

Tartu Ülikool  
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond  
Loodusteadusliku hariduse keskus

**Aive Kuningas**

**7. klassi õpilaste arusaamise kujunemine liustike teemast  
animatsiooni rakendamisel**

Magistritöö

Juhendaja: Jaanika Piksööt, MSc

Tartu 2013

# Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. Kirjanduse ülevaade .....	5
1.1. Visuaalne kirjaoskus .....	5
1.2. Animatsioonide kasutamine õppetöös .....	7
2. Materjalid ja metoodika.....	11
2.1. Uuringu ülesehitus .....	11
2.2. Valim .....	12
2.3. Õpikeskkond .....	12
2.4. Kirjalikud küsimustikud .....	15
2.5. Andmeanalüüs .....	17
3. Tulemused ja arutelu .....	18
3.1. Eelküsimustiku tulemused .....	18
3.2. Järelküsimustiku tulemused .....	20
3.3. Mudelite rakendamise mõju õpilaste arusaamisele liustikest .....	22
3.4. Visuaalse info analüüsioskus .....	25
3.5. Meedias ilmunud loodusteaduslike artiklite analüüsioskus.....	26
Kokkuvõte .....	28
Tänuavaldused .....	30
Kasutatud kirjandus .....	31
Summary.....	36
Lisad .....	38

## Sissejuhatus

Loodusainete õpetamise üks põhieesmärke on ümbritsevate nähtuste ja seaduspärasuste selgitamine õpilastele (Bajzek jt., 2006). Õpetajate ja uurijate hinnangute põhjal võib aga väita, et õpilastele on paljude looduslike protsesside mõistmine keeruline (Villako, Adojaan & Sarapuu, 2008). Üpris sagedane probleem õpetamisel on näiteks see, et õppimine jääb valdkonnaspetsiifiliseks, kuna olemasolevate teadmiste uutesse valdkondadesse ülekandmine on raske (Carey, 2000; Carey & Spelke, 1994). Kui õpetamisel kasutatud terminid on õpilase jaoks uued ja näited ei tugine tema isiklikele kogemustele, võib juhtuda, et õpilane ei oska koolis õpitut oma igapäevaelu kogemustega seostada (Villako, Adojaan & Sarapuu, 2008).

Visualiseerimisel on tänapäevases õppeprotsessis üha olulisem roll. Lisaks verbaalsele tekstile saavad õpetajad kasutada ka internetis olevaid mudeleid ja animatsioone, et keerulisi teemasid näitlikumalt selgitada. Mitmed loodusainetes õpetatavad teemad sisaldavad õpilasele realselt nähtamatuid ning liialt teoreetiliseks jäävaid objekte ja protsesse, mis võivad jääda oma olemuselt õpilastele liialt abstraktseteks ja seetõttu vähemõistetavateks (Lawson, 2002). Sageli teavad õpilased protsessis osalevaid objekte ja nende omadusi, kuid ei suuda neid omavahel seostada ning omandada terviklikku arusaamist (Villako, Adojaan & Sarapuu, 2008). Ka liustiku mõiste on paljudele Eesti õpilastele liiga abstraktne, sest puudub otsene kontakt selle protsessiga. Seepärast uuriti käesolevas magistritöös, millist mõju avaldab animatsiooni kasutamine liustike temast arusaamisele. Sealjuures uuriti õpilaste oskust analüüsida visuaalset infot, s.o erinevatelt graafikutelt vajalike andmete lugemisoskust.

Põhikooli lõpuks peaks õpilastel kujunema oskus mõista ja kasutada loetut. Igas aines on vaja teksti mõista ja kujundada iseseisvaid kriitilisi infotarbijaid, arendada õpilaste võimet korras-  
tada ja mõtestada teavet ning kujundada süsteemset mõtlemist (Vernik, 2001). Põhikooli geograafiaõpetusega taotletakse, et õpilane kasutab teabeallikaid ja hindab kriitiliselt neis sisalduvat geograafiaalast infot ning loeb ja mõtestab lihtsat loodusteaduslikku teksti (PRÕK, 2010). Samel (2009) soovib tundides kasutada lisamaterjalina meedias ilmunud loodusteadusliku sisuga artikleid, sest see võimaldaks käsitleda reaalelulisi probleeme ning kujundada õpilastes

kriitilist suhtumist loetusse. Eelnevast lähtuvalt uuriti käesolevas uurimistöös, kuidas oskavad õpilased meedias ilmunud loodusteadusliku sisuga artikleid analüüsida.

Käesolevale magistritööle püstitati järgmised eesmärgid.

1. Uurida animatsiooni rakendamise mõju põhikooli õpilaste arusaamisele liustike teemast.
2. Selgitada arvutipõhise mudeli rakendamise mõju põhikooli õpilaste visuaalse info analüüsi-  
oskustele.
3. Uurida õpilaste oskust analüüsida meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artikleid.

Uuringu eesmärkide täitmiseks viidi läbi eksperiment, mille käigus rakendati veebipõhise õpikeskkonna „PhET” liustiku mudelit (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>).

Vastavalt magistritöö eesmärkidele püstitati järgmised kolm uurimusküsimust.

1. Mil määral areneb 7. klassi õpilaste arusaamine liustike teemast animatsiooni ja tööle-  
he rakendamisel?

Õpilaste arusaamise arengut analüüsiti eel- ja järelküsimustike vastuste põhjal lähtuvalt kol-  
mest aspektist: (1) liustiku mõistest arusaamine, (2) liustiku liikumisest arusaamine ja (3) lius-  
tiku kujunemisest arusaamine. Kahe küsimustiku vastuste võrdlus võimaldas selgitada mude-  
lipõhise õppe mõju õpilaste arusaamisele liustike teemast.

2. Mil määral arenevad 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsi-  
oskused arvutipõhise mudeli rakendamisel?

Eel- ja järelküsimustikus graafikute põhjal antud vastuste põhjal selgitati mudelipõhise õppe  
mõju õpilaste visuaalse info analüüsi-  
oskusele.

3. Kuidas mõjutab arvutimudeli ja töölehe kasutamine 7. klassi õpilaste oskust analüüsida  
meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artikleid?

Siinkohal võrreldi artiklite põhjal antud vastuseid enne ja pärast mudeli rakendamist. Eel- ja  
järelküsimustikus esitatud vastuste põhjal selgitatigi mudelipõhise õppe mõju õpilaste analüü-  
si-  
oskusele.

# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.1. Visuaalne kirjaoskus

Kirjaoskus sisaldab oskusi kasutada kõige erinevamaid kirjalikke tekste teadmiste arendamiseks, eesmärkide saavutamiseks ja täisväärtuslikuks osalemiseks ühiskonnaelus. Kirjalike tekstide all mõeldakse proosapalu, erinevaid silte, tabeleid, plakateid jms, mille üheks osaks on sõna, lause või lausete kogum ja pildid, kaardid, diagrammid, skeemid, joonised. Kirjaoskuse üks haru on visuaalne kirjaoskus – oskus mõista ja kasutada sümboleid, pilte, kujundeid (Considine & Haley, 1999; Van Leeuwen & Jewitt, 2003).

Visuaalse kirjaoskuse (*visual literacy*) mõiste pärineb XX sajandi 60ndatest (Debes, 1968, 1969). See hõlmab mitmeid tegevusi ja oskusi, mis on seotud visuaalse info eritüübiliste esitustega, neist arusaamisega ning ülekandega teistesse info esitamise vormidesse (Sarapuu & Villako, 2010). Visuaalne kirjaoskus on muutunud nii hädavajalikuks argioskuseks, et see on valdkond, millele peaks senisest tõhusamalt tähelepanu pöörama aset igas haridusastmes.

Põhjala (2011) ja Laaniste (2005) väidavad oma artiklites, et Eesti hariduselu, mis praegu on verbaalse kommunikatsiooni keskne, peab muutuma visuaalse kommunikatsiooni kesksemaks. Traditsioone järgiv hariduspraktika on vastuolus asjaoluga, et väljaspool kooli on õpilasel vaja pidevalt töötada visuaalsel kujul esitatud info vastuvõtmisega. Et Eesti lastest kasvaksid ühiskonnas edukalt hakkamasaavad inimesed, siis autorite (Põhjala, 2011; Laaniste, 2005) arvates on pealetungiva infoga toimetulemiseks hädavajalikud elementaarsed teadmised visuaalse kommunikatsiooni toimetulekumehhanismidest. Laaniste (2005) märgib, et kohati on visuaalne infoedastus nii intensiivne, et tõrjub verbaalse teabe osakaalu miinimumini. Autor lisab veel, et euroopalik kultuurihoiak seab kirjutatud teksti ülemaks kui pildid ning juba põhikooli jooksul muutub eneseväljendamise ning info vastuvõtmise rõhuasetus pöördumatult keele- ja tekstipõhiseks.

Visuaalse kirjaoskuse arendamiseks tuleb treenida silma märkama ka kõige pisemaid üksikasju ja arendada selle tundlikkust värvuse, kuju, vormi ja joone suhtes (Kisand & Rudanovski, 2010). Kiileri (2010) järgi on visuaalse kirjaoskuse omandamiseks vaja põhjalikumalt mõista, kuidas pildilisi väljendusvahendeid kasutatakse. Näiteks piltide ühise analüüsimise kogemus aitab visuaalset informatsiooni kriitilisemalt lugeda ja enda loodud sõnumeid teadlikumalt kujundada, seejuures kasutatakse õpilastele lähedasi ja käepäraseid vahendeid – fotosid, videosid, animatsioone ja digitaalgraafikat (Kiiler, 2010).

Mitmed uuringud on näidanud, et kõik õpilased ei suuda pildilist – liikumatut ja liikuvat – infot piisavalt edukalt analüüsida ning sellest aru saada. Branton (1999) toob välja, et piltide analüüsimine ja lahtimõtestamine on kui erilaadne „keel”, mille mõistmine eeldab kujutiste lahtikodeerimise – tõlgendamise ja tähenduse loomise – oskust. Heinrich koos teiste autoritega (1999) selgitab, et õppijate visuaalse kirjaoskuse taseme tõstmiseks tuleb neid toetada:

- erinevate analüüsitehnikate kaudu piltide „lugemisel” ja nende sisu avamisel;
- olemasoleva info viimisel visuaalsesse vormi ehk piltide koostamisel.

Eelnevast selgub, et mitmesuguste pildiliste esituste kasutamine õppetöös abistab küll õpilast abstraktsest teaduslikust infost arusaamisel, kuid visuaalse info analüüs ja ka tulemuste esitamine pildilises vormis nõuab õpilaste visuaalse kirjaoskuse arendamist (Heinrich jt., 1999).

Portewig (2004) on jaotanud visuaalse kirjaoskuse kolmeks valdkonnaks: visuaalne mõtlemine (*visual thinking*), visuaalne retoorika (*visual rhetoric*) ja visuaalne suhtlemine (*visual communication*). Muud visuaalsed elemendid käivad nende kolme alla.

1. Visuaalne mõtlemine koosneb visualiseerimise protsessist ja visuaalse informatsiooni üle mõtlemisest.
2. Visuaalne retoorika väljendab oskust aru saada persooni ja nägemise kaudu tajutava seotusest. Visuaalne retoorika uurib kultuurilisi tähendusi, mis väljenduvad visuaalsetes artefaktides, nagu maalid, fotod, reklaamid, võrgulehed või ajalehed.
3. Visuaalne suhtlemine sisaldab neid elemente, mis moodustavad visuaalse keele.

Loodusainete õpetamisel peetakse visuaalse kirjaoskuse all enamasti silmas kolme omavahel tihedalt seotud tegevust ja nendega kaasnevaid oskusi (Avgerinou, 2003; Sarapuu & Villako, 2010). Visuaalse kirjaoskuse arendamine eeldab kõigi kolme loetletud tegevuse ja nendega seotud oskuste kompleksset arendamist (Sarapuu & Villako, 2010).

1. Visuaalse ehk pildilise info analüüsimine ning selle esitamine verbaalses ehk sõnalises vormis. See eeldab ühtlasi nii suulist kui ka kirjalikku väljendusoskust.
2. Verbaalse ehk sõnalise info analüüsimine ja selle ülekandmine otstarbekalt valitud visuaalsesse vormi. Pildilise materjali koostamine võib lähtuda nii suulisest kui ka kirjalikust esitusest. Seejuures on tähtis sobivaima visuaalse vormi valik ning otstarbekas kujundamine.
3. Ühes vormis esitatud visuaalse info analüüsimine ja selle info ülekandmine teise visuaalsesse vormi. See on kõige komplitseeritum ning tugineb kahele eelnevale tegevusele ja nendega seotud oskustele. Info ülekandmiseks tuleb algne pildiline info üle viia verbaalsele kujule ning selle alusel koostada vormilt teistsugune visuaalne esitus (Sarapuu & Villako, 2010).

Suur abi on visuaalse kirjaoskuse arendamisel haridustehnoloogilistest vahenditest ning nendele tuginevatest arvutimudelitest ja -simulatsioonidest (Sarapuu, 2012). Käesolevas töös uuritakse, mil määral arenevad 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsi oskused – täpsemalt graafikuanalüüsi oskused – arvutipõhise mudeli rakendamisel.

## **1.2. Animatsioonide kasutamine õppetöös**

Põhikooli geograafia õpitulemuste saavutamisel on tähtsal kohal arvutipõhiste mudelite ja simulatsioonide – loodusprotsesside dünaamiliste esituste – kasutamine (PRÕK, 2010).

Koolitunnis õpitavate objektide ja protsesside näitlikustamiseks on võimalik kasutada kahte eri tüüpi pildilist infot: staatilist ja dünaamilist. Staatiliste illustatsioonide all mõistetakse „liikumatu“ pilte, nagu õpiku ja teiste õppematerjalide jooniseid, skeeme, graafikuid, pilte, tabeleid, plakateid jms. Dünaamiliste ehk „liikuvate“ infoesitusvormide hulka kuuluvad aga

videod ja animatsioonid, mille põhilisteks eelisteks peetakse ajas muutuvate protsesside õppija tajupiiridesse toomist (Ainsworth & van Labeke, 2004). Et mitmed loodusainete tundides õpitavad teemad on õpilastele keerulised ja abstraktsed, vajab looduslike protsesside sisu selgitamine ning nende mõistmine eelkõige just dünaamilisi esitusi. Protsesside animeerimine aitab näitlikustada, millal ja kuidas mingis protsessis osalevad objektid (Lowe, 2003):

- tekivad või kaovad;
- muudavad asukohta;
- muudavad oma suurust, kuju ja struktuuri.

Seega võimaldab protsessides toimuvate muutuste visualiseerimine õpilastel paremini aru saada objektide omavahelistest seostest ning aitab oluliselt kaasa õpitava protsessi sisu sügavamale mõistmisele (Lowe, 2003).

Animatsioonide kasutamisel on välja toodud mitmeid eeliseid. Animatsioonide abil saab visualiseerida ajas muutuvat nähtust mingi protsessi kirjeldamiseks. Animatsioonid imiteerivad IKT vahenditega mingeid looduses või ühiskonnas toimuvaid protsesse ja näitavad nende tulemusi, mida õpilastele on sõnadega tihti väga raske selgitada. Animatsioonidega saab näidata väga kiireid ja ka väga aeglasid protsesse. Samuti võimaldavad need näidata protsesse, mida klassis ei saa korraldada nende ohtlikkuse tõttu või mis on liiga kallid (Luik, 2004). Budrise (2008) arvates on animatsiooni eelis see, et animatsiooni abil saab kajastada protsessi skemaatiliselt ja osade kaupa ehk animatsiooni korral ei sisalda ekraanipilt midagi liigset. Animatsioonide abil õppimiseks on kõige sobivam arvutiklassitund, kus õpilased saavad neile sobivas tempos töötada ja vajaduse korral animatsioone korduvalt üle vaadata. Ent vajalik on seejuures koostada tööleht konkreetsete juhenditega, mille järgi tööd teha (Liiber, 2010).

Uurijate (Schnotz & Rasch, 2005; Wallen & Plass, 2005) arvates võivad animatsioonid kiirendada vajalike kognitiivsete protsesside toimumist, seega aidata õppijatel töödelda läbi suuremat kogust informatsiooni kui tavaliste staatiliste piltidega. Samuti võib animatsioonide kasutamine käivitada õpilase mõttemudelites dünaamilisi kognitiivseid skeeme, mis teevad spetsiifilised kognitiivsed protsessid lihtsamaks. Animatsioonide rakendamine võib eriti kasuks tulla õppijatele, kel on madalamad vaimsed võimed või väiksem eelnev teadmistepagas ning



kes poleks võimelised vastavaid mõttesimulatsioone (*mental simulations*) välise abita kogema (Wallen & Plass, 2005).

Betrancourt (2005) toob välja kolm põhjust animatsioonide kasutamiseks õppimisprotsessis, et muuta õppimine efektiivsemaks.

1. Visualiseerimise ja ettekujutamise võimaldamiseks analoogiliselt graafika kasutamisega.
2. Kognitiivse konflikti loomiseks. Näiteks luuakse ebareaalne situatsioon ja lastakse õpilastel arutleda, mis on selles olukorras valesti.
3. Võimaldamaks õppijal uurida mingit nähtust. Õpilane jälgib, kuidas mõjutavad erinevad tegurid protsessi käiku ning missugused parameetrid muutuvad ja millises ulatuses.

Animatsioonid võivad olla passiivsed programmid protsesside demonstreerimiseks, aga ka interaktiivsed, s.t võimaldavad protsessi parameetrite sisestamist ja reageerivad õpilase tegevusele (Luik, 2004). Betrancourti (2005) arvates ei saa üheselt väita, et animatsioon on efektiivsem kui staatiline graafika. Autorite sõnul on animatsioonil staatilise graafika ees eelised vaid juhul, kui animatsioon võimaldab interaktiivsust: süsteem reageerib vastavalt kasutaja tegevusele.

Betrancourt (2005) toob oma artiklis välja õpiotstarbelise animatsiooni disainimise viis põhimõtet:

- arusaadavus (*apprehension*) – animatsioonil kujutatud objektide graafiline disain järgib tavapärast graafika esitusviisi, realismi kujutamine, 3-mõõtmelisus ja eriefektid ei ole vajalikud, kui ilma nendeta on võimalik saavutada eesmärki ehk saada aru mingi protsessi toimimisest;
- ühildumine (*congruence*) – animatsioon ei pea kujutama nähtust ennast, vaid nähtust võib ebareaalselt moonutada, kui see aitab aru saada sündmustevahelistest põhjuse ja tagajärje seostest;
- interaktiivsus (*interactivity*) – õpilane saab animatsioonil esitatavast paremini aru, kui omab kontrolli animatsiooni tempo üle, nt edasi-tagasi nuppude lisamine lõikudeks jaotatud animatsioonil tõstab õppimise efektiivsust;

- tähelepanu juhtimine (*attention guiding*) – kuna animatsioon on oma olemuselt lühiaegne, sisaldades sageli mitmeid samaaegselt toimuvaid muudatusi, on oluline, et õppijat juhendataks animatsiooni jälgimisel, nii et ta märkaks olulisi muudatusi;
- paindlikkus (*flexibility*) – kuna sageli pole ette teada õppijate teadmiste tegelikku taset, peab animatsioon sisaldama mõningaid võimalusi aktiveerimiseks ja sellel esitatav info olema kujutatud arusaadavalt.

Mudelid on reaalsete objektide ja protsesside lihtsustatud virtuaalsed esitused (Sarapuu & Villako, 2010). Modelid võib üldjoontes jagada demonstratsioonimudeliteks ja juhitevateks mudeliteks. Demonstratsioonimudelitel kujutatud objekte ja protsesse otseselt muuta ei saa ning need esitused on aineõpetajale toeks uue teema õpetamisel ja õpilastele varemõpitu kindistamiseks. Hoopis tulemuslikum on juhitevate mudelite rakendamine. Nende puhul saab muuta kujutatud objektide või protsessi omadusi ning näha vastavate muutuste tagajärgi. Seetõttu on otstarbekas kaasata juhitavaid mudeleid õpiprotsessi erinevatesse etappidesse ning rakendada neid nii uue teema omandamisel kui ka varem õpitud materjali kordamisel (Sarapuu & Villako, 2010). Ka siinses uuringus kasutati juhivat mudelit liustiku teemal.

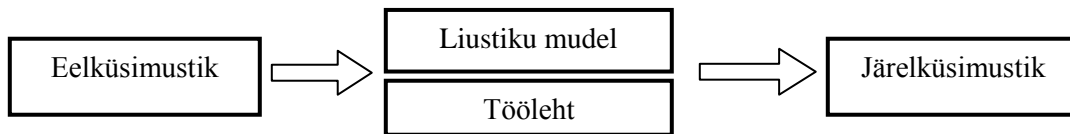
Tuginedes Gilberti ja Boulteri (1998) määratlusele, võib arvutipõhised modelid jagada ka uurimuslikeks (*exploratory*) ja väljenduslikeks (*expressive*). Uurimuslike ehk kontseptuaalsete mudelite sisu on koostatus spetsialistide poolt võimalikult täpselt ja eakohaselt ning need on programmeeritud nii, et õpilastele jäetakse võimalus muuta kindlaksmääratud näitajaid (objektide või protsessi omadusi) ning jälgida vastavaid tagajärgi. Sel teel saab uurida põhjuse-tagajärje seoseid ning lahendada mitmesuguseid probleemülesandeid (Sarapuu & Villako, 2010). Ka käesolevas uuringus kasutati uurimuslikku arvutimudelit, et uurida selle mõju põhikooli õpilaste arusaamisele liustiku teemast. Väljenduslik mudel aga on mittetäielikult programmeeritud ning õppija saab ise muutujaid lisada ning konstrueerida ise sellise mudeli, nagu ta õigeks peab (Sarapuu & Villako, 2010).

## 2. Materjalid ja meetodika

Siinses magistritöös uuriti arvutipõhise animatsiooni rakendamise mõju 7. klassi õpilaste arusaamisele liustiku teemast. Selle protsessi õppimisel kasutati õpikeskkonna „PhET” mudelit. Uuringu eesmärkide täitmiseks vajalikud andmed koguti eel- ja järelküsimustikuga.

### 2.1. Uuringu ülesehitus

2011. aastal viidi Eesti koolide 7. klassi õpilastega läbi eksperiment, milles rakendati veebipõhist mudelit „Liustikud”. Uuring viidi läbi kolmes osas (joonis 1): 1) eelküsimustiku täitmine, 2) tund arvutiklassis liustiku mudeliga ja töölehe täitmisega, 3) järelküsimustiku täitmine.



**Joonis 1.** Uuringu kavand.

Eksperiment toimus kevad- ja sügispoolaastal – ajal, kui aineõpetajatel oli kavas liustiku teemat oma tundides käsitleda. Ainetund arvutiklassis viidi läbi kordamistunnina pärast vastava teema läbimist.

Uuringu esimeses osas kontrolliti eelküsimustikuga õpilaste arusaamist liustiku teemast, visuaalse info analüüsi oskust, s.t graafikutelt vajalike andmete leidmise oskust, ja meedias ilmunud loodusteadusliku sisuga artiklite analüüsi oskust. Eelküsimustikule vastasid õpilased individuaalselt ning aega kulus selleks keskmiselt 20 minutit.

Uuringu teises osas toimus ainetund arvutiklassis, kus õpilased kasutasid liustiku mudelit ning täitsid töölehe, millele kulus aega ligikaudu 45 minutit.

Uuringu viimases osas vastasid uuringus osalejad järelküsimumstikule, mis kontrollis liustiku mudeli rakendamise mõju käsitletavatest protsessidest arusaamisele, visuaalse info analüüsi- oskust (graafikute lugemisoskust) ja loodusteadusliku sisuga artiklite analüüsi- oskust. Küsi- mustik täideti pärast arvutitunni toimumist nädala jooksul. Järelküsimumstikule vastamiseks kulus aega ligikaudu 20 minutit.

## 2.2. Valim

Magistritöökõs vajalike andmete kogumiseks moodustati mugavusvalim (nt Cohen jt, 2007), kuhu kuulus 99 õpilast viie Eesti kooli 7. klassidest (tabel 1). Uuring viidi läbi 2011. aasta ke- vadel ja sügisel.

**Tabel 1.** Uuringu valimisse kuulunud koolid.

<b>Kool</b>	<b>Klass</b>	<b>Õpilaste arv</b>
Keeni Põhikool	7.	17
Rakvere Gümnaasium	7.B	17
Raudna Põhikool	7.	16
Toila Gümnaasium	7.	15
Viljandi Paalalinna Gümnaasium	7.B	22
Viljandi Paalalinna Gümnaasium	7.C	12
<b>Kokku</b>		<b>99</b>

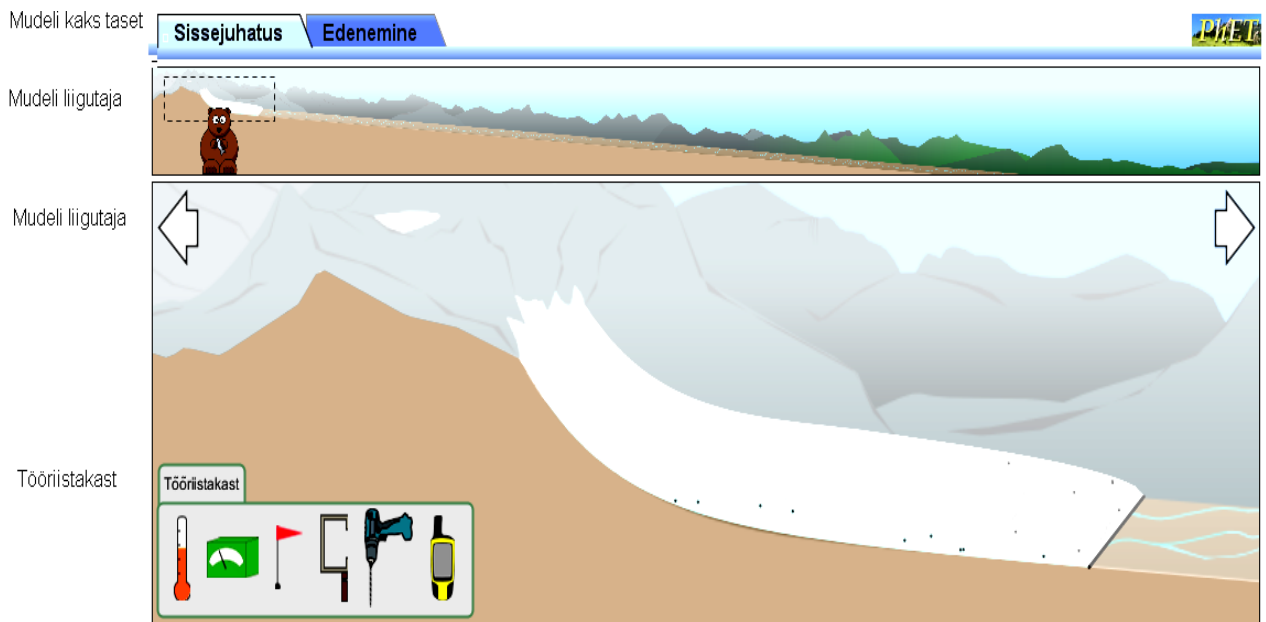
Pilootuuring instrumentide valideerimiseks viidi läbi 2011 kevadel 23 õpilasega Viljandi Paalalinna Gümnaasiumist.

## 2.3. Õpikeskkond

Käesolevas magistritöös kasutatud mudel pärineb õpikeskkonnast „PhET” (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>). Õpikeskkond, mis on loodud Colorado Üli- koolis, sisaldab animatsioone füüsika, keemia, geograafia, matemaatika ja bioloogia teemadel.

Selle uuringu eesmärkide täitmiseks kasutati neist animatsiooni „Liustikud”, mille uuringu läbiviija esmalt eesti keelde tõlkis.

Mudelil „Liustikud” võib eristada kahte taset: „Sissejuhatus” ja „Edenemine” (joonis 2). „Sissejuhatus” tasemel on kaheksa erinevat välja, milles on õpilasel võimalik erinevaid tegureid muuta. Ülemisel ribal karukujulise ikooni liigutamine võimaldab vaadelda liustikku keskmises aknas algusest lõpuni.



**Joonis 2.** Kuvapilt mudelist „Liustikud”.

Liustiku aknas olevad nooled võimaldavad liustiku animatsiooni liigutamist paremale ja vasakule. Liustiku akna allservas paikneb veel tööriistakast, kust on võimalik valida kuue erineva tööriista vahel (termomeeter, jäävaru mõõdik, lipuke, jää paksuse mõõdik, puuraugu puur, GPS-seade) ning sooritada nendega erinevaid mõõtmisi ja toiminguid liustikul. Erinevaid mõõteriistu liustikule asetades ilmuvad näidud mõõteriista kõrvale. Termomeetri näitu on võimalik lugeda Fahrenheiti kraadide (F°) ja Celsiuse kraadide (C°) järgi. Jäävaru mõõteriista kõrvale kuvatud kastist on võimalik lugeda jää kogunemise, ablatsiooni ja jäävaru mõõtmistulemusi koos ühikutega. Jää paksuse mõõdik kuvab meile andmed liustiku paksusest antud ko-

has meetrites või jalgades. GPS-seade tuvastab liustiku antud punkti kõrguse merepinnast ning teepikkuse liustiku algusest antud kohani meetrites või jalgades.

Liustiku akna alla jäävad kaks mudelakent: „Vaade” ja „Kliima” (joonis 3).



**Joonis 3.** Mudeli parameetrite muutmise aknad.

Aken „Vaade” võimaldab kasutada meetermõõdustikku või Inglise mõõtühikuid, paigutada liustikule balansijoont ning katta liustiku aken lumega või siis eemaldada lumikate. Aken „Kliima” võimaldab merepinna õhutemperatuuri ja keskmist lumikatet reguleerides muuta liustiku olekut ülemises aknas.

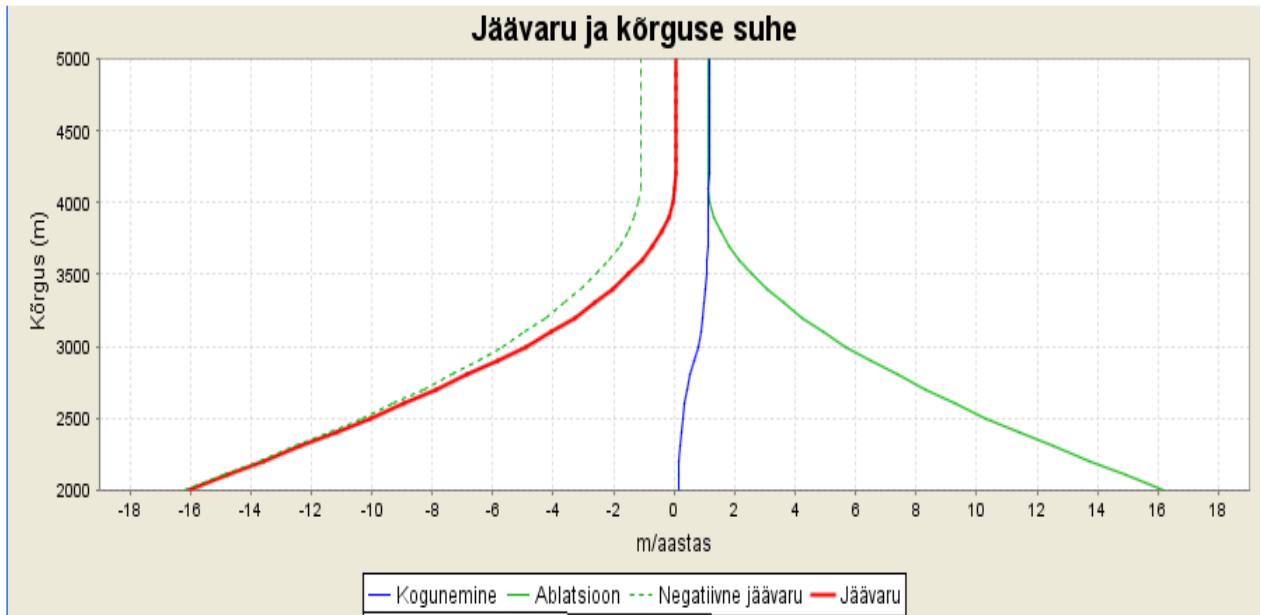
Mudeli all ääres vasakul olev aken võimaldab jälgida liustiku vanuse muutumist, mida on võimalik noolekest liigutades muuta kiiremaks või aeglasemaks. Seal samas kõrval on pausi ja taaskäivitamise nupp.

Alumiselt äärelt paremalt leiame kolm erinevat valikut: „Näita tegelikku liustikku”, „Sea liustik stabiilsesse olekusse” ja „Tühista kõik”. Nupule „Tühista kõik” klõpsamine võimaldab taastada liustiku kõik algseadistused.

Mudeli teisele tasemele („Edenemine”) minnes lisandub eelmise taseme võimalustele veel graafikute aken. Sealt on võimalik valida nelja erinevat graafikut:

- 1) liustiku pikkuse ja aja suhe;
- 2) tasakaaluasendi kõrguse ja aja suhe;

- 3) jäävaru ja kõrguse suhe;
- 4) õhutemperatuuri ja kõrguse suhe;



**Joonis 4.** Näide mudelil kuvatavast graafikust: jäävaru ja kõrguse suhte graafik.

Joonisel 4 esitatud graafikult on õpilastel võimalik määrata üldist jäävaru, jäävaru kogunemist, ablatsiooni (lumikatte veevaru kahanemine sulamise, aurumise, tuule ja laviini kulutaval toimel) ja negatiivset jäävaru ning nende seost kõrgusega.

## 2.4. Kirjalikud küsimustikud

Kirjalikud küsimustikud on sotsiaalteadustes laialdaselt rakendatav instrument uurimuse andmete kogumiseks (nt Cohen jt., 2007). Käesoleva magistr töö uurimusküsimustele vastuste saamiseks koostati eel- (lisa 1) ja järelküsimustik (lisa 2), millega kontrolliti 7. klassi õpilaste arusaamise arengut liustiku teemast ning visuaalse info (graafikute) ja meedias ilmunud loodusteaduslike sisuga artiklite analüüsioskust.

Eelküsimustikuga selgitati õpilaste esialgset arusaamist käsitletavatest protsessidest, s.t liustiku liikumisest ja kujunemisest, järelküsimustikuga aga uuriti mudeliga tunni tulemuslikkust.

Eel- ja järelküsimustike vastuste võrdlus võimaldas hinnata õpilaste arusaamise ja oskuste arengut veebipõhise mudeli rakendamise tulemusena – leida vastus magistritöös esitatud uurimis-küsimustele.

Võrreldavuse huvides olid eel- ja järelküsimustik sarnased, muudeti vaid valikvastuseliste küsimuste vastusevariantide järjekorda, loodusteadusliku sisuga artikleid ning graafikuid. Erinevate artiklite ja graafikute keerukus selgitati pilootuuringu käigus ning veenduti, et küsimuste raskusaste on eel- ja järelküsimustiku ülesannetel sarnane.

Eel- ja järelküsimustik koosnes kolmest valikvastuselisest küsimusest, kahest loodusteadusliku sisuga artiklite põhjal esitatud vabavastuselisest küsimusest ning kahest graafikute analüüsimise oskust kontrollivast küsimusest.

Valikvastuselised küsimused liustikust kontrollisid õpilaste arusaamist uuringus käsitletavatest protsessidest lähtuvalt kolmest aspektist:

- 1) liustiku mõistest arusaamine – 3. küsimus;
- 2) liustiku liikumisest arusaamine – 5. küsimus;
- 3) liustiku kujunemisest arusaamine – 6. küsimus.

Kõigil kolmel liustiku kohta käival küsimusel oli neli vastusevarianti ning õpilase ülesandeks oli leida neist kõige õigem(ad) ja tõmmata seda varianti tähistavale tähele ring ümber. Nendele küsimustele õpilaste antud vastuste analüüs pidi andma vastuse esimesele uurimisküsimusele – mil määral areneb 7. klassi õpilaste arusaamine liustiku teemast animatsiooni ja töölehe rakendamisel. Valede vastusevariantide moodustamisel võeti arvesse pilootuuringus osalnud õpilaste kõige sagedamini esinevad valed vastused.

Eelküsimustiku esimene ja neljas ülesanne olid vabavastuselised küsimused loodusteadusliku sisuga artiklite kohta, millega sooviti leida teavet töö kolmandale uurimusküsimusele – kuidas mõjutavad arvutipõhised mudelid õpilaste oskust analüüsida meedias ilmunud loodusteadusli-



ku sisuga artikleid. Õpilane pidi läbi lugema artiklid ning nende põhjal vastama esitatud küsimustele. Iga artikli kohta esitati kaks küsimust.

Eelküsimustiku teine ja seitsmes ülesanne sisaldasid graafikuid, millega sooviti leida infot teisele uurimusküsimusele – kuidas muutub mudelikasutuse tulemusena õpilaste oskus analüüsida visuaalset infot. Õpilane pidi graafikuid analüüsides leidma küsimustele vastused.

## 2.5. Andmeanalüüs

Eel- ja järelküsimustike vastused kanti MS Excel 2003 tabelisse. Õpilaste eel- (lisa 1) ja järelküsimustike (lisa 2) valikvastuseliste küsimuste analüüsil kodeeriti vastused järgnevalt: 0 – õpilase vastus oli vale või puudus, 1 – vastus oli õige.

Küsimustike vabavastuselise küsimuse korral hinnati õige vastuse määra õpilase lahenduses. Lahenduse eest oli võimalik saada 0 kuni 1 punkti ning vastused kodeeriti järgnevalt: 0 – õpilase vastus oli vale või puudus, 0,5 – vastus oli osaliselt õige, 1 – vastus oli õige.

Eel- ja järelküsimustiku graafikute analüüsil hinnati graafikutelt andmete lugemise õigsust ning vastused kodeeriti järgnevalt: 0 – vastus oli vale, 1 – vastus oli õige. Iga alaküsimus andis maksimaalselt ühe punkti.

Andmete edasiseks analüüsiks kasutati statistikaprogrammi IBM Statistics SPSS 20 (*Statistical Package of Social Studies*) paariliste valimite t-testi. Paariliste valimite t-testiga sooviti hinnata õpilaste arusaamise ja analüüsioskuse arengut arvutimudeli ja töölehe rakendamise tulemusena. Parameetrilist statistikat kasutati seetõttu, et tunnuste väärtused vastasid normaaljaotusele (Howitt, Cramer, 2005). Normaaljaotuse kontrolliks leiti programmi SPSS abil asümmeetria- ja ekstsessikordajad. Kogutud andmed vastasid normaaljaotusele, sest asümmeetria- ja ekstsessikordaja väärtused jäid vahemikku  $-1 \dots +1$ .

### 3. Tulemused ja arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärkide saavutamiseks rakendati kirjalikke eel- ja järelküsimumustikke ning veebipõhist liustiku mudelit koos töölehega. Need andmed võimaldasid selgitada õpilaste arusaamise arengut liustiku mõistest, liikumisest ja kujunemisest, hinnata visuaalse info (graafikute) analüüsioskust ja meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artiklitest arusaamist.

#### 3.1. Eelküsimumustiku tulemused

Selgitamaks 7. klassi õpilaste arusaamist liustiku teemast ning graafikute ja artiklite analüüsioskusi, analüüsiti esmalt eelküsimumustiku (lisa 1) vastuseid. Esiteks vaadeldi 7. klassi õpilaste arusaamist liustiku mõistest, liikumisest ja kujunemisest. Tulemused on esitatud tabelis 2.

**Tabel 2.** Õpilaste (N=99) arusaamine liustiku teemast eelküsimumustiku tulemuste põhjal.

Alateema	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Liustiku mõiste	42	42	0	0	57	58
Liustiku liikumine	14	14	48	49	37	37
Liustiku kujunemine	43	43	0	0	56	57

Eelküsimumustiku tulemustest lähtub, et liustiku temaatikast vastati kõige paremini liustiku kujunemist puudutavale küsimusele. Vastanutest 43% vastas sellele küsimusele õigesti. Samale küsimusele andis 57% õpilastest vale vastuse. Liustiku mõistet oskas õigesti defineerida 42% õpilastest, kuid 58% õpilastest andis sellele küsimusele vale vastuse. Liustiku liikumisest arusaamine oli õpilastele kõige keerulisem: 14% õpilastest vastas õigesti, 48% vastas osaliselt õigesti ja 37% vastas sellele küsimusele valesti.

Järgmisena uuriti 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsioskust. Tulemused on esitatud tabelis 3.

**Tabel 3.** Õpilaste (N=99) visuaalse info analüüsi oskus eelküsimumustiku tulemuste põhjal.

Ülesanne	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Liikumise graafik	62	63	36	36	1	1
Temperatuuri graafik	4	4	94	95	1	1

63% õpilastest andis õiged vastused küsimustele, mis olid esitatud liikumist kujutava graafiku põhjal. 36% õpilastest vastas küsimustele osaliselt õigesti ja 1%-il olid vastused valed. Matka kestuse kohta esitatud küsimusele anti enamasti õige vastus, kuid raskeimaks osutusid küsimused, mis olid esitatud puhkepeatuse ja peale seda läbitud teepikkuse kohta.

Temperatuuri graafikult luges kõik õiged vastused välja 4% õpilastest. 1% õpilastest vastas temperatuuri puudutavatele küsimustele valesti. 95% õpilastest andis osaliselt õigeid vastuseid. Kui kõrgeima ja madalaima temperatuuri ning temperatuuri ajalise kestuse küsimusele leiti graafikult õiged vastused, siis kellaaega, millal temperatuur tõusma hakkab, luges graafikult valesti enamus õpilastest (92%).

Kolmandaks uuriti, kuidas oskasid 7. klassi õpilased eelküsimumustikus analüüsida meedias ilmunud loodusteaduslikke artikleid (tabel 4).

**Tabel 4.** Õpilaste (N=99) oskus analüüsida meedias ilmunud loodusteadusliku sisuga artikleid eelküsimumustiku tulemuste põhjal.

Ülesanne	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Artikkel 1	80	81	16	16	3	3
Artikkel 2	56	57	33	33	10	10

Õpilased pidid analüüsima artikleid, kus kajastati liustike sulamist ja sellega kaasnevaid ülemaailmseid probleeme. 81% õpilastest leidis õiged vastused küsimustele artikli „Prantsusmaa mägi kaetakse hiigeltekiga” (Artikkel 1) põhjal. 16% vastas neile küsimustele osaliselt õigesti

ning 3% vastas valesti. Artiklit „Liustike kahanemine, merevee taseme tõus” (Artikkel 2) analüüsid leidis õiged vastused 56% õpilastest. 33% õpilastest andis neile küsimustele osaliselt õige vastuse. 10% uuringus osalenud 7. klassi õpilastest ei suutnud artiklit lugedes anda õigeid vastuseid teksti kohta esitatud küsimustele. Tulemuste põhjal saab järeldada, et just põhjendamist nõudvad küsimused vastati vähem sisukamalt või lausa valesti.

### 3.2. Järeloküsimustiku tulemused

Kirjalike järeloküsimustike (lisa 2) vastuste analüüsiga sooviti saada ülevaadet veebipõhiste mudelite rakendamise tulemuslikkusest 7. klassi õpilastel. Esiteks vaadeldi arusaamist liustike teemat käsitlevates küsimustes (tabel 5).

**Tabel 5.** Õpilaste (N=99) arusaamine liustiku teemast järeloküsimustiku tulemuste põhjal.

Küsimus	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Liustiku mõiste	65	66	0	0	34	34
Liustiku liikumine	23	23	57	58	19	19
Liustiku kujunemine	58	59	0	0	41	41

Tabelis 5 esitatud tulemuste põhjal võib leida, et peale mudeli rakendamist on paranenud õpilaste arusaamine liustiku mõistest. 66% õpilastest andis sellele küsimusele õige vastuse, kuid 34% õpilastest ei olnud liustiku mõistest peale mudeli kasutamist õigesti aru saanud. Liustiku kujunemise küsimusele vastas õigesti 59% õpilasi ning 41% vastas valesti. Raskemini mõistetav 7. klassi õpilaste jaoks oli liustiku liikumine, sest 23% neist vastas küsimusele õigesti, 58% osaliselt õigesti ja 19% valesti. Valede vastuste järgi (41%) võib aga hoopis järeldada, et liustiku kujunemine oli kõige halvemini mõistetav protsess võrreldes liustiku mõiste ja liustiku liikumisega.

Andmed 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsi oskuse kohta pärast mudeli rakendamist on esitatud tabelis 6.

**Tabel 6.** Õpilaste (N=99) visuaalse info analüüsi oskus järelküsimumustiku tulemuste põhjal.

Ülesanne	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Liikumise graafik	38	38	55	55	6	6
Temperatuuri graafik	25	25	74	75	0	0

Tabelis 6 esitatud andmetest lähtuvalt vastas liikumise graafiku kõikidele alaküsimustele 38% õpilastest õigesti, 55% osaliselt õigesti ning 6% valesti. Enam eksiti palli trajektoori kõrgeima tulemuse leidmisel viskajast ja visketulemuse leidmisel. Palli trajektoori kõrgeima punkti määras enamik õigesti.

Temperatuuri graafikult leidis õiged vastused 25% õpilastest, 75% vastas osaliselt õigesti ning valesti ei vastanud keegi (0%). Enim eksiti temperatuuri tõusu kestuse määramisel. Enamus õpilastest leidis graafikult õige madalaima ja kõrgeima temperatuuri ning sama temperatuuri püsimise ajavahemiku.

Viimasena vaadeldi meedias ilmunud loodusteaduslike sisuga artiklite analüüsi oskuse tulemusi järelküsimumustikus (tabel 7).

**Tabel 7.** Õpilaste (N=99) oskus analüüsida meedias ilmunud loodusteaduslike artikleid järelküsimumustiku tulemuste põhjal.

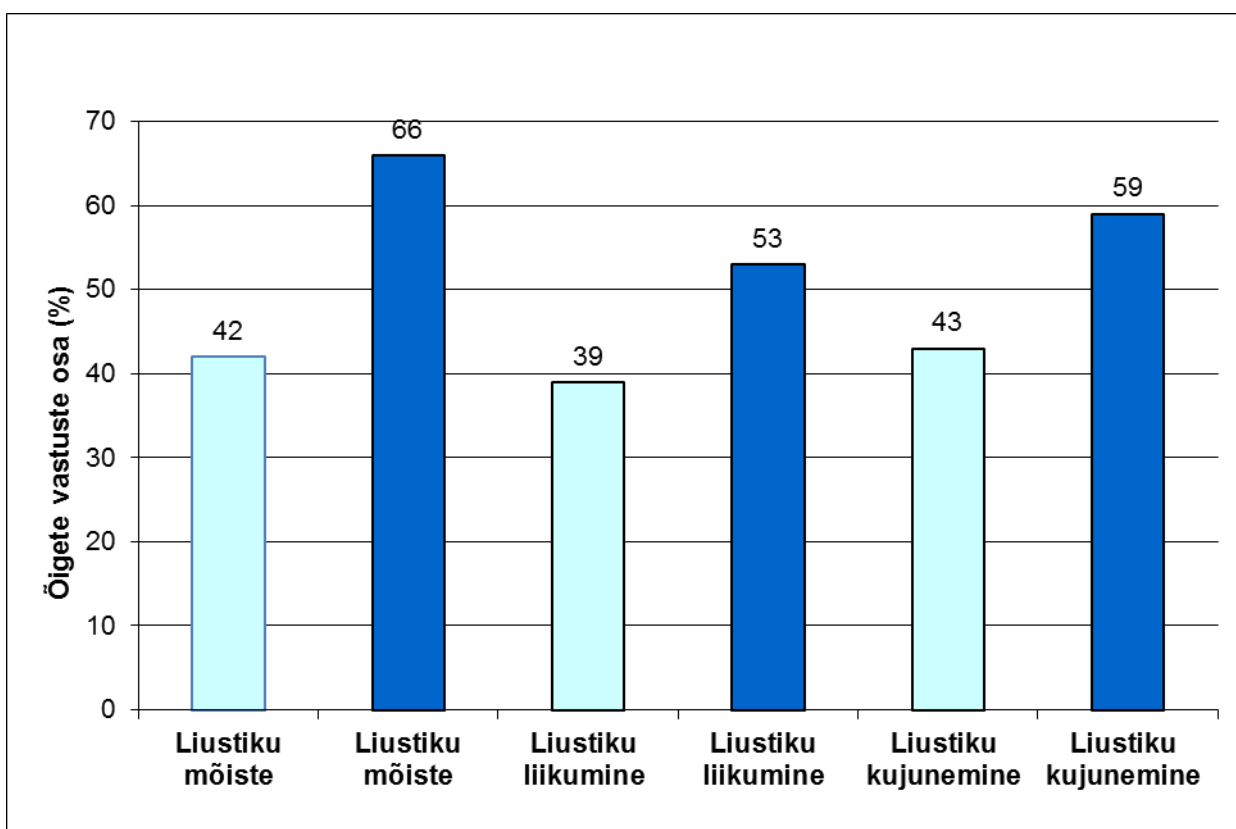
Ülesanne	Õige		Osaliselt õige		Vale	
	N	%	N	%	N	%
Artikkel 1	66	67	32	32	1	1
Artikkel 2	49	49	47	48	3	3

Tulemustest lähtub, et esimeses artiklis käsitletud Alpi liustike sulamisest lugedes andis küsimustele õige 67%, osaliselt õige 32% ja vale vastuse 1% vastanuist. Teises artiklis käsitletud Gröönimaa liustiku sulamise kohta esitatud küsimustele andis õige 49%, osaliselt õige 48% ja

vale vastuse 3% õpilastest. Faktide otsimine tekstist oli õpilaste jaoks lihtsam kui põhjendust nõudvatele küsimustele vastuste leidmine. Selle põhjal saab järeldada, et 7. klassi õpilased ei oska tekstiga töötades piisavalt hästi leida põhjendusi.

### 3.3. Mudelite rakendamise mõju õpilaste arusaamisele liustikest

Selleks, et selgitada uuringus osalenud 7. klassi õpilaste arusaamist liustikest enne ja pärast uuringu läbiviimist, analüüsiti eel- ja järelküsimustiku (lisa 1, 2) vastuseid. Kahe küsimustiku vastuste võrdlus võimaldas selgitada mudelipõhise õppe mõju õpilaste arusaamisele käsitletud teemast.



**Joonis 5.** Õpilaste (N=99) arusaamine liustike teemast eel- (■) ja järelküsimustiku (■) vastuste põhjal.

Magistritöö esimese uurimusküsimusega sooviti leida, mil määral areneb 7. klassi õpilaste arusaamine liustiku teemast animatsiooni ja töölehe rakendamisel. Jooniselt 5 tulenevalt võime tõdeda, et kõige rohkem arenes õpilastel arusaamine liustiku mõistest. Kui eelküsimumustiku vastustes andis õige vastuse 42% õpilastest, siis järelküsimumustikus oli õigete vastuste osa 66%, seega muutus 24% näitab, et õpilaste arusaamine liustiku mõistest oli oluliselt paranenud. Liustiku kujunemisest arusaamine muutus 16% ulatuses, eelküsimumustikus oli õigete vastuste osa 43%, järleküsitluses oli näitaja 59%. Liustiku liikumisest arusaamine muutus 14%, eelküsimumustikus oli õigete vastuste osa 39%, järleküsitluses 53%. Õpilaste arusaamise arengu statistilise olulisuse selgitamiseks rakendati paariliste valimite t-testi (tabel 8).

**Tabel 8.** Õpilaste (N=99) arusaamise areng liustiku teemast eel- ja järelküsimumustiku vastuste alusel analüüsitud paariliste valimite t-testiga.

Alateema	Eelküsimumustik			Järelküsimumustik			t	P
	Keskmine	% (max)	Standardhälve	Keskmine	% (max)	Standardhälve		
Liustiku mõiste	0,42	42 (1)	0,47	0,66	66 (1)	0,47	-4,71	<0,001
Liustiku liikumine	0,77	39 (2)	0,68	1,05	53 (2)	0,66	-4,14	<0,001
Liustiku kujunemine	0,43	43 (1)	0,50	0,59	59 (1)	0,49	-2,94	<0,01
Kokku	1,62	41 (4)	1,13	2,30	58 (4)	1,08	-6,63	<0,001

Eel- ja järelküsimumustiku analüüsist paariliste valimite t-testiga selgus, et liustiku teemast arusaamine paranes liustiku mudelit rakendanud õpilastel statistiliselt olulisel määral ( $t=-6,63$ ;  $p<0,001$ ). Õpilaste keskmine punktisumma eelküsimumustikus oli 1,62, s.t 41% maksimaalsest punktisummast (4). Järelküsimumustiku keskmine punktisumma oli 2,30, sealjuures õigete vastuste osa oli 58%, seega õigete vastuste osakaal oli järleküsitluses suurem 17% võrra.

Liustiku mõistest arusaamine paranes liustiku mudelit rakendanud õpilastel statistiliselt olulisel määral ( $t=-4,71$ ;  $p<0,001$ ). Õpilaste keskmine punktisumma eelküsimumstikus liustiku mõiste alateemale vastamisel oli 0,42, s.t 42% oli õigeid vastuseid. Järeloküsimumstiku keskmine punktisumma liustiku mõiste puhul oli 0,66, s.t 66% oli õigeid vastuseid. Seega liustiku mõiste alateema õigete vastuste osakaal oli järeloküsimumstikus suurem 24% võrra.

Liustiku liikumise alateemast arusaamine paranes õpilastel samuti statistiliselt olulisel määral ( $t=-4,14$ ;  $p<0,001$ ). Õpilaste keskmine punktisumma eelküsimumstikus liustiku liikumise alateemale vastamisel oli 0,77, s.t 39% maksimaalsest punktisummast (2). Järeloküsimumstiku keskmine punktisumma liustiku liikumise alateema puhul oli 1,05, s.t 53% maksimaalsest. Seega liustiku liikumise alateema õigete vastuste osakaal oli järeloküsimumstikus suurem 14% võrra.

Eel- ja järeloküsimumstiku analüüsist paariliste valimite t-testiga selgus, et liustiku kujunemisest arusaamise areng oli küll mõnevõrra väiksem kui areng teistes küsimuses, aga see areng oli siiki statistiliselt oluline ( $t=-2,94$ ;  $p<0,01$ ). Õpilaste keskmine punktisumma eelküsimumstikus liustiku kujunemise alateemale vastamisel oli 0,43, s.t 43% oli õigeid vastuseid. Järeloküsimumstiku keskmine punktisumma liustiku liikumise alateema puhul oli 0,59, s.t 59% oli õigeid vastuseid. Seega liustiku liikumise alateema õigete vastuste osakaal oli järeloküsimumstikus suurem 16% võrra. Siinse magistritöö ja ka eelnevate uuringute (nt Arumäe, 2008; Tagel, 2010) tulemustest lähtudes võib järeldada, et animatsioonide kasutamine õppetöös parandab põhikooli õpilaste arusaamist looduslikest protsessidest.



### 3.4. Visuaalse info analüüsioskus

Magistritöö teise uurimusküsimusega sooviti leida, mil määral arenevad 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsioskused arvutipõhise mudeli rakendamisel. Täpsemalt selgitati, kuidas areneb õpilaste graafikuanalüüsioskus mudeli ja töölehe kasutamise tulemusena.

Sellele uurimusküsimusele vastuse saamiseks analüüsiti eel- (lisa 1) ja järelküsimustike (lisa 2) graafikuülesannete lahendusi paariliste valimite t-testiga. Õpilaste vastuste analüüsil hinnati õige vastuse elementide arvu lahenduses, iga alaküsimus andis maksimaalselt ühe punkti (vt. ptk. 2.5.). Paariliste valimite t-testi tulemused on esitatud tabelis 9.

**Tabel 9.** Õpilaste (N=99) visuaalse info analüüsioskuse areng eel- ja järelküsimustiku vastuste alusel analüüsituna paariliste valimite t-testiga.

Küsimustik	Keskmine	% (max)	Standardhälve	t	p
Eelküsimustik	5,10	73 (7)	1,13	-2,13	<0,05
Järelküsimustik	5,36	76 (7)	1,12		

Tulemustest nähtub, et liustiku mudelit rakendanud õpilaste lahendused eelküsimustikus olid 73% ulatuses õiged ning järelküsimustikus 76% ulatuses õiged, seega visuaalse info analüüsioskus paranes 3% võrra. Eelküsimustikus oli õpilaste keskmine punktisumma kahe ülesande kohta 5,10 ning järelküsimustikus 5,36. Eel- ja järelküsimustiku vastuste analüüs paariliste valimite t-testiga näitas, et visuaalse info analüüsioskus paranes liustiku mudelit rakendanud õpilastel siiski statistiliselt olulisel määral ( $t=-2,13$ ;  $p<0,05$ ).

Rappu (2004) leidis oma uuringus, et diagrammide lugemisoskus oli õpilastel küllaltki kõrge – 90% neist suutis lugeda graafikutelt õiget informatsiooni. Ka käesoleva uuringu tulemused kinnitasid, et õpilaste graafikuanalüüsioskused olid üsna kõrgel tasemel – juba eelküsimustikus said õpilased neis ülesannetes 73% võimalikust punktisummast.

Mitmed uuringud on näidanud, et arvutimudelite kasutamine loodusteaduste õpetamisel arendab õpilaste teksti, graafikute ja jooniskujutiste analüüsioskust ning simulatsiooni rakendamisel areneb põhikooliõpilastel enam teksti- ja graafikute ning gümnaasiumiõpilastel jooniskujutiste analüüsioskus (Pedaste, 2001; Rappu, 2004; Arumäe, 2008). Ka selles magistritöös jõuti järeldusele, et mudelit kasutanud põhikooliõpilastel paranes visuaalse info analüüsioskus statistiliselt olulisel määral.

### 3.5. Meedias ilmunud loodusteaduslike artiklite analüüsioskus

Magistritöö kolmanda uurimusküsimusega sooviti leida, kuidas mõjutab arvutimudeli ja töölehe kasutamine 7. klassi õpilaste oskust vastata meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artiklite kohta esitatud küsimustele. Sellele uurimusküsimusele vastuse saamiseks analüüsiti eel- (lisa 1) ja järelküsimustike (lisa 2) vabavastuselise küsimuse lahendusi paariliste valimite t-testiga. Õpilaste vastuste analüüsil hinnati õige vastuse elementide arvu lahenduses, maksimaalne punktisumma oli 4 (vt. ptk. 2.5.). Paariliste valimite t-testi tulemused on esitatud tabelis 10.

**Tabel 10.** Õpilaste (N=99) oskus analüüsida loodusteadusliku sisuga artikleid eel- ja järelküsimustiku vastuste alusel analüüsituna paariliste valimite t-testiga.

Küsimustik	Keskmine	% (max)	Standardhälve	t	p
Eelküsimustik	3,22	81 (4)	0,94	-2,27	<0,05
Järelküsimustik	3,40	85 (4)	0,78		

Tulemustest nähtub, et liustiku mudelit rakendanud õpilaste vastused olid eelküsimustikus 81% ning järelküsimustikus 85% ulatuses õiged. Tulemustest lähtuvalt näeme, et mudelit kasutanud õpilastel paranes loodusteadusliku sisuga artiklite analüüsioskus 4% võrra. Analüüs paariliste valimite t-testiga kinnitas, et see areng oli ka statistiliselt oluline ( $t=-2,27$ ;  $p<0,05$ ).

Samel (2009) on oma läbiviidud uuringu tulemuste põhjal järeldanud, et õpilased suudavad reprodutseerida koolis õpitut, kuid neist teadmistest pole alati kasu loodusteadusliku sisuga

reaaleluliste artiklite mõistmisel. Käesoleva magistritöö tulemused aga näitasid, et arvutimudeli ja töölehe rakendamise tulemusena oskasid õpilased järelküsimustikus meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artiklite kohta käivatele küsimustele vastuseid leida ja võrreldes eelküsimustiku vastustega neid sisukamalt sõnastada. Samas oli faktide otsimine tekstist õpilaste jaoks siiski lihtsam kui põhjendust nõudvatele küsimustele vastuste leidmine.

Käesoleva magistritöö tulemused kinnitasid, et animatsiooni rakendamine aitas õpilastel paremini mõista loodusteadusliku sisuga artikkelid. Ühtlasi on mitmed teadusuuringud (nt McLellan, 1998) näidanud, et arvutipõhised mudelid võimaldavad igapäevaeluliste protsesside ja teoreetiliste abstraktsete teadmiste omavahelist seost paremini mõista ning seetõttu on mudelite abil omandatud teadmised kergemini ülekantavad igapäevaste probleemide lahendamisel.

## Kokkuvõte

Käesoleva magistritööga sooviti uurida veebipõhise õpikeskkonna „PhET” (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>) liustiku mudeli rakendamise mõju õpiprotsessi tulemuslikkusele.

Uuringule püstitati järgmised eesmärgid.

1. Uurida animatsiooni rakendamise mõju põhikooli õpilaste arusaamisele liustike teemast.
2. Selgitada arvutipõhise mudeli rakendamise mõju põhikooli õpilaste visuaalse info analüüsi- oskustele.
3. Uurida õpilaste oskust analüüsida meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artikleid.

Uuringu instrumentidena koostati kirjalikud eel- ja järelküsimumstikud. Magistritööks vajalike andmete kogumiseks moodustati mugavusvalim, kuhu kuulus 99 õpilast viie Eesti kooli 7. klassidest. Uuring viidi läbi 2011. aasta kevadel ja sügisel.

Uuringu esimeses osas täitsid õpilased eelküsimumstiku, millega uuriti nende esialgset arusaamist liustike teemast. Järgmisena toimus arvutitund, milles õpilased kasutasid liustiku veebipõhist mudelit koos töölehega. Uuringu viimase osana täitsid õpilased järelküsimumstiku, millega hinnati mudeli rakendamise mõju käsitletavatest protsessidest arusaamisele.

Magistritöö esimese uurimusküsimumusega sooviti teada, mil määral areneb 7. klassi õpilaste arusaamine liustiku teemast animatsiooni ja töölehe rakendamisel. Õpilaste eel- ja järelküsimumuste vastuste analüüsist selgus, et uuringus osalenud õpilaste arusaamine liustikest arenes mudelikasutuse tulemusena statistiliselt olulisel määral. Sealjuures oli arusaamise areng statistiliselt oluline kõigis uuritaves aspektides – õpilased oskasid järelküsimumstikus paremini vastata nii liustiku mõistet, liikumist kui ka liustiku kujunemist puudutavatele küsimustele.

Töö teise küsimusega uuriti mil määral arenevad 7. klassi õpilaste visuaalse info analüüsisioskused arvutipõhise mudeli rakendamisel. Õpilaste eel- ja järelküsimuste vastuste analüüsist selgus, et uuringus osalenud õpilaste graafikute analüüsimise oskus arenes statistiliselt olulisel määral.

Uuringu kolmanda uurimusküsimusega taheti teada, kuidas mõjutab arvutimudeli ja töölehe kasutamine 7. klassi õpilaste oskust analüüsida meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artikleid. Vastuse leidmiseks analüüsiti eel- ja järelküsimustikus artiklite põhjal esitatud küsimuste vastuseid. Tulemused näitasid, et mudeli rakendamise tulemusena vastati järelküsimustikus võrreldes eelküsimustikuga meedias avaldatud loodusteadusliku sisuga artiklite kohta esitatud küsimustele sisukamalt.

Eelnevale tuginedes võib väita, et käesolev magistritöö on oma eesmärgid täitnud. Veebipõhise mudeli rakendamine arendas õpilaste arusaamist käsitletavatest looduslikest protsessidest, seega võib väljatöötatud metoodikat soovitada ka teiste loodusteaduslike protsesside õpetamiseks põhikoolis.

## **Tänuavaldused**

Töö autor tänab juhendajat Jaanika Piksööti ning kõiki uurimuses osalenud õpilasi, nende õpetajaid ja eksperte. Lisaks tänan peret mõistva ja toetava suhtumise eest.

## Kasutatud kirjandus

**Ainsworth, S., & van Labeke, N. (2004).** Multiple forms of dynamic representation, *Learning and Instruction*, 14, 241–255.

**Arumäe, H. (2008).** *Loodusteaduslike mudelite mõju 9. klassi õpilaste bioloogiaalaste teadmiste omandamisele ja bioloogia lõpueksami tulemustele.* Magistritöö. Tartu Ülikool. Aadressil <http://www.ut.ee/biodida/magfail/arumae.pdf>.(vaadatud 29.05.2012)

**Avgerinou, M. D. (2003).** A mad-tea party no more: the visual literacy definition problem. In R. E. Griffin, V. S. Williams, & L. Jung (Eds.), *Turning Trees* (pp. 29–41 ). Loretto, PA: IVLA.

**Bajzek, D., Burnette, J., & Rule, G. (2006).** Constructing Computer Models to Provide Accurate Visualizations and Authentic Online Laboratory Experiences in an Introductory Biochemistry Course. In T. Reeves & S. Yamashita (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare and Higher Education 2006* (pp. 14–19). Ceaspeake. AACE, VA.

**Betrancourt, M. (2005).** The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 287–296). New York: Cambridge University Press.

**Branton, B. (1999).** *Visual literacy literature review.* Aadressil <http://vicu.utoronto.ca/staff/branton/litreview.html>.

**Budris, S. (2008).** *Multimeediumipõhiste õpiobjektide koostamine.* Magistritöö. Tallinna Ülikool. Aadressil <http://oppematerjal.sisekaitse.ee/budris/kutse/SBudrismagtoo08.pdf> (vaadatud 27.05.2012)

**Carey, S., & Spelke, E. (1994).** Domain-specific knowledge and conceptual change. In L. A. Hirschfeld, & S. A. Gelman (Eds.) *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 169–199). New York: Cambridge University Press.

**Carey, S. (2000).** Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 13–19.

**Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007).** *Research Methods in Education*. London: Routledge.

**Considine, D. M.; & Haley, G. E. (1999).** *Visual Messages*. 2nd ed. USA: Teacher Ideas Press.

**Debes, J. (1968).** Some foundations for visual literacy. *Audiovisual Instruction*, 13, 961–964.

**Debes, J. (1969).** The loom of visual literacy. *Audiovisual Instruction*, 14, 25–27.

**Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998).** Learning science through models and modeling. In B. Frazer, & K. Tobin (Eds.), *The international handbook of science education* (53–66), Dordrecht: Kluwer.

**Heinich, R., Molenda, M., Russell, J.D., & Smaldino, S. E. (1999).** *Instructional media and technologies for learning*. New Jersey, Upper Saddle River: Prentice Hall.

**Kiiler, E. (2010).** *Visuaalsest grammatikast ja kommunikatsioonist – näiteid digitaalfotograafia vahenditega*. Aadressil [http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalsest\\_grammatikast\\_ja\\_kommunikatsioonist\\_%E2%80%93\\_n%C3%A4iteid\\_digitaalfotograafia\\_vahenditega](http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalsest_grammatikast_ja_kommunikatsioonist_%E2%80%93_n%C3%A4iteid_digitaalfotograafia_vahenditega) (vaadatud 5.04.2012).



**Kisand, K., & Rudanovski, A. (2010).** *Kursuse visuaalne disain: silmale ilus, kasutajale mugav.* Aadressil [http://www.e-ope.ee/\\_download/repository/kasutajamugavus\\_ja\\_ilu.pdf](http://www.e-ope.ee/_download/repository/kasutajamugavus_ja_ilu.pdf) (vaadatud 4.04.2012).

**Laaniste, M. (2005).** Piltide ja kirja keelest. *Keel ja Kirjandus*, 8, 617–629.

**Lawson, A. E. (2002).** Sound and Faulty Arguments Generated by Preservice Biology Teachers When Testing Hypotheses Involving Unobservable Entities. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 237–252.

**McLellan, H. (1996).** Situated learning perspectives. *Educational Technology*, NJ: Englewood Cliffs.

**Liiber, Ü. (2010).** *IKT rakendamise võimalustest geograafiaõpetuses.* Aadressil [http://www.oppekava.ee/images/e/ee/IKT\\_rakendamise%C3%B5imalustest\\_geograafia%C3%B5petuses.pdf](http://www.oppekava.ee/images/e/ee/IKT_rakendamise%C3%B5imalustest_geograafia%C3%B5petuses.pdf) (vaadatud 24.05.2012).

**Lowe, R. K. (2003).** Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13, 157–176.

**Luik, P. (2004).** *Õpitarkvara.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. Aadressil <http://www.hot.ee/kasiraamat/lehed/leht5.htm> (vaadatud 5.04.2012).

**Pedaste, M. (2001).** *Õpilaste probleemide lahendamise oskuste arendamine õpisisimulatsiooniga „Tiigriretk Eestimaal”.* Magistritöö, Tartu Ülikool. Aadressil <http://www.ut.ee/biodida/Pedaste-mag.htm> (vaadatud 24.05.2012).

**PhET.** Aadressil <http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>.

**Portewig, T. C (2004).** Making sense of the visual in technical communication: A visual literacy approach to pedagogy. *Journal of Technical Writing and Communication*, 34 (1&2) 31–42.

**Põhjala, P. (2011).** Kuidas õpetada visuaalset kommunikatsiooni? *Õpetajate Leht* 17.06.2011. Aadressil [http://www.opleht.ee/?archive\\_mode=article&articleid=5739](http://www.opleht.ee/?archive_mode=article&articleid=5739) (vaadatud 04.04.2012).

**Rappu, J. (2004).** *Bioloogiateemaliste graafikute koostamise ja analüüsimise oskus 8. ja 11. klassis.* Pedagoogiline lõputöö, Tartu Ülikool. Aadressil <http://www.ut.ee/biodida/rappu.htm> (vaadatud 24.05.2012).

**Samel, M. (2009).** *Meedias ilmunud artiklite mõistmine kui loodusteadusliku kirjaoskuse komponent.* Magistritöö, Tartu Ülikool. Aadressil [http://www.ut.ee/biodida/magfail/samel\\_2009.pdf](http://www.ut.ee/biodida/magfail/samel_2009.pdf) (vaadatud 24.05.2012).

**Sarapuu, T. (2012).** *Visuaalset kirjaoskust arendavad ülesanded.* Aadressil [http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalset\\_kirjaoskust\\_arendavad\\_%C3%BClesanded](http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalset_kirjaoskust_arendavad_%C3%BClesanded) (vaadatud 7.02.2012).

**Sarapuu, T., & Villako, H.-A. (2010).** Ainekava toetavad arvutimudelid ja -simulatsioonid. Koppel, L. (Toim.). *Valdkonnaraamat põhikooliõpetajatele. Loodusained. Bioloogia* (91–104). Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

**Schnotz, W., & Rasch, T. (2005).** Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning: Why Reduction of Cognitive Load Can Have Negative Results on Learning *ETR, D*, 53, 47–58.

**Tagel, K. (2010).** *Animatsioonide osast aatomi ehituse ja keemilise sideme teema õpetamisel põhikoolis.* Magistritöö, Tartu Ülikool. Aadressil <http://dspace.utlib.ee/dspace/bitstream/handle/10062/16624/Tagel.pdf.txt?sequence=3> (vaadatud 24.05.2012).

**Vabariigi Valitsuse määrus nr 14, lisa 4 (2010).** „Põhikooli riiklik õppekava”

**Wallen, E., Plass, J.L., & Brünken, R. (2005).** The function of annotations in the comprehension of scientific texts: Cognitive load effects and the impact of verbal ability. *Educational Technology Research and Development*, 53, 59–71.

**Van Leeuwen, T., & Jewitt, C. (Eds.) (2003).** *Handbook of Visual Analysis*. London: Sage.

**Vernik, E.-M. (2001).** Funktsionaalne lugemisoskus põhikooli õppekava läbiva teemana. *Õpetajate Leht* 19.01.2001. Aadressil <http://www.opleht.ee/Arhiiv/2001/19.01.01/aine/3.shtml> (vaadatud 02.05.2012).

**Villako, H.-A., Adojaan, K., & Sarapuu, T. (2008).** *Veebipõhised mudelid loodusteaduste õpetamisel*. Aadressil [http://htk.tlu.ee/tiigriope/index.php?title=Veebip%C3%B5hised\\_mudelid\\_loodusteaduste\\_%C3%B5petamisel](http://htk.tlu.ee/tiigriope/index.php?title=Veebip%C3%B5hised_mudelid_loodusteaduste_%C3%B5petamisel) (vaadatud 24.05.2012).

# **The influence of an animation on year seven students' understanding of glaciers**

Aive Kuningas

## **Summary**

The aim of this Master's thesis was to investigate the impact and the effectiveness of the web-based learning environment "PhET" (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>) model of glaciers on the learning process.

The survey had the following goals.

1. To study the effect of applying an animation to understand the subject of glaciers on primary school students.
2. To explain the impact of applying the computer-based model on primary school students' skills of analyzing visual data.
3. To study the students' skills of analyzing scientific articles.

The surveys' instruments were written pre- and post-questionnaires. A convenience sample was formed to collect the necessary data for the Master's thesis, which included 99 students from the 7<sup>th</sup> grades of five Estonian schools. The survey was conducted in the spring and autumn of 2011.

In the first part of the survey, the students filled out a questionnaire, which was for testing their initial understanding of the nature of the glaciers. The next class was held in a computer class, in which students used the Web-based model of the glaciers with a worksheet. In the last part of the study, the students filled out a questionnaire that assessed the impact of the implementation of the model on the understanding of the processes.

The first question of the Master's thesis was to learn about the extent to which the 7<sup>th</sup> grade students' understanding of the subject of glaciers developed by implementing the animation and the worksheet. Analyzing the students' pre- and post questionnaire answers to the questions revealed that understanding of the meaning of the glacier, the motion of the glacier and the formation of the glacier developed significantly.

The second question of the thesis examined the extent to which developed the 7<sup>th</sup> grade students skills of analyzing visual information by applying the computerized model. Analyzing the students' pre- and post questionnaire answers to the questions revealed that the visual information analyzing skills developed in a statistically significant way.

The third question of the study was to explore the effect of the computer model and the worksheet on the 7<sup>th</sup> grade students content analyzing skills of scientific articles published in the media. The pre- and post-questionnaire's answers were analyzed to understand it. The results showed that the implementation of the model resulted in the post-questionnaire's answers about the scientific articles to be more meaningful than the pre-questionnaire's.

On this basis, it can be concluded that this thesis has achieved its objectives. The web-based model of glaciers develops students' understanding of the processes considered; therefore, it can be recommended that the methodology could be used to teach other scientific processes in primary school.

## **Lisad**

**Lisa 1.** Eelküsimumstik.

**Lisa 2.** Järelküsimumstik.

**Lisa 3.** Tööleht.

**Lisa 1.** Eelküsimustik.

**Nimi:** \_\_\_\_\_ **Kool:** \_\_\_\_\_ **Klass:** \_\_\_\_\_

**Liustikud**  
**Eelküsimustik**

**Palun vasta järgnevatele küsimustele!**

1. Palun tutvuda esmalt tekstiga ja vasta seejärel teksti põhjal küsimustele.

**Prantsusmaa mägi kaetakse hiigeltekiga**

Prantsusmaal kaetakse mägi hiiglasliku valge tekiga, et peatada ühes Euroopa armastatuimas suusakeskuses asuva liustiku sulamist. Kuigi ei ole võimalik kaitsta kogu mäekülge, on see eks-pertide sõnul siiski efektiivne ettevõtmine, vahendab Euronews.

Hiigelteki mäele asetamine pole sugugi lihtne. Kuigi appi on võetud helikopter ning kümme meest, läheb neil mäe tekiga katmiseks ikkagi vähemalt kaks päeva. Siiski peetakse seda 30 000 eurot (470 000 Eesti krooni) maksma minevat tegevust igati vajalikuks.

Les Arcs'i suusakeskuse pressiesindaja Gilles Grandi sõnul on suurema liustiku päästmine veel täiesti võimalik. Kuigi tegemist on esimese mäekattega Prantsusmaal, ei ole selline ettevõtmine midagi uut. Nii Austrias kui Šveitsis on juba viis aastat kasutatud hiiglaslikke tekke, et kaitsta liustikke globaalse soojenemise eest.

*(Allikas: Postimees 23.07.2010; <http://www.postimees.ee/291123/prantsusmaa-magi-kaetakse-hiigeltekiga/>)*

Miks Prantsusmaal kaetakse liustikku tekiga? \_\_\_\_\_

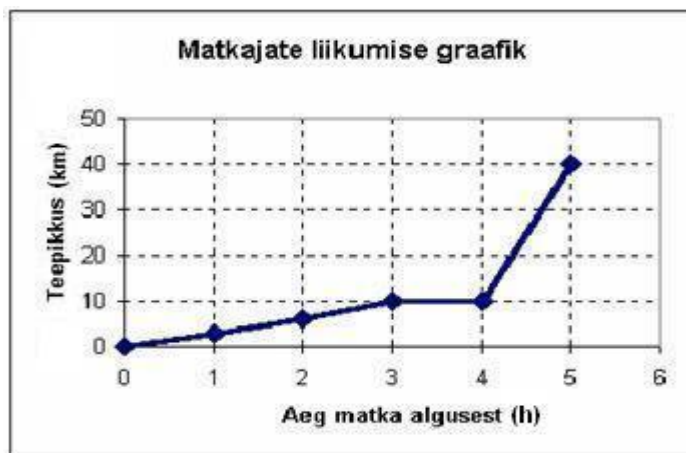
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mis põhjustab liustike sulamist maailmas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



2. Palun leia vastused graafikult.

Mitu tundi kestis matk? \_\_\_\_\_

Mitu kilomeetrit oldi käidud, kui tehti puhkepeatus? \_\_\_\_\_

Mitu kilomeetrit läbiti pärast puhkust? \_\_\_\_\_

3. Palun tee ring ümber kõige õigema vastuse ees olevale tähele.

Liustik on ...

- a) mägedes paiknev koht, kus saab suusatada ja kelgutada ,
- b) lumine ja jäine koht mäe otsas,
- c) lume tihenemisel ja ümberkristalliseerumisel tekkinud jäämass,
- d) jääst ja lumest koosnevad mäed, mis on lainelise ja sileda kujuga,

... mis ei sulav suvel täielikult.

4. Palun loe järgnevat teksti ja vasta selle põhjal küsimustele.

### **Liustike kahanemine, merevee taseme tõus**

Liustikud Alpides ja teistes mägi piirkondades üle kogu Euroopa taanduvad. See tendents vähendab mitme liustikest väljavoolanud veest sõltuva jõe vooluhulka suvel ning suurendab järgnevatel aastakümnetel veepuuduse ja põua riski. Hüdroelektri tootmine väheneb ning soojemad temperatuurid vähendavad taliturismi.

Kliimamuutusega tõuseb ka merevee tase, mis uuristab rannikut ning koos tugevate tormidega ohustab madalal asuvaid rannikulinnasid üleujutustega. Valitsustevaheline kliimamuutuste



ekspertrühm hoiatab, et 2070. aastaks mõjutab see täiendavalt 1,6 miljonit eurooplast. Merevee taseme tõus kahjustab ka rannikuäärseid märgalasid.



Liustikud Austria kõrgeimal mäel Grossglockneril kaovad kliima soojenemise tõttu.  
(Allikas:<http://ec.europa.eu/environment/water/participation/pdf/waternotes/WN10-Climate%20change-ET.pdf>)

Mis põhjustab järgnevatel aastakümnetel suuremat veepuudust? \_\_\_\_\_

---

---

Mida kliimamuutus Euroopas endaga kaasa toob? \_\_\_\_\_

---

---

**5.** Palun märgi kõik õiged vastusevariandid.

Liustiku liikumist mõjutavad: a) liustiku enda raskus ja gravitatsioonijõud;

b) maavärinad, hoovused ja kliima;

c) liustiku paksus, liustiku temperatuur ja nõlva kaldenurk;

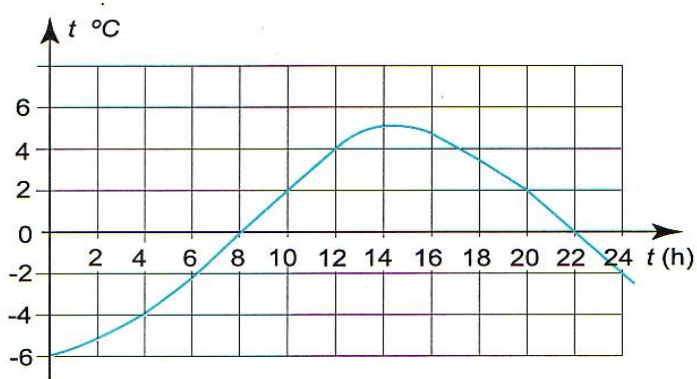
d) loomade liikumine ja vibratsioon;

**6.** Palun tee ring ümber kõige õigema vastuse ees olevale tähele.

Liustike kujunemiseks:

- a) on vaja külma ja sooja ilma, palju vett, mägesid ja maavärinaid;
- b) on vaja väga külma kliimat, ei ole aga vaja piisavalt sademeid, sest liustik saab kujuneda vaid siis, kui jää sulamine ja aurustumine on väiksem lume kuhjumisest;
- c) on vaja madalat temperatuuri, lund ja jääd, tuult, sileda pinnaga kõrget mäge;
- d) ei ole vaja väga külma kliimat, on vaja piisavalt sademeid, sest liustik saab kujuneda vaid siis, kui jää sulamine ja aurustumine on väiksem lume kuhjumisest.

7. Palun tutvuga graafikuga ning vasta selle põhjal küsimustele.



Mis kellaajast hakkab temperatuur tõusma? \_\_\_\_\_

Mis kellani kestab tõus? \_\_\_\_\_

Ööpäeva kõrgeim temperatuur on \_\_\_\_\_ ja madalaim temperatuur on \_\_\_\_\_.

**Anna täidetud küsimustik õpetajale. Aitäh!**

**Lisa 2. Järeloküsimustik.**

**Nimi:** \_\_\_\_\_ **Kool:** \_\_\_\_\_ **Klass:** \_\_\_\_\_

**Liustikud**  
**Järeloküsimustik**

**Palun vasta järgnevatele küsimustele!**

**1.** Loe palun tekst läbi ja leia sealt küsimustele vastused.

**Alpide liustikud sulavad**

Järgneva sajandi jooksul sulab kliimamuutuste tõttu kuni kolmveerand Alpide liustikest, en-nus-tab Šveitsis asuv maailma liustike seireteenistuse uuring.

Teadlased lähtusid tõenäolistest muutustest temperatuuris ja sademete hulgas, mille järgi koostati arvutis mudel. Ennustust toetab ka ajalugu: kui 1850-ndatel aastatel kattis jää Alpides umbes 4474 km<sup>2</sup>, siis 1970-ndatel oli jää pindala langenud 2900 ja aastatuhande vahetuseks 2272 km<sup>2</sup>-ni. Suurimad muutused hakkasid toimuma alates 1985. aastast, dekaadi keskmine jääkaotus on tõusnud 8,2 protsendini (aastail 1850–1970 oli see keskmiselt 2,9 protsenti). Samuti nihkub temperatuuri tõustes lumepiir mägedes kõrgemale.

Liustike sulamine on Alpides ja nende lähedal elavatele inimestele väga halb uudis, sest need on olulised joogivee allikad ning tähtsad turismi, põllumajanduse ja hüdroenergeetika seisukohast.

*(Allikas: Eesti Päevaleht 08.04.2006*

*<http://www.epl.ee/news/kultuur/alpide-liustikud-sulavad.d?id=51036063>)*

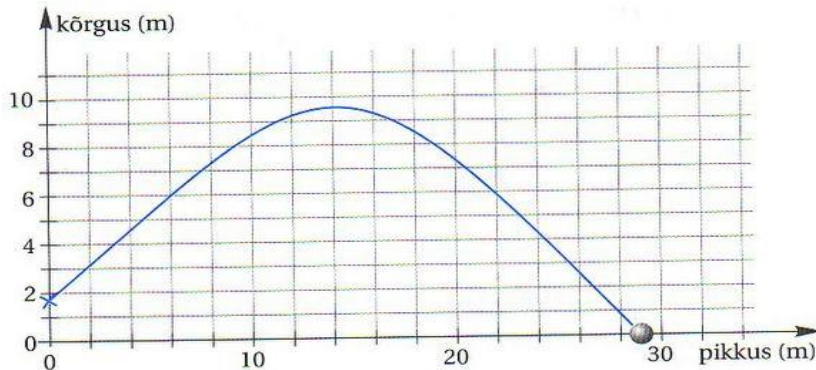
Kuidas liustike sulamine mõjutab inimesi Euroopas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mida ennustavad maailma liustike seireteenistuse uurijad? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Palun leia graafiku põhjal vastused.



Mitme meetri kaugusel viskajast on pall kõige kõrgemal? \_\_\_\_\_

Palli trajektoori kõrgeim punkt on \_\_\_\_\_ meetri kõrgusel.

Millise tulemuse sai kirja palliviskaja? \_\_\_\_\_

3. Palun tee ring ümber õige vastuse ees olevale tähele.

Liustik on ...

- a) mägedes paiknev koht, kus saab suusatada ja kelgutada ,
- b) lumine ja jäine koht mäe otsas,
- c) lume tihenemisel ja ümberkristalliseerumisel tekkinud jäämass,
- d) jääst ja lumest koosnevad mäed, mis on lainelise ja sileda kujuga,

... mis ei sula suvel täielikult.

4. Loe palun tekst läbi ning seejärel vasta küsimustele.

### Gröönimaa liustik «kihutab» ookeani poole

GPS-seadmete ja satelliitide abil jälgitav Kangerdlugssuaqi liustik tungib edasi kuni 14 kilomeetrit aastas. Ühtlasi kaotab liustik tohutu kiirusega oma kogukust ning osa liustikust on tänava oma tekkealast taandunud viie kilomeetri võrra.

Seitsme kilomeetri laiune, 30 kilomeetri pikkune ja kilomeetrisügavune liustik kaotab oma jää-massist umbes neli protsenti ning Põhja-Atlandisse voolab seega kümneid kuupmeetreid

värsket vett. See omakorda tõstab oluliselt maailmamere veetaset ning mõjutab ookeani ringlussüsteemi.

Teadlased on juba praegu täheldanud kasvu Gröönimaa liustike mere poole liikumise kiiruses. Hamiltoni hinnangul võib kiiret sulamist põhjustada mitu tegurit. Gröönimaa jääkatte intensiivsem sulamine suviti tekitab suurel hulgal vett, mis nõrgub liustiku alla ning soodustab selle voolamist üle kaljude ookeani suunas.

Liustiku taandumist võib kiirendada ka see, kui soojenemise tagajärjel satuvad kontakti kõrgema temperatuuriga ookeanivesi ja liustikud Kangerdlugssuaq ja Helheim.



Kangerdlugssuaqi liustik Gröönimaal.

*(Allikas: Postimees 10.12.2005*

*[http://rooma.postimees.ee/010306/online\\_uudised/185809\\_print.php](http://rooma.postimees.ee/010306/online_uudised/185809_print.php))*

Mis põhjustab liustike kiiret sulamist Gröönimaal? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Miks maailmamere veetase oluliselt tõuseb? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Palun märgi kõik õiged vastusevariandid.

Liustiku liikumist mõjutavad:

- a) liustiku enda raskus ja gravitatsioonijõud;
- b) maavärinad, hoovused ja kliima;
- c) liustiku paksus, liustiku temperatuur ja nõlva kaldenurk;
- d) loomade liikumine ja vibratsioon.

6. Palun tee ring ümber kõige õigema vastuse ees olevale tähele.

Liustike kujunemiseks:

- a) on vaja külma ja sooja ilma, palju vett, mägesid ja maavärinaid;
- b) on vaja väga külma kliimat, ei ole aga vaja piisavalt sademeid, sest liustik saab kujuneda vaid siis, kui jää sulamine ja aurustumine on väiksem lume kuhjumisest;
- c) on vaja madalat temperatuuri, lund ja jääd, tuult, sileda pinnaga kõrget mäge;
- d) ei ole vaja väga külma kliimat, on vaja piisavalt sademeid, sest liustik saab kujuneda vaid siis, kui jää sulamine ja aurustumine on väiksem lume kuhjumisest.

7. Palun leia küsimustele vastused graafikult.



Ööpäeva madalaim temperatuur on \_\_\_\_\_ ja kõrgeim temperatuur on \_\_\_\_\_

Mitu tundi kestis temperatuuri tõus? \_\_\_\_\_

Millisel ajavahemikul temperatuur püsis sama? \_\_\_\_\_

**Anna täidetud küsimustik õpetajale. Aitäh!**

Lisa 3. Tööleht.

Nimi: \_\_\_\_\_ Kool: \_\_\_\_\_ Klass: \_\_\_\_\_

## Mäeliustikud

**Tänases tunnis uurid mäeliustiku muutumist, liikumist. Enne mudeli kasutamist loe läbi töölehe juures olev teoorialeht!**

**Palun toimi järgnevate juhiste järgi!**

1. Mine Interneti aadressile <http://phet.colorado.edu/en/simulation/glaciers>.
2. Keri lehte allapoole, kuni jõuad kirjani TRANSLATED VERSIONS.
3. Selle alt otsi keel – *eesti* ning klõpsa rea lõpus olevale nupule *Run Now*. Seejärel avaneb liustiku animatsioon.
4. Tutvu mõne minuti jooksul mudeli võimalustega.

**Selle töölehe täitmiseks on Sul aega 40 minutit!**

### Lume saaga

Oli november ning maha oli sadanud esimene lumi. Juss ja Kusti tõttasid õue esimesi lumerõõmu nautima. Neil vedas, sest sellel aastal sadas maha korraga palju lund. Nii mõnus oli lumes end rullida ja uperpallitada. Kui neil nii sama lumes möllamisest isu täis sai, mõtlesid nad midagi ekstreemsemat ette võtta. Nimelt oli Jussi isa kuuri äärde kokku kuhjanud õuel oleva lume ning lumehang ulatus räästani. Kuna kuuri katus on küllaltki madala kaldega, siis otsustasid poisid proovida katuselt hange hüppamist. Oli see alles vahva! Nad kukkusid nagu pehmetele patjadele, haiget ei saanud.

Talve jooksul proovisid nad mitmeidki kordi katuselt allahüppamist, sest peale katuse puhastamist ei viitsinud nad redelit kasutada.

Kevade poole, peale suurt sula, kui nad jälle pidid kuurikatust puhastama lumest, siis Kusti keeldus hüppamast lumme. Alla tulekuks kasutas ta redelit. Miks?

**1. Miks kasutas Kusti katuselt alla tulemiseks kevade poole redelit? \_\_\_\_\_**

Järgnevatele küsimustele vastamiseks kasuta mudelit. Vali mõõtühikuteks *meetermõõdustik*. Sea liustik *stabiilsesse olekusse*. Vali tööriistakastist *termomeeter* ja *jäävarumõõdik* ning paiguta need liustikule. Täida alljärgnev tabel!

Merepinna õhu-temperatuur (°C)	Keskmine lumikate (m)	Temperatuur liustikul	Kogunemine aastas	Jäävaru aastas
13	0 m			
15	0,4 m			
17	0,7 m			
19	1,0 m			
20	1,5 m			

**2. Mida võid tabeli andmete põhjal järeldada (kasuta mõisteid: temperatuur, jäävaru, kogunemine aastas)?** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Vajuta nupule *Tühista kõik*. Vali uuesti *meetermõõdustik*. Võta tööriistaks *jää paksuse mõõdik* ning mõõda jää paksust erinevates kohtades. Tabeli esimesed lahtrid (merepinna õhutemperatuur, keskmine lumikate) täida endale sobivalt noolt liigutades. Palun täida tabel!

Merepinna õhutemperatuur (°C)	Keskmine lumikate (m)	Jää paksus (m)



Vasta tabeli põhjal küsimusele!

**3. Kuidas muutus jää paksus arvestades merepinna õhutemperatuuri?** \_\_\_\_\_

---

---

Vali ülevalt vasakult *Edenemine*. Tee parema hiireklahviga graafikute lahtri ruudus klõps. Avaneb õhutemperatuuri ja kõrguse suhte graafik.

**4. Kuidas õhutemperatuur muutub kõrguse kasvades?** \_\_\_\_\_

---

---

Tee parema hiireklahviga graafikute lahtris klõps *jäävaru ja kõrguse suhte* ruudukeses.

**5. Miks on jäävarul ja kogunemisel erinevad graafikud? Millest on see tingitud?**

---

---

Vajuta nupule *Tühista kõik*. Vali uuesti *meetermõõdustik*. Peata liustiku liikumine vajutades „*Stop*” nupule. Võta tööriistaks *puur*. Puuri liustikku. Võta tööriistaks *GPS* ning sellega mõõda liustiku teepikkus algusest ning kõrgus. Kanna andmed tabelisse.

<b>Katsed</b>	<b>Teepikkus (m)</b>	<b>Kõrgus (m)</b>
1.		
2.		
3.		
4.		

**6. Pane liustik nupule „Mängi” vajutades uuesti liikuma ning jälgi puurauke. Kuidas puurauk muutus? Miks?** \_\_\_\_\_

---

---

**7. Kasutades eelnevalt saadud teadmisi, selgita, miks kasutas Kusti katuselt alla tulemiseks kevade poole redelit?** \_\_\_\_\_

---

---

**Anna täidetud tööleht õpetajale ning sulge mudel. Aitäh!**

## Teooria

### Mäeliustik (2%)

Maakeral leidub paiku, kus suvesoojusest ei piisa kogu lume sulatamiseks. Tekib lume ülejääk, mis aasta-aastalt suureneb. Lumekihi paksus võib kohati olla üle 100 m. Kohtades, kus on alati külm, muutuvad lumekihid omaenda raskuse tõttu jääks, sest lumest surutakse õhk välja ning tekib **liustik**. Liustiku tekkeks on vaja eelkõige küllalt sademeid ning madalat aasta keskmist temperatuuri. Liustikku nimetatakse sageli allamäge voolavaks jäätunud jõeks, mis liigub oma lähtekohast ehk jäätumiskeskusest eemale. Üle 20 m paksusega liustikes muutub surve alumistele kihtidele aina suuremaks, jäämass ei suuda oma kuju säilitada ning hakkab liikuma. Tihti libisevad liustikud justkui õhukesel sulavee kihil. Üldiselt valib liustik oma vooluteeks olemasoleva oru. Liustiku liikumise kiirus sõltub juurde sadava lume hulgast, jäätihedusest, temperatuurist ning nõlva järskusest. Mõned liustikud liiguvad 1 m ööpäevas, teised aga 50 m ööpäevas. Liustiku ülemist osa nimetatakse **toitealaks**. See asub pilvepiiril, kus sajab pidevalt juurde uut lund. Lumi kuhjub ja muutub jääks. Liustiku allosas on aga **äravooluala**, kus jää sulab veeks. Liustiku voolamisel mööda kaljusid võivad liustikku tekkida sügavad **liustikulõhed**. Mäeliustikest saavad alguse paljud mäestikujõed. Mäestikes kuhjuvad liustike ette ja külgedele vallid – otsa- ja küljemoorenid, mis sisaldavad erineva suurusega kivimiosakesi ja isegi rändrahne. **Moreen** võib tähistada pinnavormi kui ka liustiku kuhjatud setet.



Fedtsenko liustik Aasias Pamiiri mäestikus on pikim mägiliustik, mille algus on 6280 m kõrgusel ja lõpp 2900 m kõrgusel (Paksus 1000 m, suurus 824 km<sup>2</sup>, kiirus 67 cm/ööp, pikkus 77 km, laius 2,6 km.)

### **Mandriliustik (98%)**

Igilume ja igijää aladel on kogu aasta vältel õhutemperatuur alla null kraadi. Sellest tulenevalt ei sula lumi ega jää seal kunagi ära. Sademeid aga vähesel määral siiski esineb, mille tulemusena on seal tuhandete aastate jooksul moodustunud hiiglaslike mõõtmetega igijää- ja igilumeväljad. Sellise jääkilbi paksus võib ulatuda mitme kilomeetrini. Seda jääkilpi nimetatakse **mandrijääks**. Mandrijää pealmiste kihtide aina uuel ladestumisel muutuvad nad nii raskeks, et mandrinõlva piisavalt suure kallaku korral võib see hakata mööda kallakut allapoole libisema, moodustades niimoodi **mandriliustiku**. Mandriliustikud liiguvad kiirusega 2 km aastas.



Torsukatak Fjord, Diskobay, Lääne Gröönimaa.

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

Mina Aive Kuningas

(sünnikuupäev: 13.03.1965)

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

7. klassi õpilaste arusaamise kujunemine liustike teemast animatsiooni rakendamisel,

mille juhendaja on Jaanika Piksööt,

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**