel 10 ning analüüsitud paariliste valimite T-testi abil.



**Joonis 10.** Õpilaste (N=118) esialgse ja lõpliku otsuse kompetentsus (paariliste valimite t-testi abil 5,15;  $p < 0,001$ ).

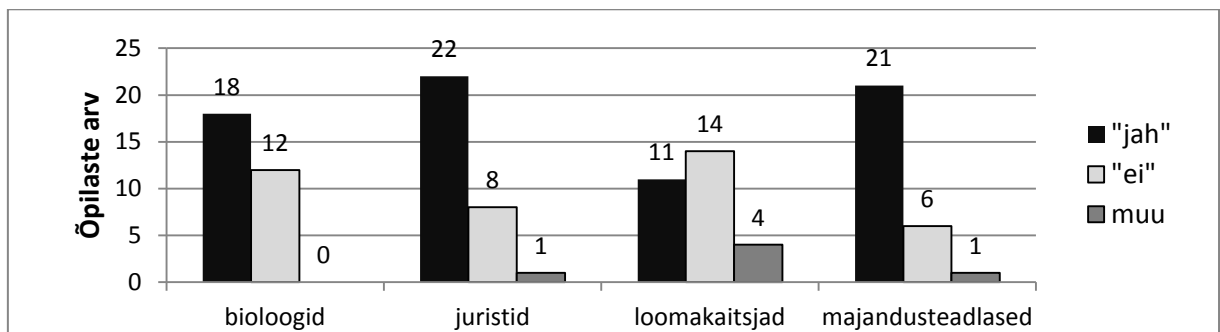
Tulemused näitavad, et nii esialgse kui lõpliku otsuse puhul kasutas kõige rohkem õpilasi kahe erineva valdkonna argumente. Kui esialgse otsuse juures kasutas vaid kuus õpilast kolme valdkonna argumente ja nelja valdkonna argumente ei kasutanud keegi, siis lõplikus otsuses oli kolme valdkonna kasutajate arv kasvanud 30-le ning kõigi nelja valdkonna argumente kasutas viis õpilast. Kahjuks nii esialgses kui lõplikus oli vaid ühe valdkonna argumentidega otsust põhjendavaid õpilasi üle kolmekümne ning üheksa õpilast ei kirjutanud ka lõplikus otsuses ühegi uuritava valdkonna argumenti (joonis 10). Kokkuvõttes kasvas õpilaste tehtud otsuse kompetentsus pärast valitud metoodika rakendamist statistiliselt olulisel määral ( $t = -5,15$ ;  $p < 0,001$ ). Ka Pata ja Sarapuu (2003) uurimuses kasvas õppetöö jooksul erinevate valdkondade argumentide kasutamine.

### 3.3. Lõpliku otsuse sõltuvus õpilasele määratud rollist

Kuna vastavalt rollile tutvusid õpilased erinevate abistavate materjalidega (lisad 3, 4, 5, 6), mille vaatenurgad GMO-temaatikale olid erinevad, osade puhul pigem pooldavad, teiste puhul pigem GM lõhe vastu, siis taheti käesoleva magistritöö kolmanda uurimisküsimusega selgitada, kas õpilaste lõplikud otsused sõltuvad neile määratud rollist. Bioloogi rolli kandvad õpilased tutvuvad töö jooksul bioloogi materjalidega, mis keskenduvad pigem GM lõhe bioloogiast tulenevatele võimalikele riskidele ning seetõttu võib bioloogide materjale pidada pigem GM lõhe vastasteks. Juristide materjal tutvustab Euroopa Liidus kehtivat seadusandlust üsna neutraalselt – siin oleneb õpilase enda vaatenurgast, kas ta loeb sealt välja pigem positiivset või negatiivset. Loomakaitsja materjalid lahkavad teema eetilis-moraalseid aspekte ning kõlama jääb pigem GM loomade suhtes negatiivne seis-

koht. Majandusteadlase materjalides on toodud välja palju nii poolt- kui vastuargumente, aga üldine majandusteadlase materjalide seisukoht on GM toitu pooldav. Lisaks tuleb õpilastel oma materjalidest välja noppida argumendid, mis käivad just konkreetse GM lõhe kohta, sest materjalides on kirjas sedagi, mis kehtib näiteks GM taimede kohta. Kuna lõplik otsus oli individuaalne ning enam ei pidanud kaitsma oma valdkonna seisukohti, peegeldas lõplik otsus õpilaste töö jooksul kujunenud arvamust, mis paljudel õpilastel töö jooksul muutus (vt ptk 3.2.1. tabel 4).

Sõltuvuse uurimiseks vaadeldi õpilaste otsuseid nende rollide kaupa ning analüüsiti  $\chi^2$ -analüüsi abil. Tulemused näitavad (joonis 11), et üldiselt suhtuvad õpilased GM lõhe Euroopa Liidus kasvatamisse pigem positiivselt sõltumata rollist, erinevused selles, kui suur on GM-lõhe pooldajate ja vastaste osakaal, ei ole suured: bioloogidest on GM lõhe Euroopa Liidus kasvatamise poolt 18 ja vastu 12 õpilast, juristidest on poolt 22 ja vastu kaheksa, majandusteadlastest on poolt 21 ja vastu kuus õpilast.



**Joonis 11.** Õpilaste (N=118) lõplikud otsused rollide kaupa.

Erandiks on loomakaitsja rolli saanud õpilased, kellest GM lõhe Euroopa Liidus kasvatamise pooldajaid on veidi vähem kui on vastaseid.  $\chi^2$ -analüüsi järgi eristus teistest rühmadest loomakaitsja rolli kandnud õpilaste rühm, kelle seas oli oodatust tunduvalt suurem GM lõhe EL-is kasvatamise vastaste ning muu vastuse andnud õpilaste osakaal ( $\chi^2=14,11$ ;  $p<0,05$ ).

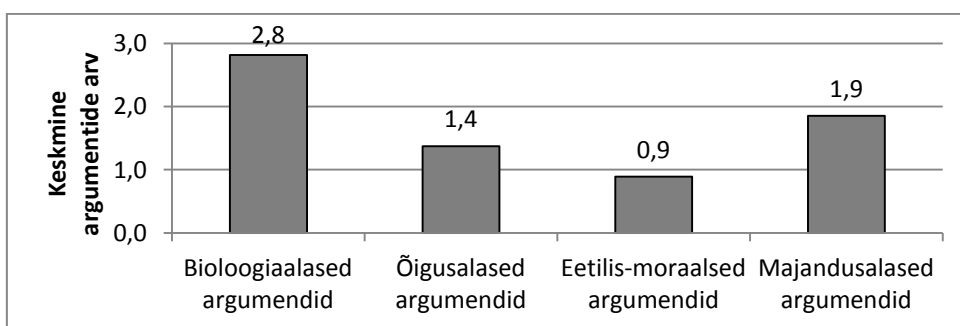
Kuna loomakaitsjate materjalid vaatasid GMOdele pigem negatiivse nurga alt, võis siin olla tugev materjalide mõju õpilastele. Populaarseimad vastuargumendid kuulusid eetilismoraalsesse valdkonda ning puudutasid loomade piinamist, loodusliku tasakaalu rikkumist ja GMO-de ebaloomulikkust. Need argumendid olid toodud ka loomakaitsjate materjalides (lisa 5). Seega võib oletada, et loomakaitsjate materjalidel oli selles rollis olnud õpilastele mõju. Samas olid ka bioloogide materjalid GM lõhe suhtes pigem skeptilised, aga bioloogi-

gide otsused ei ei olnud oodatust negatiivsemad. Kas võib olla, et eetilis-moraalsetel argumentidel on üldiselt õpilastele suurem mõju kui loodusteaduslikel argumentidel? See küsimus vääricks tulevikus rohkem tähelepanu.

### 3.4. Ekspertkogu otsuste kompetentsus

Neljas uurimisküsimus selgitab rühmatööna langetatud ekspertkogu otsuse kompetentsust. Kuna ekspertkogus on koos kõigi valdkondade spetsialistid, kes oma valdkonna seisukohta peaksid kaitsma, siis oodati ekspertkogu otsuste tulemustes pea kõigi valdkondade argumentide kasutamist ning seetõttu otsuse kõige suuremat kompetentsust.

Ekspertkogu otsuse juures vaadati esmalt seda, kui palju kasutati keskmiselt iga vaadeldud valdkonna argumente. Tulemused on esitatud joonisel 12. Sealt näeme, et ekspertkogud kasutavad kõige rohkem bioloogia- (keskmiselt 2,8, maksimaalselt üheksa) ja majandusalaseid (keskmiselt 1,9, maksimaalselt kuus) argumente ning kõige vähem eetilis-moraalseid argumente (keskmiselt 0,9, maksimaalselt viis). Õigusalasid argumente kasutati keskmiselt 1,4 (maksimum tulemus oli neli). *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil tulemusi analüüsidis ilmses, et statistiliselt olulised erinevused esinevad bioloogia- ja õigusalasete ( $Z=-3,53$ ;  $p<0,001$ ), bioloogiaalaste ja eetilis-moraalsete ( $Z=-3,31$ ;  $p<0,01$ ) ning eetilis-moraalsete ja majandusalaste ( $Z=-2,61$ ;  $p<0,01$ ) argumentide kasutatuse vahel (tabel 8).



**Joonis 12.** Keskmine argumentide arv ekspertkogu (N=27) otsuse juures valdkonniti.

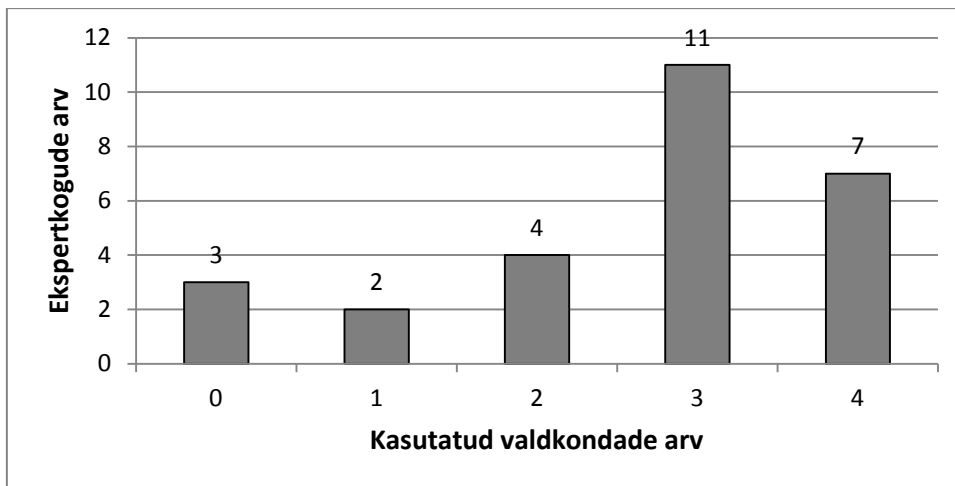
Kuna kõigis materjalides oli argumente rohkem kui iga valdkonna argumentide kasutamise maksimaalsed tulemused näitavad, siis võis niisugust argumentide jaotumist seletada sellega, et rühmasiseselt peeti kõige olulisemateks bioloogia- ja majandusalaseid argumente ning et õigusalasid ja eetilis-moraalseid argumente peeti vähemtähtsateks. Loomulikult

mängib iga rühma siseselt rolli ka rühmaliikmete aktiivsus ja oma seisukohtade põhjendamisoskus, aga seda antud uurimuses ei vaadeldud.

**Tabel 8.** Ekspertkogu (N=27) otsuse keskmise argumentide arv valdkonniti *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil.

Tunnused	Keskmine argumentide arv	a>b	a<b	a=b	Z	p
Bioloogia- (a) ja õiguslased (b) argumentid	2,8 1,4	18	2	7	-3,53	<0,001
Bioloogiaalased (a) ja eetilismoraalsed (b) argumentid	2,8 0,9	18	2	7	-3,31	<0,01
Bioloogia- (a) ja majandusalased (b) argumentid	2,8 1,9	14	4	9	-1,96	>0,05
Õiguslased (a) ja eetilis-moraalsed (b) argumentid	1,4 0,9	12	7	8	-1,70	>0,05
Õigus- (a) ja majandusalased (b) argumentid	1,4 1,9	5	10	12	-1,48	>0,05
Eetilismoraalsed (a) ja majandusalased (b) argumentid	0,9 1,9	4	15	8	-2,61	<0,01

Rühmatööna langetatud ekspertkogude otsuste kompetentsust peegeldab põhjendamisel kasutatud erinevate valdkondade arv. Uuringus osales 27 ekspertkogu. Nende otsuste kompetentsus on toodud joonisel 13. Keskmiselt kasutas iga ekspertkogu 2,6 erineva valdkonna argumenti. Kõige rohkem kasutati kolme valdkonna argumente (11 ekspertkogu), seitse ekspertkogu tõid välja kõigi nelja vaadeldud valdkonna argumentid. Kahe valdkonna argumentidega põhjendasid oma otsust neli ja vaid ühe valdkonna argumentidega kaks ekspertkogu. Kahjuks esines ka kolm ekspertkogu, kes ei märkinud ära ühegi vaadeldud valdkonna argumenti.



**Joonis 13.** Ekspertkogude (N=27) erinevate valdkondade argumentide kasutus,  $m=2,6$ .

Kokkuvõtvalt võib öelda, et kõigist otsustest, kus oli võimalik välja tuua erinevate valdkondade argumente (s.o. esialgne otsus, ekspertkogu otsus ja lõplik otsus) olid ekspertkogude otsused kõige kompetentsemad: kui esialgses otsuses toodi välja keskmiselt 1,4 erineva valdkonna argumentid ja lõplikus otsuses keskmiselt 1,9 valdkonna argumentid, siis ekspertkogude otsuseid toetasid keskmiselt 2,6 argumenti (joonised 10 ja 13).

Ka varasemates uuringutes on näidatud, et õpilased suudavad arvestada kõige rohkemate erinevate aspektidega (erinevate valdkondadega) ekspertkogudes, kus on koos mitme eriala spetsialistid (Pata & Sarapuu, 2003).

## Kokkuvõte

Käesoleva magistritööga sooviti uurida gümnaasiumiõpilaste dilemmaprobleemi lahendamist veebipõhises õpikeskkonnas „GMO missioon“. Magistritöö eesmärgid olid: 1) luua GMOdega seonduva dilemma lahendamiseks sobiv virtuaalne õpikeskkond ja tööjuhend gümnaasiumiõpilastele; 2) selgitada õpikeskkonna mõju õpilaste otsuse tegemise ja argumenteerimise oskusele.

Uurimuse läbiviimiseks koostati veebipõhine õpikeskkond, seda toetav tööjuhend paber- ja keskkonnas kättesaadavad virtuaalsed õpilaste töölehed. Moodustati mugavusvalim, mis koosnes 118 õpilasest viiest Eesti gümnaasiumist. Uuringu toimumisaeg oli aprill 2012 kuni aprill 2013.

Uuringu käigus lahendasid õpilsed viiest etapist koosnevat dilemmaprobleemi, kus iga etapi lõpus tuli erinevatel tingimustel vastata küsimusele: „Kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas?“. Nende vastuste põhjal teostati uurimisküsimustest lähtuv analüüs.

Magistritöö esimese uurimisküsimusega uuriti õpilaste GMOdega seonduva dilemma-probleemi lahendamise oskust enne valitud metoodika rakendamist. Selleks vaadati õpilaste otsuseid, otsuste põhjendamisel kasutatud argumentide arvu ning otsuste kompetentsust, ehk seda, mitme erineva valdkonna argumente kasutati. Tulemustest selgus, et suurem enamus õpilasi pooldavad GM lõhe Euroopa Liidus kasvatamist. Otsuse põhjendamisel kasutati keskmiselt 1,4 erineva valdkonna argumente ning enamasti olid nendeks valdkondadeks bioloogia ja majandus.

Teise uurimisküsimusega sooviti teada, kuidas õpilaste dilemmaprobleemi lahendamise oskus metoodika rakendamise käigus areneb. Selleks võrreldi juba esimese uurimisküsimuse juures tutvustatud näitajaid esialgse ja lõpliku otsuse juures. Tulemused näitasid, et nii esialgsete kui lõplike otsuste jagunemine oli samasugune, ent veerand õpilastest olid oma seisukohta metoodika rakendamise jooksul muutnud. Lõpliku otsuse põhjendamisel kasutati oluliselt rohkem argumente kui esialgse otsuse põhjendamisel. Kõige olulisem tulemus oli otsuse kompetentsuse paranemine statistiliselt olulisel määral. Viimases otsuses kasutati keskmiselt 1,9 erineva valdkonna argumente, see tulemus on 0,5 võrra suurem kui esialgse otsuse juures. Ka nüüd olid kõige kasutatavamad bioloogia- ja majandusalased argumentid, aga oluliselt oli kasvanud teiste valdkondade esindatus argumenteerimisel.

Kolmanda uurimisküsimusega taheti teada, kas ja kuivõrd sõltuvad õpilaste lõplikud otsused neile õppetöö alguses jagatud rollist. Leiti, et üldiselt on kõigi rollide seas lõplike vastuste jagunemine sarnane. Teistest eristusid vaid loomakaitsjad, kelle vastustes esines oodatust rohkem GM lõhe vastaseid seisukohti.

Neljanda uurimisküsimuse abil selgitati ekspertkogu otsuse kompetentsust ning võrreldi seda esialgse ja lõpliku otsuse kompetentsusega. Leiti, et ekspertkogu otsus on kõige kompetentsem: keskmiselt kasutati ühe ekspertkogu otsuse põhjendamisel 2,6 erineva valdkonna argumente. See on statistiliselt olulisel määral rohkem kui esialgse otsuse (1,4 erinevat valdkonda) või lõpliku otsuse (1,9 erinevat valdkonda) juures. Sealjuures leidsid kõige rohkem kasutust bioloogiaalased argumendid, teisel kohal olid majandusalased argumendid ning kõige vähem kasutati eetilisi-moraalseid argumente.

Kokkuvõttes võib öelda, et käesolev magistritöö on täitnud oma eesmärgid. Loodud õpikeskkond ja tööjuhend sobivad GMO dilemma lahendamiseks ning õpilaste dilemma-probleemi lahendamise oskus arenes valitud metoodika rakendamisel statistiliselt olulisel määral.

# **Solving GMO related dilemma problems in secondary school biology lessons**

Maarja Viise

## **Summary**

The aim of this study was to investigate how secondary school students solve dilemma problems in a web-based environment „GMO mission“ (<https://sites.google.com/site/gmoulesanne/>). The aims of present study were: 1) to create a web-based environment and an instruction sheet appropriate for solving a GMO related dilemma problem in secondary school; 2) to investigate the effect of the web-based environment on students' decision making skills and argumentation skills.

To carry out the study, a web-based environment with worksheets and a supporting instruction sheet were created. 118 secondary school students from five Estonian schools formed a convenience sample for the present study. The study was carried out from April 2012 to April 2013.

During the study students solved a dilemma problem consisting of five phases. Each phase ended with answering the question: “Is farming the GM salmon in the European Union countries expedient?” The conditions of answering were different in each stage. Each of the students' decisions was analyzed for the study.

The first research question of the study clarified the students' skills of solving the GMO related dilemma before applying the chosen methodology. In order to do that the students' answers, number of arguments used for justifying the decision and the competence of the decision were studied. The number of different domains used for justifying the decision was considered as the competence of the decision. It appeared that most of the students supported farming the GM salmon in the EU. For justifying the decision, the average of 1.4 different domains was used in argumentation. The most used domains were biology and economy.

The second research question investigated how the dilemma solving skills developed when applying the chosen methodology. In order to describe the development the described parameters of the decisions of first and last phase of the dilemma solving were compared. It

appeared that the decisions made at the first and the last phase of the dilemma had the same distribution: both had considerably more decisions supporting the GM salmon. In closer look it turned out that about a quarter of the students had changed their viewpoint during the dilemma solving. There were considerably more arguments used in the final decision than in the first decision. The most important parameter compared was the competence of the decision. In the last decision the average of 1.9 different domains were used, it was 0.5 more than in the first decision. The most used domains were still biology and economy but the usage of the other domains had grown considerably.

The third research question of the study clarified whether the students' final decisions depend on the role given to them in the beginning of the dilemma solving. It was found that generally the final decisions of all the roles distributed similarly. Only the answers of animal welfare activists differed from the others: there were more answers against the GM salmon.

The fourth research question investigated the competence of decisions of expert-groups and compared it with the results of first and last decisions. As expected, the decisions of expert-groups were the most competent: they used the average of 2.6 different domains when justifying their decision. It was significantly more than in the first (1.4 domains) or in the last (1.9 domains) decision. The most used were biology and economy related arguments, the less used were ethic-moral arguments.

It can be concluded that the present study has fulfilled its aims. The created web-based environment and the instruction sheet are appropriate for solving dilemma problems and students' dilemma solving skills developed significantly when applying chosen methodology.

## **Tänuõnad**

Käesolevaga avaldan tänu oma juhendajatele, kes leidsid minu jaoks aega ka kiiretel hetkedel. Aitäh Jaanika Piksööt'ile kannatlikkuse ja edasiviiva kriitika eest! Aitäh Heli-Anneli Villakole toe ja ideede eest! Tänan ka kõiki õpetajaid ja õpilasi, kes nõustusid uuringus osalema.

## Kasutatud kirjandus

**Asterhan, C. S. C., Eisenmann, T. (2011).** Introducing synchronous e-discussion tools in co-located classrooms: A study on the experiences of „active“ and „silent“ secondary school students. *Computers in Human Behaviour*, 27, 2169-2177.

**Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007).** *Research Methods in Education* (6th ed.). New York: Routledge.

**de Jong, T., van Joolingen, W. R., Giemza, A., Girault, I., Hoppe, U., Kindermann, J., Kluge, A., Lazonder, A. W., Vold, V., Weinberger, A., Weinbrenner, S., Wichmann, A., Anjewierden, A., Bodin, M., Bollen, L., d'Ham, C., Dolonen, J., Engler, J., Geraedts, C., Grosskreutz, H., Hovardas, T., Julien, R., Lechner, J., Ludvigsen, S., Matteman, Y., Meistadt, Ø., Næss, B., Ney, M., Pedaste, M., Perritano, A., Rinket, M., von Schlanbusch, H., Sarapuu, T., Schulz, F., Sikken, J., Slotta, J., Toussaint, J., Verkade, A., Wajeman, C., Wasson, B., Zacharia, Z. C., van der Zanden, M. (2010).** Learning by creating and exchanging objects: The SCY experience. *British Journal of Educational Technology*, 41(6), 909-921.

**EU Register of authorised GMOs.** Available from: [http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm) , (last accessed 13. May 2013).

**Foong, C.-C., Daniel, E. G. S. (2010).** Incompetent grounds in science students' arguments: What is amiss in the argumentation process? *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9, 1198–1207.

**Gaskell, G., Allansdottir, A., Allum, N., Corchero, C., Fischler, C., Hampel, J., Jackson, J., Kronberger, N., Mejlgaard, N., Revuelta, G., Schreiner, C., Stares, S., Torgersen, H., Wagner, W. (2006).** Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends. Eurobarometer 64.3.

**Gaskell, G., Stares, S., Allansdottir, A., Allum, N., Castro, P., Esmer, Y., Fischler, C., Jackson, J., Kronberger, N., Hampel, J., Mejlgaard, N., Quintanilha, A., Rammer, A., Revuelta, G., Stoneman, P., Torgersen, H., Wagner, W. (2010).** Europeans and biotechnology in 2010: Winds of change? Eurobarometer 73.1. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

**Gümnaasiumi riiklik õppekava (2010).** Vabariigi Valitsuse 28. jaanuari 2010. aasta määrus nr 13. Aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/13272925>, (vaadatud 23.04.2012)

**Hill, R., Stanisstreet, M., Boyes, E. & O'sullivan, H. (1998).** Reactions to a New Technology: students' ideas about genetically engineered foodstuffs. *Research in Science & Technological Education*, 16:2, 203-216.

**Hong, N. S., Jonassen, D. H., McGee, S. (2003).** Predictors of self-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 6-33.

**Howitt, D., & Cramer, D. (2003).** *A guide to computing statistics with SPSS 11 for Windows*. Harlow: Pearson.

**Ingram, A. L., Hathorn, L. G., Evans, A. (2000).** Beyond chat on the Internet. *Computers & Education*, 35, 1, 21-35.

**James, C., A. F. Krattiger. (1996).** *Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants, 1986 to 1995: The First Decade of Crop Biotechnology*. ISAAA Briefs No. 1. ISAAA: Ithaca, NY.

**Jiménez-Aleixandre, M. P., Puig, B. (2012).** Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In Fraser, B. J., Tobin, K. G., McRobbie, C.J. (eds), *Second International Handbook of Science Education, Volume 24*. (pp 1001-1015). Springer, Pordrecht Heidelberg London NY.

**Jonassen, D. H. (2000).** Toward a design theory of problem solving. – *Educational Technology Research and Development*, 48, 63–85.

**Osborne, J. (2012).** The Role of Argument: Learning How to Learn in School Science. In Fraser, B. J., Tobin, K. G., McRobbie, C.J. (eds), *Second International Handbook of Science Education, Volume 24*. (pp 933-949). Springer, Pordrecht Heidelberg London NY.

**Pata, K. (2005).** *Scaffolding of collaborative decision-making on environmental dilemmas*. Doctoral thesis. University of Turku. Turku.

**Pata, K., Sarapuu, T. (2003).** Developing students' mental models of environmental problems by decision-making role-play in synchronous networkbased environment. In J.

Lewis, A. Magro, L. Simonneaux (eds.) *Biology education for the real world. Proceedings of the 14th ERIDOB Conference* (pp. 335-348). Paragraphic/Groupe Lienhart.

**Sarapuu, T. (2010).** Dilemmade lahendamine ja tulemuste hindamine. Koppel, L. (Toim.). *Valdkonnaraamat põhikooliõpetajatele. Loodusained. Bioloogia* (lk 73 - 82). Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

**Stahl, G. (2006).** *Group Cognition. Computer Support for Building Collaborative Knowledge*. Cambridge, MA: MIT Press.

**Transgenic Organisms: Ethical Issues.** Available from: <http://medicine.jrank.org/pages/2900/Transgenic-Organisms-Ethical-Issues.html> , (last accessed 29. May 2013).

**Vahtramäe, P., Peetsmann, E. (2011).** *Mahetoodete tarbijauuring*. Aadressil: [http://www.agri.ee/public/juurkataloog/UURINGUD/uuring\\_mahetoodet\\_tarbijauuring\\_2011.pdf](http://www.agri.ee/public/juurkataloog/UURINGUD/uuring_mahetoodet_tarbijauuring_2011.pdf) , (vaadatud 29.5.2013).

**World Health Organisation (2002).** *20 Questions on genetically modified (GM) foods*. Available from: <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en/> , (last accessed 24. May 2013).

**Zohar, A. & Nemet, F. (2002)** Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in science Teaching* 39(1), 35-62.

## **Lisad**

**Lisa 1.** Tööjuhend.

**Lisa 2.** Ülevaade GMO lõhest.

**Lisa 3.** Bioloogi materjalid.

**Lisa 4.** Juristi materjalid.

**Lisa 5.** Loomakaitsja materjalid.

**Lisa 6.** Majandusteadlase materjalid.

## Lisa 1. Tööjuhend.

### GMO missioon Tööjuhend

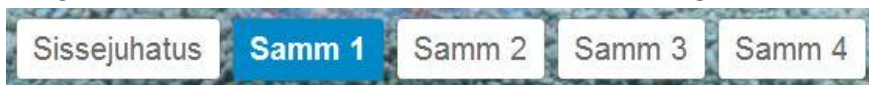
#### Sissejuhatus

**AEGA 3 MINUTIT:** lõpetan kell

Minge aadressile <https://sites.google.com/site/gmoulesanne/home>. Esimesena avaneb teile sissejuhatav lehekül, kus tutvustatakse teemat ja missiooni ülesandeid.

Lugege see läbi ning liikuge edasi lehele „Samm 1“.

Navigeerimiseks erinevate lehtede vahel kasutage kas horisontaalset menüüriba



... või noolekesi lehekülje alaosas




#### Samm 1: esialgne otsus

**AEGA 15 MINUTIT:** lõpetan kell

Siin tuleb teil lugeda läbi probleemikirjeldus ning sõnastada töölehele oma esialgne otsus: Kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas? Otsuse tegemisel on abiks artikkel „Ülevaade GMO lõhest“, mille leiute lehekülje allosast.

 [Ülevaade GMO lõhest.pdf \(424k\)](#)

Faili nimele klikkides saate artiklit lugeda samas veebilehitseja aknas. Klikkides faili nime järel oleva noolekesel  saate faili alla laadida ning see avaneb uues aknas (nii saate seda lugeda ka järgmiste sammude juures).

**Esialgne otsus, kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas:** \_\_\_\_\_

**Minu poolt- ja vastuargumendid:**

---

---

---

---

---

Jätkake teise sammuga, kui otsus on kirjas ning esialgse otsuse tegemiseks ette nähtud aeg on läbi.


## Samm 2: valdkonnaspetsiifiline otsus

**AEGA 15+15 MINUTIT**

Lõpetan kell ja kell

Nüüd asute tööle **bioloogina**, et langetada oma valdkonnaspetsiifiline otsus. Selleks klikkige lingil „**Bioloog**“, kust saate edasised juhised.

Valdkonna-spetsiifilise otsuse tegemiseks tutvuge artikliga „**Bioloogi materjalid**“, mille leiate lehekülje allosast.  [Bioloogi materjalid.pdf \(379k\)](#)

Faili nimele klikkides saate artiklit lugeda samas veebilehitseja aknas. Klikkides faili nime järel oleval noolekesel  saate faili alla laadida ning see avaneb uues aknas (nii saate seda lugeda ka järgmiste sammude juures).

Kirjutage oma esialgne valdkonna-spetsiifiline otsus veebidokumendi „**Bioloog 1**“. **Selleks on 15 minutit.**

Kui esialgne valdkonna-spetsiifiline otsus on kirjas ja algab uue ülesande jaoks ette nähtud aeg, asute koos teiste bioloogidega langetama parandatud valdkonna-spetsiifilist otsust. Selleks minge veebidokumendile „**Bioloogide ekspert-grupi dokument**“. Siia saate kopeerida oma poolt- ja vastuargumendid dokumendist „**Bioloog 1**“ vastava nimega kasti ning kommenteerida teiste rühmakaaslaste argumente. Veebidokumendil võite ka omavahel arutleda, et sõnastada oma grupi lõplik parandatud valdkonna-spetsiifiline otsus ja argumendid. Arutelu võite hiljem kustutada. **Parandatud valdkonna-spetsiifilise otsuse tegemiseks on aega 15 minutit.**

Kui parandatud valdkonna-spetsiifiline otsus on kirjas ning kell näitab märgitud aega, jätkake sammuga 3.

## Samm 3: ekspertkogu otsus

**AEGA 20 MINUTIT: lõpetan kell**

Järgnevalt asute tööle erinevatest ekspertidest koosnevas grupis, kus teie täidate bioloogi rolli. Teie asute tööle grupis „**Ekspertkogu 1**“. Link viib teid vastavale veebidokumendile.

Siia saate kopeerida oma poolt- ja vastuargumendid dokumentidest „**Bioloog 1**“ ja „**Bioloogide ekspert-grupi dokument**“ vastava nimega kasti ning kommenteerida teiste rühmakaaslaste argumente. Veebidokumendil võite ka omavahel arutleda, et sõnastada oma ekspertkogu lõplik otsus ja argumendid. Arutelu võite hiljem kustutada.

Kui ekspertkogu otsus on kirjas ning aeg on sealmaal, jätkake sammuga 4.

## Samm 4: lõplik otsus

**AEGA 10 MINUTIT: lõpetan kell**

Nüüd langetage oma lõplik isiklik otsus, kas EL riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otstarbekas. Nüüd võite kasutada kõigi valdkondade argumente.

**Lõplik otsus, kas Euroopa Liidu riikides oleks geneetiliselt muundatud lõhe kasvatamine otsustarbekas:** \_\_\_\_\_

**Minu poolt- ja vastuargumendid:**

---

---

---

---

---

Kui lõplik otsus ja poolt- ja vastuargumendid on kirjas, sulgege kõik avatud veebilehed ja dokumendid. Olete missiooni lõpetanud.

**AITÄH!**

Nüüd andke palun tööleht õpetaja kätte!

## Lisa 2. Ülevaade GMO lõhest.

### Geneetiliselt muundatud lõhe võistleb oma koha eest lõunalal

Alice McCarthy artikli põhjal <http://dx.doi.org/10.1016/j.chembiol.2011.01.008>

USA Toidu- ja Raviametis (FDA) tegeletakse esimese, inimtoiduks loodud hübriidse looma – geneetiliselt muundatud lõhe turustusloa taotluse läbivaatamisega. GM lõhe näol on tegemist geneetiliselt muundatud lõhega (*Salmo salar*), kes kasvab oma müügikaaluni poole kiiremini kui tavapäraste, ookeanis asuvate kalakasvatuste kasvandikud.

GM lõhe loomise aluseks oleva tehnoloogia väljaarendamises osalesid Garth Fletcher Peter Davies ja Choy Hew Kanada ülikoolist *Memorial University of Newfoundland*. 1990 alguses hakkas ajakirjades ilmuma ka uurimisrühma poolt kirjutatud teadusartikleid, milles kirjeldati kiirete kasvukõveratega GM lõhe loomisprotsessi.

Praegusel ajal on GM lõhe kaubandusliku tootmise eestvedajaks firma nimega *AquaBounty Technologies* (Waltham, MA). Firma loodab müüa *AquaAdvantage* GM lõhe marjaterasid selle kasvatamiseks sobilikesse, maismaal asuvatesse kasvandustesse.

GM lõhe marjaterasse on sisestatud spetsiaalne geen ja promooteri ühend mis võimaldab GM lõhel tavalisest lõhest kiiremini kasvada (vastupidiselt looduslikule lõhele, kasvab GM lõhe ka jahedatel perioodidel). GM lõhe kasvuhormooni geen on vahetatud välja idalõhe perekonda kuuluva tšavõõtša (*Oncorhynchus tshawytscha*) kasvuhormooni geeniga ning sinna ette on pandud ameerika emakala (*Zoarces americanus*) ühe geeni promooter, mis lubab kasvuhormooni geenil avalduda ka jahedal perioodil, kui seda tavalises lõhes alla surutakse. Tähelepanu tuleks pöörata sellele, et GM lõhe ei kasva mitte tavalisest lõhest suuremaks, vaid märgatavalt kiiremini.

Lõhe ise kasvab oma esimesel eluaastal väga vähe, kuna lõhe, kui külmavee kala kasvukiirus (kasvuhormooni tootmine) on reguleeritud päikesevalguse, toidu kättesaadavuse ning vee temperatuuri poolt. Esimesel eluaastal kasvab lõhe marjaterast väikeseks kalaimuks, kes kaalub vaid paar grammi. Forell hakkab aga oma esimesel eluaastal kohe ja kiiresti kasvama. *AquaAdvantage* lõhe eripäraks on see, et esimese eluaasta lühema päeva, külmema vee ja vähesema toidu perioodil ei suruta tema kasvuhormooni tootmist alla ja ta kasvab oma esimesel eluaastal nagu forell ning saavutab oma turukaalu (4.08kg) juba 18 kuuga (tavapärase kalakasvatuse lõhel kulub selleks 30 kuud).

Keskkonnanriskide vähendamiseks (ja lõhepopulatsiooni vaoshoidmiseks) on kõik *AquaAdvantage* lõhe isendid steriilsed emased. Selliste isendite aretamisel välistatakse nende paljunemist teiste kohalike lõhepopulatsioonidega ning „põgenemise“ puhul jätkusuutlike populatsioonide teket.

*Aquabounty* väidab, et GM kala kasulikkus ei väljendu vaid selle kiires kasvus. Vastupidiselt kalakasvatustes toodetavatele lõhedele, kasvatatakse *AquaAdvantage* lõhet maismaal asuvates süsteemides. See võimaldab kasvatada kala selle reaalse tarbimise kohtade lähedal ning vähendada seeläbi rannikul asuvate kasvanduste mõju keskkonnale. GM lõhe kasvatamine maismaakasvatustes võimaldab lõhe kasvukeskkonna väga täpset reguleerimist, mis omakorda vähendab riski haigustega kokkupuutumiseks (suur oht ookeani kasvandustes) ning on looduslikele populatsioonidele turvaline (GM kalad ja looduslikud isendid ei puutu omavahel kokku).

### **Lisa 3. Bioloogi materjalid.**

#### **Bioloog**

##### **Mis määrab organismi pärilikkuse?**

Organismi pärilikkus tuleneb tema kromosoomidest. Organismi igas rakus on sama arv kromosoomi. Erandiks on vaid sugurakud, kus neid on poole vähem. Kromosoomid koosnevad pärilikkuse aineksest – DNast. DNA on suure molekulmassiga biopolümeer, mille monomeerideks on neli erinevat desoksüribonukleotiidi: A, T, C ja G. DNA nukleotiidse järjestuse alusel sünteesitakse igas rakus RNA ja valgu molekulid. DNA lõiku, mis määrab ära ühe RNA või valgu molekuli monomeeride järjestuse, nimetatakse geeniks. Kuna RNA ja valgu molekulide koostoimes avalduvad organismi kõik pärilikud tunnused, võime väita, et organismi pärilikkus saab alguse DNA nukleotiidsest järjestusest.

##### **Kuidas saadakse geneetiliselt modifitseeritud organism?**

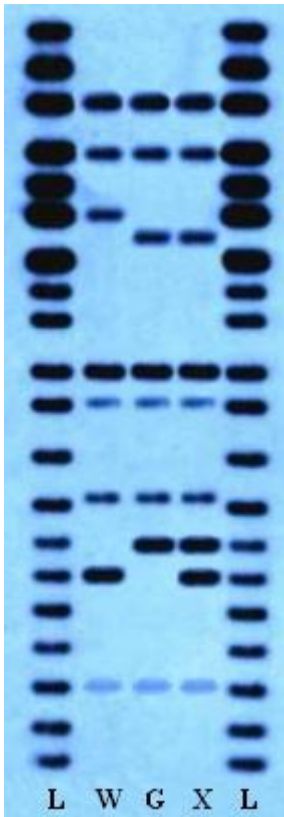
Geneetiliselt muundatud organism (GMO) on inimese poolt loodud organism, kelle kromosoomidesse on geenitehnoloogiliste meetodite abil lisatud mõne teise organismi geen või kelle DNAd on kunstlikult muudetud. Selle tulemusena on GMO geenid oma liigikaaslastest mõnevõrra erinevad.

##### **Kas GMO ristub oma looduslike liigikaaslastega?**

Eri liiki GMOde ristumisvõime oma looduslike liigikaaslastega on erinev – ühed ristuvad, teised mitte. Selleks, et saada selgusele, kas GMO ristub looduses elavate liigikaaslastega, tuleb neid mõnda aega koos kasvatada ning seejärel võrrelda järglaste genee GMO ja loodusliku liigikaaslase geenidega. Sel puhul tuleb analüüsida vastavate organismide DNA järjestusi. Organismi kogu DNA täpne analüüs on aga keeruline, aeganõudev ja kulukas. Enamasti kasutatakse sel puhul märksa kiiremat ja odavamast meetodit – DNA restriksioonanalüüsi – mis üldjuhul annab üsna täpse tulemuse. DNA restriksioon on geenitehnoloogiline meetod, kus kasutatakse spetsiifilisi ensüüme – restriktase. Restriktas on ensüüm, mis seostub DNA molekuliga ning katkestab DNA ahela kindla järjestusega kohast. Selle tulemusena saadakse eri pikkusega DNA lõigud, sest DNA molekulid lõhustuvad nii mitmeks lõiguks, kui mitu lõikepiirkonda nendes on. Kui kahe organismi DNA on identne, siis saame täpselt sama arvu ühepikkuseid lõike. Erinevused DNA järjestuses väljenduvad lõikude erinevates pikkustes.

Selleks, et muuta restriksioonanalüüsil saadud DNA lõigud silmaga nähtavaks, tuleb need esmalt pikkuse järgi üksteisest eraldada ning seejärel värvida DNA. Sel viisil tekibki restriksioonikaart ehk profiil, mille alusel on võimalik võrrelda erinevate organismide DNAd. Allpool oleval pildil (joonis 1) ongi näha DNA restriksioonanalüüsi tulemused. Selle esimeses ja viimases tulbas (L) on DNA täieliku lõhustamise tulemus, kus restriktasi pole kasutatud. Siit saab näha, millised fragmendid saavad üldse moodustada. Igale tumedale triibule vastab ühe kindla pikkusega lõik. Seejuures kõige ülemine triip on kõige suurema molekulmassiga lõik ning sellest allapoole jäävad järjest väiksema molekulmassiga lõigud. Analüüsi seisukohalt on oluline võrrelda loodusliku (W), geneetiliselt modifitseeritud (G) ning nende kooskasvatamisel saadud järglaste (X) DNA lõike. Triipude võrdlemisega saate leida, kas kooskasvatatud järglased (X) sisaldavad täpselt sama DNAd, mis on looduslikes (W) või geneetiliselt modifitseeritud (G) liigikaaslastes. Kui järglaste DNA lõigud ühendavad endas nii looduslike kui ka GMOde DNA lõike, on toimunud nende omavaheline ristumine.

**Joonis 1.** Restriktsioonanalüüsi foto, millel: L – DNA täieliku lagundamise produktid; W – loodusliku liigi restrikteeritud DNA; G – GMO restrikteeritud DNA; X – loodusliku ja GMO järglase restrikteeritud DNA.



Järgnevalt leidkegi, kas pildil olev GMO ristub oma loodusliku liigi-kaaslasega?

### Milles seisneb transgeensete loomade oht keskkonnale?

Juhul, kui transgeensed loomad pääsevad loodusesse, kujutavad nad suurt ohtu nii looduslikele loomapopulatsioonidele kui ka ökosüsteemi üldisele tasakaalule. Väidetakse, et geneetiliselt modifitseeritud organismide sattumine metsikusse loodusesse võrdub „ökoloogilise ruleti“ mängimisega. Seda eelkõige sellepärast, et tegelikult teatakse väga vähe iga konkreetse liigi keerukate biokeemiliste funktsioonide mõjust ökosüsteemile üldiselt.

Purdue Ülikoolis, USA-s viidi läbi uuring, milles leiti, et 60 GM lõhe loodusesse pääsemisel kaoks 60 000 isendist koosnev looduslik lõhepopulatsioon täielikult juba 40 sugupõlve jooksul. Kuna transgeensete loomade tegelikku mõju keskkonnale ei ole võimalik täpselt ette ennustada ning uuringud näitavad, et kunstlik geneetiline manipuleerimine kujutab suurt ohtu looduskeskkondadele, usuvad geneetilise muundamise vastased, et GM organismide teemat ei tohiks võtta liialt kergelt ning geenitehnoloogia abil loodud organismid ei ole tegelikult maailma

praeguste põllumajanduslike probleemide lahenduseks. Ja isegi kui ei ilmneks negatiivseid mõjusid looduslike ökosüsteemide funktsioneerimisele, toob juba ainuüksi organismidesse viidud võõrgeenide olemasolek endaga kaasa ökosüsteemide naturaalsuse/looduslikkuse vähenemise.

### Milles seisneb „Trooja geeni efekt“?

Purdue Ülikooli uurimisrühm on väitnud, et inimese poolt kasutamiseks loodud geneetiliselt muundatud loomad võivad looduskeskkonda sattudes hävitada looduslikke populatsioone.

Biooloog Rick Howard ja tema kolleegid avastasid paradoksi, mis kerkib esile juhul, kui kala kromosoomi viiakse tahtlikult sisse uusi, kala suuremaks kasvama panevaid geene. Kuigi GM kalad on suuremad ning nad on paariliste leidmisel edukamad, võivad nad toota järglasi, kes suure tõenäosusega täiskasvanuikka ei jõua. Kui nii juhtub, võib populatsiooni suurus sugupõlvede jooksul väheneda ning lõpuks hoopiski kaduda. Uurimisrühm kinnitas, et nemad demonstreerisid esimesena GM organismi paljunemiseelisel looduslike kaaslaste ees. Kuigi loomade geenide muundamine annab inimkonnale lühiajalises perspektiivis kasu, võib sellel pikaajalises perspektiivis, ettevaatamatu käitumise puhul, loodusele katastroofiline mõju olla.

Katse läbiviimiseks võeti kaks reservuaari ning kummassegi neist pandi üks emane ja kaks isast (üks transgeenne ja üks looduslik) kala. Transgeensed kalad olid 83% suurema kaaluga kui looduslikud. Seega oli lihtne jälgida, kumma isase kala emane valib. Katsest nähtus, et transgeensed isased paaritusid kolm korda tihemini kui looduslikud. Samas, kuigi transgeensed isased paaritusid tihemini, elasid nende järglastest vaid vähesed täiskasvanueani.

Üllatav oli, kui kiiresti GMOde paaritumise eelis transgeensust populatsioonis laiali kandis. Uuringust leiti, et iga loodusliku isase 100 täiskasvanuikka jõudnud järglase kohta jõudis transgeense isase järglastest vaid 70.

Seega, pannes kokku transgeensete isaste paaritumiseelise ning asjaolu, et nende järglased on väiksema elujõulisusega, muutubki populatsioon üha väiksemaks ja väiksemaks. Teadlased kutsuvad seda „Trooja geeni efektiks“. Põlvkondade jooksul see efekt mitmekordistub ning hävitab lõpptulemusena populatsiooni täielikult.

### **Oluline**

Vastates küsimusele – kas Euroopa Liidu riikides oleks otstarbekas GMO lõhe kasvatamine – mõelge nii analüüsitud pildile (restriktsioonimustrid) kui ka loetud tekstidele.

### **Kasutatud kirjandus:**

[www.eubios.info/BetCD/Bet10.doc](http://www.eubios.info/BetCD/Bet10.doc) Genetically Modified Foods/ Ethics of Genetic Engineering.

<http://www.animallaw.info/articles/ddusgeneticengin.htm> Genetic Engineering and Animal Rights: The Legal Terrain and Ethical Underpinnings.

<http://www.fda.gov/downloads/AdvisoryCommittees/CommitteesMeetingMaterials/VeterinaryMedicineAdvisoryCommittee/UCM224760.pdf> Environmental Assessment for AquAdvantage® Salmon.

[http://www.biology-online.org/articles/purdue\\_scientists\\_genetically\\_modified.html](http://www.biology-online.org/articles/purdue_scientists_genetically_modified.html) Purdue scientists: Genetically modified fish could damage ecology.

<http://genomics.ee/index.php?lang=est&show=23&PHPSESSID=baf3de2c52ad842819b240b2f4351b84> Eesti Geenikeskus. Küsimused.

## Lisa 4. Juristi materjalid.

### Jurist

#### Mis on GM toitu ja sööta reguleeriva seadusandluse eesmärk?

Selleks, et kindlustada moodsa biotehnoloogia ja eriti geneetiliselt modifitseeritud organismide (GMODE) arendamise täielikku ohutust, on EL kehtestanud GM toitu ja sööta reguleeriva seadusandluse. Seadusandlus kehtestab ülemaailmse eesmärgi inimeste elu, tervise ja hoolekande, keskkonna ja tarbijahuvide kaitseks, samas kindlustades ka rahvusvahelise turu efektiivset toimimist.

#### Millised on GM toidu või sööda turustamisele seatud erinõuded?

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 1829/2003 geneetiliselt muundatud toidu ja sööda kohta käsitleb GM toidu või sööda turustamisele seatud erinõudeid.

Määrus katab järgmised valdkonnad:

- toidu/sööda otstarbel kasutatavad GMod;
- GMod sisaldav toit/sööt; GModi koosnev toit/sööt;
- GModi saadud toit/sööt; GModi saadud koostisosi sisaldav toit.

Määrus ei käsitle GMODE abil toodetud toitu ning GM söödaga toidetud ja GM ravimitega ravitud loomadelt saadud tooteid.

Määruse põhimõte on, et ühtegi nimetatud gruppi kuuluvat toodet ei tohi Euroopa Ühenduse turule tuua enne, kui selle ohutus on hinnanud Euroopa Toiduohutusamet (*European Food Safety Authority* – EFSA) ning toote turule viimiseks on tehtud vastav lubav otsus. GM toidu ja sööda turule toomise loa jaoks on lisaks EFSA pooldavale hinnangule vaja ka Euroopa Liidu liikmesriikide heakskiitu. Euroopa Komisjoni otsus on kõikidele liikmesriikidele siduv.





**Joonised:** GM toidu turuleviimise loa protseduur (Allikas: Põllumajandusministeerium)

### Mil viisil toimub GMOst valmistatud toidu ja sööda jälgimine?

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrusega 1830/2003 käsitletakse GMOde ning GMOst valmistatud toidu ja sööda jälgitavust ja märgistamist.

Määruse kohaselt tuleb pakendil esitada mäрге, et toit on toodetud GM organismist (või sisaldab GM organismi). Ilma pakendita toote puhul peab mäрге GMO sisaldusest asuma tootele võimalikult lähedal (nt silt kaubariiulil). Märgistuse põhjal on tarbijal võimalik eristada GM toitu tavatoidust ning seeläbi teadlikke valikuid teha.

Näiteks GM maisi või sellist maisi sisaldava toidu märgistusel peavad olema sõnad “geneetiliselt muundatud” või “toodetud geneetiliselt muundatud maisist”. Märgistama ei pea toodet, mis sisaldab juhusliku saastumise tõttu alla 0,9% GM materjali. Näiteks kui toote üksikus koostisosas (nt sojajahu) sisaldub alla 0,9% GM materjali, siis seda toodet GM sojajahu sisaldava tootena märgistama ei pea. Sealjuures peab käitleja tõendama, et on võtnud vajalikke meetmeid saastumise vältimiseks.

### Kuidas reguleeritakse GMOde tahtlikku keskkonda viimist?

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2001/18/EÜ reguleerib geneetiliselt muundatud organismide tahtlikku keskkonda viimist. Direktiivi kohaselt on GMO keskkonda viimiseks (nt GM põllukultuuri turustamiseks või kasvatamiseks) vajalik vastava loa olemasolu. GMO turustamisluba antakse välja konkreetses liikmesriigis, ent selleks peab olema ka teiste liikmesriikide nõusolek (eriarvamuste korral Euroopa Komisjoni nõusolek). Kui turustamisluba on ühes liikmesriigis välja antud, kehtib see kogu EL territooriumil (sh Eestis). Luba antakse 10 aastaks (uuen datav), GMOde turulesaabumise järgselt rakendatakse kohustuslikku järelvalvet.

### Mis on Cartagena bioloogilise ohutuse protokoll eesmärk?

Cartagena bioloogilise ohutuse protokoll on rahvusvaheline lepe, mille üldiseks eesmärgiks on tagada geneetiliselt muundatud elusorganismide ohutu kasutamine. Cartagena protokoll tuleb bioloogilise mitmekesisuse konventsioonist. Eestis jõustus see konventsioon 1994. aastal. See

on üldine looduskaitse konventsioon, mille eesmärgiks on kaitsta eluslooduse mitmekesisust, tagada looduse säästev kasutamine ning looduse kasutamisest saadava tulu õiglane jaotamine.

Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon käsitleb nii klassikalist looduskaitset (liikide ja elupaikade kaitse) kui ka „moodsat“ looduskaitset, st looduse kaitset biotehnoloogiast tulenevate mõjude eest. Konventsiooni artikli 19 alusel on loodud Cartagena protokoll eesmärgiga kehtestada protseduurireeglid igasuguste biotehnoloogiast tulenevate modifitseeritud elusorganismide käsitlemise, kasutamise ja turvaliselt edasi toimetamise jaoks, kui need organismid võivad kahjustada bioloogilise mitmekesisuse kaitset ja säästvat kasutamist.

Protokoll sätestab GMOde piiriülese liikumise ja nende ohutu käitlemise reeglid. Ohutuse tagamiseks on vajalik pidev infovahetus teiste riikidega. Protokolliga luuakse üldine rahvusvaheline bioloogilise ohutuse teabevõrgustik, mille kaudu on võimalik igaühel saada teavet muundatud elusorganismide kasutamise ja piiriülese liikumise kohta, erinevate teaduslike, tehniliste, keskkonnalaaste ning juriidiliste materjalide kohta.

#### **Kuidas reguleeritakse GMOde piiriülest liikumist?**

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus nr 1946/2003 reguleerib geneetiliselt muundatud organismide piiriülest liikumist. Määrus sätestab reeglid GMOde ekspordile ELst ja sellega tagatakse kindel riikidevaheline infoliikumine. Määruse eesmärk on luua geneetiliselt muundatud organismide piiriülest liikumist käsitleva teavitamise ja teabe ühine süsteem ning tagada protokollilt ühtne rakendamine ühenduse poolt, et kaasa aidata piisava kaitse tagamisele nende geneetiliselt muundatud organismide ohutul veol, käitlemisel ja kasutamisel, mis võivad kahjustada bioloogilise mitmekesisuse säilimist ja säästvat kasutamist, võttes arvesse ka ohtu inimese tervisele.

Käesoleva määruse reguleerimisalast jäetakse välja inimestele manustatavad farmaatsiatooted, mida käsitlevad muud asjaomased rahvusvahelised lepingud või organisatsioonid.

#### **Kuidas jälgitakse GMOsid kasutusloa saamise järgselt?**

Kui GMO on juba kasutusele lubatud, on tootjal kohustus seda ka hiljem jälgida – milline on pikaajaline mõju inimestele, loomadele, keskkonnale. Niipea kui avaldub mõni oht, peatatakse selle GMO kasutamine, kasutusloa tühistatakse ning GMO eemaldatakse nii turult kui ka kasutuselt. Peale tootja jälgivad GMO mõju ka teadus- ning järelevalveasutused.

#### **Kasutatud kirjandus:**

[http://www.k6k.ee/keskkonnaigus/materjalid/teemavaldkonnad/gmod\\_SA\\_Keskkonnaõiguse\\_Keskus\\_GMOd](http://www.k6k.ee/keskkonnaigus/materjalid/teemavaldkonnad/gmod_SA_Keskkonnaõiguse_Keskus_GMOd).

<http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1090217/gmo+eesti.pdf> Kuidas hinnata GMOde mõju inimestele ja loodusele.

<http://www.envir.ee/959236> Keskkonnaministeeriumi koduleht. GMO.

[www.agri.ee/public/gm\\_toit\\_turule\\_lubamise\\_skeem.ppt](http://www.agri.ee/public/gm_toit_turule_lubamise_skeem.ppt) 1829/2003 alusel GM toidu turulevii-  
mise loa protseduur

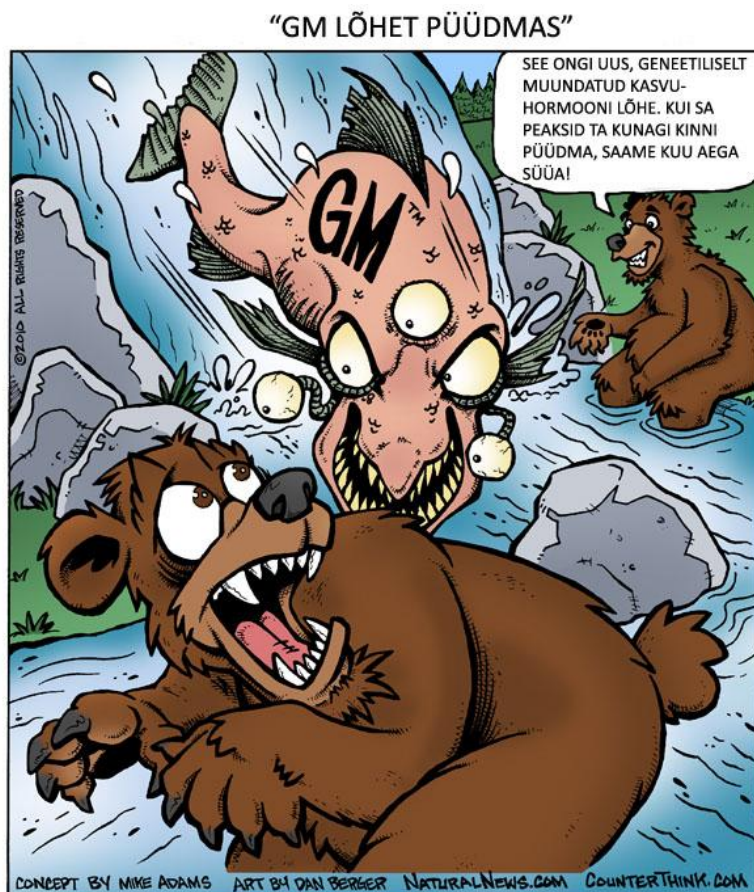
## Lisa 5. Loomakaitsja materjalid.

### Loomakaitsja

#### Kes on transgeensed loomad?

Seoses geenitehnoloogia kiire arenguga, seisavad loomakaitsjad silmitsi ühega suurimatest väljakutsetest ja rasketest valikutest. Transgeensed loomad, st. loomad, kellesse on kunstlikult sisestatud teiste loomade geene, võivad parandada inimeste heaolu mitmeti, kuid nende puhul kerkib esile mitmeid probleeme.

Vastupidiselt tavapärasele aretusele (mis toimub sama liigi geneetilise materjali piires), võimaldab geenitehnoloogia peaaegu piiramatut modifitseerimist, sealhulgas ka võõra geneetilise materjali kasutamist, nt võõra taime- või loomaliigi geneetilise materjali sisestamist teistesse taime- või loomaliikidesse. Sel viisil viiakse uude, transgeensesse liiki vaid soovitud tunnused. Lõpptulemusena saavad geenitehnoloogid luua geene, mida looduses varem olnud ei ole. Järelikult saab geenitehnoloogia abil luua organisme, kes ei ole meie planeedile loomulikud ning kelle geneetiline materjal on nii inimtegevuse kui ka loodusliku valiku tulemus. Sellest sõltuvalt on eetiliste, kultuuriliste ja keskkonnamõjudega arvestamine suure tähtsusega.



**Autor:** Mike Adams. <http://www.naturalnews.com>

#### Kuidas on seotud biotehnoloogia, bioetika ja transgeensed organismid?

Biotehnoloogia ei ole iseenesest midagi uut – selektiivne aretus kasulikumate taime- ja loomaliikide loomiseks on biotehnoloogia vorm, mida inimkond on kasutanud juba ammu. Biotehnoloogia kasutab teadust ja tehnoloogiat, et muundada teatud tõu või looma tunnuseid. Seejuures, võib

biotehnoloogia olla loomadele hea või halb, lisaks võib loomadega eksperimenteerimine tekitada eetilisi probleeme. Eriti keerulisi probleeme võib tekkida just transgeensete loomade puhul.

Bioetika käsitleb tehnoloogia mõju üksikisikutele ja ühiskonnale. Bioeetiliste probleemide hulka kuuluvad üksikisiku õigus puutumatusel, võrdne juurdepääs tervishoiuteenustele ning arsti-patsiendi konfidentsiaalsus. Transgeensete organismide puhul on peamiseks bioeetiliseks probleemiks valikuvabadus. Samas tekivad ka üldisemad küsimused nagu eetika loodusele vahelesekumisel ning transgeensete organismide mõju keskkonnale.

### **Mil viisil rikuvad geenitehnoloogia ja selektiivne aretus loomade õigusi?**

Geenitehnoloogia ja selektiivne aretus näivad rikkuvat loomade õigusi, kuna sel viisil manipuleeritakse loomadega inimese heaks, justkui poleks loomad midagi muud kui inimese omandid, mitte kui väärtused iseenesest. Hiljutine luba loomi patenteerida vaid võimendab ideed loomadest kui inimese omandist, mitte kui elusolenditest, kellel on omad õigused.

### **Kuidas mõjutab biotehnoloogia loomade heaolu?**

Biotehnoloogia võib olla loomadele kasulik. Selektiivne aretus ning geenitehnoloogia võivad tuua loomadele kasu mitmel viisil:

- haigustele vastupidavuse parandamine;
- ristamine, mis võimaldab eemaldada tunnuseid, mis võivad tekitada vigastusi – nt ilma sarvedeta veised.

Kuid biotehnoloogia võib loomadele ka kahju tuua – efektid, mis on kasulikud aretajale, võivad tekitada loomadele valulikke kõrvalnähtusid:

- nüüdisaegsed sead on aretatud eriti kiirelt kasvama – mõned tõud kasvavad oma südame suhtes liiga kiiresti, tekitades loomadele ebamugavust, kui nad on liiga aktiivsed;
- broileritibud on aretatud liiga kiiresti kasvama – mõned neist kasvavad oma jalgade suhtes liiga kiiresti.

### **Millised on loomade geneetilise muundamise negatiivsed mõjud?**

Kuigi geneetiline muundamine on jätnud kiiresti kustumatu jälje ühiskonda ning see on paljutöotav, on siiski mitmeid küsitavusi, mis käsitlevad geenitehnoloogia tagajärgi ühiskonnale ja keskkonnale. Keskkonnakaitsjad ja loomaõiguslaste grupid on tavaliselt kõige valjuhäälseimad geneetilise muundamise vastased. Iga geenitehnoloogia poolt pakutava lahenduse juurde kuulub teatav risk. Geneetilise muundamise vastased rõhutavad, et selline tehnoloogia paneb loomad olukorda, kus nad pole ei midagi muud kui „sabadega katseklaasid“, olles vaid vahendid uuringute läbiviimiseks ning ravimite ja organite tootmiseks.

### **Milles seisneb liikide puutumatusel idee?**

Transgeensete põllumajandusloomade loomist ei peeta mitte ainult ohuks looduslikele ökosüsteemidele, vaid ka üheks väärkohtlemise vormiks. See kontseptsioon keskendub liikide puutumatusel, ideele, mille kohaselt igal loomal, olgu ta siis inimese omand või mitte, on õigus oma geneetilise koodi rikkumatusel ja puutumatusel. Puutumatusel idee, nõudes täielikku transgeensete loomade keelustamist, keskendub peamiselt biotehnoloogia kasutamisele põllumajandusloomade puhul, kuna need loomad kujutavad endast suurt ohtu looduslikele ökosüsteemidele.

Loomad ei ole tundetud. Nad on teadvusega olendid, kes ei vääri mitte ainult kaitset, vaid ka sügavat austust ning nendega arvestamist.

### **Milliseid kannatusi peavad katseloomad läbi elama?**

Loomade kasutamine katsete läbiviimisel võib neile suuri kannatusi tekitada. Näiteks viiakse katseloomadesse haigustekitajaid või luuakse eelsoodumus surmava, geneetilise haiguse tekkeks. Need katseloomad on juba ette määratud kannatama. Terve geneetiliselt muundatud katseloomade populatsioon elab kehas, mille ettemääratud hukk on pidev valu ja ebalooslikult kiire füüsilise halvenemine. Loomakaitsjad rõhutavad katseloomade ärakasutamist, väärkohtlemist ning isegi kõige põhilisematest õigustest ilmajätmist. Seda kõike vaid inimeste heaks.

### **Milliseid eetilisi ja moraalseid küsitavusi transgeensed loomad tekitavad?**

Transgeensed loomad tekitavad mitmeid eetilisi ja moraalseid küsitavusi (lisaks ohule, mida nad keskkonnale kujutavad):

- Kas eri liikide kombineerimisel saadud loomad on oma olemuselt universumi loomuliku toimimise ebaetiline segamine?
- Kas on eetiline modifitseerida loomade genoomi järjestust mingil kindlal eesmärgil, teadmata, kas see võib katseloomale kannatusi põhjustavaid kõrvalmõjusid tekitada?
- Kas geneetilise muundamise abil loomade „loomine“ viib selleni, et loomadesse suhtutakse kui inimeste omandisse?
- Kas on eetiline luua loomi, kes peavad suure tõenäosusega kannatama?
- Pikaajaliste haiguste arengu uuringute läbiviimisel peavad katseloomad pika aja jooksul kannatust taluma.

### **Kuidas suhtub religioon transgeensetesse loomadesse?**

#### **Transgeensete loomade vastu:**

- Jumal on määranud „loomise“ korra ning sellesse vahelesekkumine on patt.
- DNA muutmine on „elu enese“ muutmine ja see on sekkumine millessegi, kuhu Jumal ei määranud inimest vahele segama.

#### **Transgeensete loomade poolt:**

- Kuna inimestele on antud loomade üle valitsemise võimalus, on neil õigus loomi mõjustada.
- Paleontoloogia näitab, et loomise struktuur on ajas muutunud – mõned liigid kaotavad oma eksistentsi ning teised tekivad juurde. See näitab, et loomisprotsessi struktuuris ei ole miski püsiv.

### **Kasutatud kirjandus:**

<http://medicine.jrank.org/pages/2900/Transgenic-Organisms-Ethical-Issues.html> Transgenic Organisms: Ethical Issues.

<http://www.actionbioscience.org/biotech/margawati.html#primer> Transgenic Animals: Their Benefits To Human Welfare.

<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=79362&jid=CQH&volumeId=10&issueId=03&aid=79361> Future Animal: Environmental and Animal Welfare Perspectives on the Genetic Engineering of Animals.

<http://www.animallaw.info/articles/ddusgeneticengin.htm> Genetic Engineering and Animal Rights: The Legal Terrain and Ethical Underpinnings.

[http://www.bbc.co.uk/ethics/animals/using/biotechnology\\_1.shtml](http://www.bbc.co.uk/ethics/animals/using/biotechnology_1.shtml) Ethics Guide: Biotechnology.

## **Lisa 6. Majandusteadlase materjalid.**

### **Majandusteadlane**

#### **Kui pikk on GMOde kasutamise ajalugu?**

Ehkki GMOde kasutamise ajalugu pole kuigi pikk, on maailmas juba mitmeid GMOsid kasutusele lubatud. Esimestena tulid turule GM vaktsiinid (1992-1994), neile järgnes herbitsiidikindel tubakas aastal 1994 ning 1996-1997 aastal järgemööda mitmed rapsi-, soja-, maisiliinid ning geneetiliselt muundatud lillesordid. Praegusel ajal on kõige levinum geneetiliselt muundatud kultuur sojauba, millele järgnevad mais, puuvill ja raps. Esimene GM loom oli hiir ning esimesed GM koduloomad- helendavad akvaariumikalad (*Glofish*, transgeenne sebrakala). Inimtoiduks on käesoleval ajal disainitud ainult kaks GM loomorganismi – *AquaBounty*, (Waltham, MA, USA) transgeenne *AquaAdvantage* lõhe ning *EnviroPig* (Guelphi Ülikool, Ontario, Kanada) siga. GM lõhe kasvab oma liigikaaslastest märksa kiiremini ning GM sea sõnnikus oleva fosfori hulk on 30% väiksem kui teistel sigadel. Majandustegevuses kasutatakse GM bakterite ja pärmide kõrval hetkel eelkõige GM taimi aga ka GM loomi. Kolm suurimat GMOde kasvatajat on Ameerika Ühendriigid, Kanada ja Argentiina.

#### **Milline on vajadus GMOde järele?**

Toiduainete hinnad tõusevad. Samas, võitleb suur osa maailmast vaesusest tingitud näljahädaga. GMOde kasutamise pooldajad kinnitavad, et geenmuundatud organismidel põhinev põllumajandus võib olla ainsaks ja õigeks maailma näljahäda leevendavaks teeks. Uuringud on näidanud, et GMO viljad ei ohusta inimest ning on sama turvalised kui tavalised viljad. Seda on tõestanud üle 3 triljoni GMO viljast valmistatud toiduportsjoni, mis on maailmas juba ära söödud. GMO viljad on vastupidavamad nii põua kui liigse niiskuse puhul, nõuavad vähem väetisi ning tähendavad lõppkokkuvõttes nii maa kui ka kütuse säästmist.

#### **Miks toodetakse ja turustatakse GM toiduaineid?**

GM toiduaineid töötatakse välja ja turustatakse sellepärast, et neil on kas tootja või tarbija jaoks mõned märgatavad eelised. Enamasti on selleks toote madalam hind või suurem kasutegur (vastupidavus või toiteväärtus) või mõlemad korraga. GM organismide ja GM toiduainete põhjalikuks hindamiseks nii inimese tervise kui ka keskkonna seisukohast on loodud spetsiaalsed süsteemid. Puuduvad tõendid, et müügis olevad transgeensed põllukultuurid sisaldaksid tavaliste põllukultuuridega võrreldes mingeid uusi allergeene või omaksid mingisugustki negatiivset mõju inimese tervisele.

## Kes saab kasu GM toodetest?

GM toodetest saavad tulu mitmed eri valdkonnad. Nagu alljärgnevast tabelist näha, on tulu/kasusaajate hulgas nii GM tootjad, majandussektor, biotehnoloogiafirmad, tarbijad, uurimisasutused, GM farmerid kui ka keskkond tervikuna (nt vähenenud pestitsiidikasutus, vähenenud vajadus transpordivahendite järele jms).

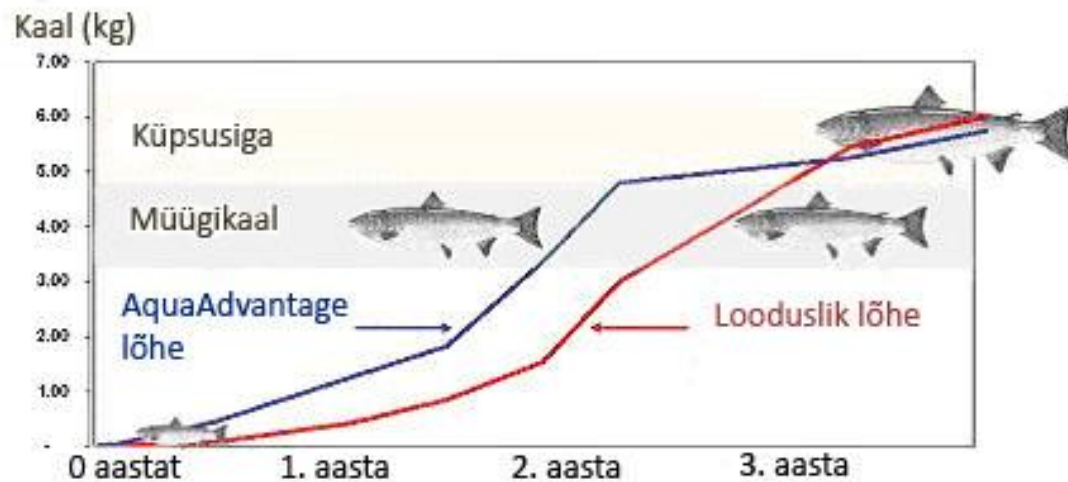
**Tabel 1.** GM toodete elutsükli jooksul tekkivad tuluartiklid ning positiivsed mõjud instantsiti valdkondade kaupa.

Valdkond	Kellele tulu või kasu tekitatakse	Tulu- või kasuartikkel, positiivne mõju	Kellele kulu või kahju tekitatakse	Kulu- või kahjuartikkel, negatiivne mõju
<b>MAJANDUS</b>	<b>Biotehnoloogiafirmad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GM toodangust saadav tulu</li> <li>- Tulu GM-ga seotud teadus- ja arendustegevusest</li> </ul>	<b>Biotehnoloogiafirmad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teadus- ja arendustegevus</li> <li>- Välikatsed</li> </ul>
	<b>GMO tootjad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GM tootmisest saadav suurem kasum (võrreldes GM-vaba tootmisega)</li> <li>- Vähenenud ajakulu GMO farmi majandamisel</li> </ul>	<b>GMO tootjad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reklaam/lobitöö/PR</li> <li>- Segregatsiooni (e eraldamise) kulud</li> <li>- GM vastane vandalism</li> </ul>
	<b>Kohalik majandus</b>	- Kohaliku majanduse kasv	<b>Mitte-GM tootjad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Madalam müügihind konkurentsi tõttu GM toodanguga</li> </ul>
				<b>Toiduainetööstus</b>
	<b>Riigi majandus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biotehnoloogiatööstuse areng</li> <li>- Töökohtade teke biotehnoloogia- ja GM kontrolli sektoris</li> <li>- Töökohtade teke GM segregatsiooniks ja märgistamiseks</li> <li>- GM farmide teke ja areng</li> </ul>	<b>Valitsus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GMO tootmisega seotud regulatsioonid</li> <li>- Konsultatsioonid</li> </ul>
				<b>Teadus- ja uurimisasutused</b>
<b>Tarbijad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Odavamad GM toiduained võrreldes GM-vabadega</li> <li>- Tervislikumate toiduainete parem kättesaadavus</li> <li>- Vähenenud kulu täiendavatele toidulisanditele</li> </ul>	<b>Tarbijad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Täiendavad kulutused GM-vaba toodangu ostmiseks</li> <li>- Täiendav maksukoormus GMO regulatsioonikulude katteks</li> </ul>	

Valdkond	Kellele tulu või kasu tekitatakse	Tulu- või kasuartikkel, positiivne mõju	Kellele kulu või kahju tekitatakse	Kulu- või kahjuartikkel, negatiivne mõju
<b>SOTSIAAL</b>	<b>Indiviidid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paranenud tervis</li> <li>- Parem (tervislikum) dieet (toidusedel)</li> <li>- Tarbija valikuvõimaluste suurenemine</li> </ul>	<b>Indiviidid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indiviidide eetiline ja/või moraalne muretsemine GM toodangu pärast</li> <li>- Allergiatega teke</li> <li>- Tarbija valikuvõimaluste vähenemine</li> </ul>
			<b>Ühiskond ja kogukond</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GM tootmisest põhjustatud aktsioonid ühiskonnas</li> <li>- Konfliktide ja vastasseisude teke (GMO vs GMO-vaba)</li> </ul>
			<b>Tööstus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biotehnoloogiafirmade kontrolli suurenemine toiduainete elutsükli üle</li> </ul>
			<b>Regionaalpoliitika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valijate hääle kaotus</li> </ul>
<b>KESKKOND</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähenenud energiakulu GM põllumajanduses</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- GM materjali sattumine loodusesse võib põhjustada mitmekesisuse vähenemist</li> <li>- Kaitseala staatus võib sattuda ohtu GMO-ga saastumise korral</li> </ul>

### Millist tulu toovad GM kalad?

Veeloomade kasvatamisel on maailma toiduvarude tootmisel suur roll ning see on praegusel ajal kõige kiiremini kasvav toidu tootev sektor maailmas. On tõenäoline, et GM kalade kasvatamine hakkab tulevikus domineerima, kuna nad kasvavad oma liigikaaslastest kaks korda kiiremini ning omastavad sööta 30% efektiivsemalt. GM kala vajab 1kg liha tootmiseks 2kg (või vähem) sööta.



**Joonis 1.** Aqua Advantage lõhe kasvab noorukieas 4–6 korda kiiremini kui looduslik lõhe. Allikas: Next Big Future

2015 aastal toodetakse pool vajaminevast kalavarust kalakasvandustes. ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsiooni (FAO) andmetel kasvab maailma nõudlus kala ja kalatoodete järele 50 miljoni tonni võrra (1999/2001 aastal oli see 133 miljonit tonni, 2015 aastal eeldatavalt 183 miljonit tonni). USA Toidu- ja Raviamet (FDA) sillutab teed GM loomadele, keda saaks toiduna kasutada. FDA kinnitab, et inimtoiduks loodud GM loomade kasutamist reguleeritakse samalaadselt veterinaarravimitele ning nad läbivad ohutuse hindamise protsessi. Aqua Bounty Technologies Inc. loodab tuua turule lõhe, mis jõuab küpsusikka kiiremini, kui tema looduslik või kalakasvanduses kasvanud liigikaaslane. Firma kinnitab, et nende poolt loodud kala on inimestel ohutu süüa ning tõenäoliselt ei kujuta ta ka keskkonnale ohtu.

### Kuidas toimub GM lõhe turustamine?

Aqua Bounty plaanib müüa GM lõhe marjaterasid firmadele, kes kasvataksid neid suletud tingimustes (maismaa kalakasvandustes). GM lõhe saavutab oma „turukaalu“ (u 4kg) kahe või kolme aastaga. Looduslik Atlandi lõhe vajab selleks 4 aastat. Marjaterasid müüakse vaid isikutele, kes annavad nõusoleku hoida GM kalad looduslikest populatsioonidest eemal ning kelle ettevõtteid on FDA eelnevalt inspekteerinud.

GM lõhe kasvatamine on kalakasvandustele kasulik. Riikides, kus enamik tarbitavast lõhest on sisetoodud, aitaks GM lõhe kasvatamine kohalikel kalakasvandustel suuremat turuosa hõivata ning seeläbi ka kohalikku majandust edendada. Pealegi on nt GM taimi kasutatud toiduks juba üle 20 aasta.

**Kasutatud kirjandus:**

[http://www.ebc.ee/BIOTECHNOLOGY/Antsu\\_loengud/Loeng13\\_2009.pdf](http://www.ebc.ee/BIOTECHNOLOGY/Antsu_loengud/Loeng13_2009.pdf) Looma biotehnoloogia.

[http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions\\_estonian.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_estonian.pdf) Keskkonnaministeerium. 20 küsimust geneetiliselt muundatud (GM) toiduainete kohta.

[www.eko.org.ee/gmo/images/stories/research/elutsykkel.doc](http://www.eko.org.ee/gmo/images/stories/research/elutsykkel.doc) Geneetiliselt muundatud (GM) põllumajandustoodete elutsükel ja selle hindamise võimalused.

<http://www.ejbiotechnology.info/content/issues/01/index.html> GMOs and Development.

<http://nextbigfuture.com/2008/09/fish-farming-feeding-future-world.html> Fish farming and Genetically Modified Fish for Feeding a Future World.

<http://www.bloomberg.com/news/2010-09-03/gene-altered-salmon-is-safe-to-eat-unlikely-to-harm-environment-fda-says.html> Gene-Altered Salmon Is Safe to Eat, Unlikely to Harm Environment, FDA Says.

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

Mina, Maarja Viise (sünnikuupäev: 04.01.1988)

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

„GMOdega seonduva dilemmaprobleemi lahendamine gümnaasiumi bioloogiatundides“,

mille juhendajad on Jaanika Piksööt ja Heli-Anneli Villako,

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, **31.05.2013**