

Tartu Ülikool  
Loodus- ja tehnoloogiateaduskond  
Ökoloogia ja Maateaduste instituut  
Geograafia osakond

Lõputöö

## **Kliimamuutused ja kohanemisstrateegiad Eestis ja Euroopa Liidus**

**Tõnu Vabrit**

Juhendaja: MSc Ülle Napa  
MSc Kaie Kriiska

Kaitsmisele lubatud:

Juhendaja:

Osakonna juhataja:

Tartu 2014

## Sisukord

Töös kasutatud lühendid.....	3
1. Sissejuhatus .....	4
2. Kliimamuutused ja selle põhjused.....	5
2.1 Kliimamuutused ja globaalne soojenemine.....	5
2.2. Kasvuhoonegaasid.....	6
2.2.1. Süsihappegaas.....	8
2.2.2. Metaan .....	8
2.2.3. Lämmastikdioksiid .....	9
2.2.4. Freoonid.....	9
3. Kliimamuutused Euroopas .....	11
3.1. Hetkeolukord .....	11
3.2. Tulevikus (võimalikud) toimuvad muutused.....	12
3.3. Kliimamuutustega kohanemise keskkonnapoliitika Euroopa Liidus .....	14
4. Kliimamuutused Eestis .....	17
4.1. Hetkeolukord .....	17
4.2. Tulevikus (võimalikud) toimuvad muutused Eestis .....	19
4.2.1. Metsandus.....	19
4.2.2. Põllumajandus .....	21
4.2.3. Mageveekeskkond ja -elustik .....	22
4.2.4. Merekeskkond ja -elustik .....	23
4.3. Kliimamuutustega kohanemisega seotud keskkonnapoliitika Eestis .....	24
5. Kliimamuutustega kohanemine ja arutelu .....	25
6. Kokkuvõte .....	28
Summary.....	29
Tänuavaldused.....	30
Kasutatud kirjandus .....	31
Lihtlitsents .....	35

## Töös kasutatud lühendid

- % - protsent ehk osa sajast
- °C – temperatuuri kraad
- AGA – tööstusgaasiettevõtte
- CAN-E – Kliima Tegevuskava Võrgustik – Euroopas
- CH<sub>4</sub> – metaan
- CO<sub>2</sub> – süsinikdioksiid
- EEA – Euroopa Keskkonnaagentuur
- EL – Euroopa Liit
- HFC – fluorosüivesinikud
- IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* – Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu
- Kg – kilogramm
- KOM – Euroopa Komisjon
- l – liiter
- mg – milligramm
- MTÜ – mittetulundusühing
- N<sub>2</sub>O – lämmastikdioksiid
- NOAA – Riiklik Ookeani ja Atmosfääri Administratsioon
- PFC – Perfluoreeritud süsinikuühendid
- ppm – osa miljoni kohta ehk lahjendatud ainete kontsentratsioon vees või pinnases miljoni osa kohta. Näiteks 1ppm = 1 mg ainet liitri vee kohta (mg/l) või 1 mg ainet kilogrammi mulla kohta (mg/kg)
- SF<sub>6</sub> – väävelheksafluoriid
- UNESCO – Ühinenud Rahvaste Hariduse, Teaduse ja Kultuuri Organisatsioon
- UV - ultraviolettkiirgus
- ÜRO – Ühinenud Rahvaste Organisatsioon

## 1. Sissejuhatus

Kliimamuutused on nähtused, mis hõlmavad kõiki inimesi ning elusorganisme. Kliima on ajas muutuv ning lisaks looduslikele muutustele põhjustab intensiivne inimtegevus keskkonnale kahjulikke tagajärgi, millega tuleb kõigil kohaneda. Piirkonna keskkonnamuutustest tingitud haavatavus on sõltuv geograafilisest asukohast. Kliimamuutuste mõjud rannikualadel, kõrgendike ning madalike piirkondades on erinevad.

Eesti on hakanud reageerima erinevatele kliimamuutusest põhjustatud tagajärgedele nii poliitiliste regulatsioonidega kui ka praktiliste uurimustega, mis täiendavad varasemat informatsiooni. Seda põhjusel, et minevikus tekitatud kahju looduskeskkonnale ei kao ning nüüd tuleb tulevastes ettevõtmistes sellega arvestada. Tulenevalt ELi kliimamuutustega kohanemise strateegia dokumendist, on Eestil kohustatud antud probleemiga tegelema (KOM, 2012).

Käesoleva uurimistöö põhieesmärk on anda ülevaade ilmnenu ja võimalikest tulevastest kliimamuutustest Eestis ja Euroopas, sealjuures pöörates erilist rõhku keskkonnapoliitilisele küljele, millised on riiklikud kliimamuutustega kohanemise strateegiad ja tegevused võitlemaks kliimamuutustega. Uurimusse on integreeritud erinevate kliimategurite ning inimtegevuse tagajärjel tekkinud mõjud elukeskkonnale ja koondatud seadusandlust puudutav materjal. Käsitletud on poliitilisi õigusakte ning strateegiaid, milles on arvestatud kliimamuutustega ELi ja Eesti tasandil. Oluline ei ole ainult hinnata kahjusid, vaid samuti prognoosida täpsemaid muutusi ning analüüsida erinevaid stsenaariume, kuidas kohaneda muutuva kliimaga ning ennetada ja leevendada pöördumatuid kahjustusi loodusele.

Töö esimene sisuline peatükk annab ülevaate kliimamuutuste taustast. Teises peatükis on välja toodud kliimamuutuste mõju Euroopas ning kuidas Euroopa Liit on integreerinud inimtegevusest tulenevaid keskkonnaprobleeme ning nende leevendamise vajadust rahvusvahelisse keskkonnapoliitika raamistikku. Kolmandas peatükis on käsitletud kliimamuutuste mõju ja leevendamismeetmeid Eestis.

## **2. Kliimamuutused ja selle põhjused**

### **2.1 Kliimamuutused ja globaalne soojenemine**

Kliima ehk ilmastu on aastate vältel välja kujunenud keskmiste ilmade vaheldumine eri perioodidel ja kliimavöötmes. See pidevas muutumises olev režiim on mõjutatud erinevatest teguritest. Kliima sõltub eelkõige looduslikest teguritest ja protsessidest: päikesekiirguse hulk, soojad ja külmad hoovused, mandrite ja ookeanite paiknemine, atmosfääri läbipaistvus, õhumassid ja kõrgus merepinnast (Tarand et al., 2013). Kuna tegurid ei ole püsivad ja sõltuvad erinevatest aspektidest, siis aastate jooksul põhjustab see kliimarežiimis muutuseid, millega Maa elanikkond peab arvestama ja kohanema.

Kliimamuutused on tänapäeva maailmas üha rohkem tähelepanu saav teema. Varasemad kliimamuutused on olnud eelkõige tsüklilised, mis on kestnud teatud ajavahemiku ning vaibunud või muutunud kliimatsükli osaks (Kalm, 2009). Muutuseid väljendab statistika ning kliima iseloomustamiseks arvestatakse ilmastikuvaatluste keskmiseid ja ekstreemseid väärtusi erinevatel perioodidel. Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon on kliimanäitajate arvutamise ajavahemiku pikkuseks võtnud 30 aastat ning viimane periood oli 1961-1990 (Keskkonnaagentuur, 2014). Mida rohkem võimendatud muutuseid tekib, seda suuremaks globaalseks probleemiks kujuneb muutuv ilmastik kõigi jaoks. See võib viia praeguse elukeskkonna olulise ümber kujunemiseni või elupaikade hävimiseni. Seega on tegu keskkonnaprobleemiga, mis võib hõlmata kindlat piirkonda lokaalsest kuni globaalse tasandini.

Kliimamuutuste põhjused võivad olla nii antropogeensed kui ka looduslikud (IPCC, 2007). Looduslikult on kliimamuutused toimunud kogu aeg, kuid alates 20. sajandi keskpaigast tulenevat globaalset soojenemist peetakse suuresti inimtegevuse tagajärjeks (EEA, kuupäev puudub).

Globaalne soojenemine on eelkõige maapinnalähedase atmosfääri ja ookeanide keskmise temperatuuri tõus teatud aja jooksul. Kiiremini soojenevad Maa polaaralad ja aeglasemalt sisemaa kuid välistatud ei ole arvutusliku keskmise temperatuuri langus teatud piirkondades. Inimtegevuse tagajärjel tõusev globaalne keskmine temperatuur põhjustab erinevaid muutuseid kliimarežiimis, mis muudavad looduslike protsesse erinevates paikades (Velbri I, 2009). Kliimamuutuste võimalikeks tagajärjedeks on mageveevarude probleemid, mulla

kvaliteedi langus, muutused ökosüsteemis, metsa ebahütlane kasv, üleujutuste ja tormide riski suurenemine ja loomade ning inimeste elupaikade hävimine (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010).

Kui Maa keskmine õhutemperatuur tõuseb 1 kraadi võrra, põhjustab soojenev meri rohkem orkaane ning korallrifid, mis on juba praegu 70% hävinenud, võivad kaduda lõplikult. Maa temperatuuri tõusmisel kahe kraadi võrra surevad jääkarud tõenäoliselt välja ning kasvuhuonegaaside heide muudab märgatavalt mere elutingimusi: kohati muutub veekeskond liiga happeliseks. Vähemalt 1/3 loomaliikidest satuks suremisohu ning suvisel ajal oleks Euroopa suurlinnades kuumaperioodid, mil temperatuur tõuseb üle 40 kraadi. Globaalse temperatuuri tõusmisel 3–4 kraadi võrra oleks elu Maal juba väga häiritud: kogu jää ja vihmametsad kaoksid ning tekiks palju kõrbestunud alasid. Edasine temperatuuri tõus on teadmata tagajärgedega ning tekib kahtlus, kas inimene elaks selle üle (Eesti Keskkonnauuringute Keskuse F-gaaside veeb, kuupäev puudub).

Inimtegevuse tagajärjel on suurenenud kasvuhuonegaaside paiskamine õhku ja sellest tulenevalt globaalne soojenemine. Peamised kasvuhuonegaasid lisaks veeaurule on: süsihappegaas, metaan, lämmastikdioksiid ja freoonid. Need gaasid satuvad atmosfääri inimtegevuse tagajärjel näiteks fossiilkütuste põletamisel, lageraie teostamisel ning põllumajanduse tagajärjel (Klaas, 2008). Kasvuhuonegaaside suurenenud emissiooni tagajärjel tekkinud globaalne soojenemine mõjutab Maa elukeskkonna kvaliteeti. Intensiivistunud inimtegevus on põhjustanud suuri keskkonnamuutusi ja järjest süvenevaid negatiivseid mõjusid loodusele. Inimkonna arenguga on kaasnenud ulatuslik saastatus ja seega on tekkinud vajadus ümber kohaneda, kasutada planeedi ressursse jätkusuutlikul moel ning võtta nii poliitilisel kui ka ökoloogilisel tasandil vastu kliimamuutuste kahjulikku mõju ennetavaid ja leevendavaid meetmeid.

## **2.2. Kasvuhuonegaasid**

Maa atmosfääri ümbritseb looduslik gaasiline keskkond, mis kaitseb ja hoiab eluks sobivat keskkonda Maal (Velbri II, 2009). Kasvuhuonegaasideta oleks Maa keskmine temperatuur -18°C hetkelise 15°C asemel, kogu vesi oleks tahkes olekus ning praegune elukeskkond ei eksisteeriks (Lang, 2010). Kasvuhuonegaasid on omadustelt soojust kinnipidavad ehk need ei lase soojust Maa atmosfäärist välja, vaid peegeldavad osa soojuskiirgust tagasi maapinnale. Seda protsessi tähistatakse terminiga „kasvuhuoneefekt“. Kõrgenenud kasvuhuonegaaside

tase ei põhjusta ainult õhutemperatuuri tõusu, vaid toob kaasa ulatuslikke muutusi atmosfääris (Klaas, 2008). Näidetena saab siinkohal tuua muutused atmosfääri tsirkulatsioonis: pikaajaline soojenemine põhjustab muutuseid sademete hulgas ja jaotumises, maismaa ja mere temperatuuris ning keskmise meretaseme tõusu, ranniku erosiooni ohu suurenemist ning ekstreemseid ilmastikutingimusi. Viimaste tagajärjel tugevnevad orkaanid ja tsunamid, mis toovad kaasa tõsiste tagajärgedega loodusõnnetusi (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013).

Kasvuhooneefekt on loomulik ja vältimatu eeltingimus eluks Maal, kuid kasvuhoonegaaside sisaldus võib erinevatel põhjustel muutuda ning põhjustada katastroofilisi tagajärgi, eelkõige globaalset soojenemist. Päikeseenergia läbib atmosfääri, osa sellest soojusest peegeldub tagasi maailmaruumi ning osa sellest püüavad kinni kasvuhoonegaasid. Kui atmosfääris on gaaside sisaldus liiga kõrge, siis seda rohkem neelavad nad endasse infrapunakiirgust ning seda kõrgemaks tõuseb Maa keskmine temperatuur (Velbri II, 2009). Kõige olulisem looduslikult tekkinud kasvuhoonegaas on veeaur (EEA, kuupäev puudub).

20. sajandi lõpu poole hakati inimtegevusest põhjustatud kliimamuutustele pöörama suurt rahvusvahelist tähelepanu. Mitmeid riike hõlmavate kokkulepetega reguleeriti kasvuhoonegaaside emissioone, seda eelkõige arenenud riikides, mis toodavad suurtes kogustes saastavaid gaase. Kõige olulisem on 1997. aastal vastu võetud Kyoto protokoll. Sellele õigusaktile eelnes 1992. aastal Rio de Janeiros toimunud ÜRO keskkonna- ja arengukonverents ehk Maa Tippkohtumine (*the Earth Summit*), mis oli ÜRO üks tähtsamatest nõupidamistest. Rio de Janeiro kohtumisel vastuvõetud kliimamuutuste raamkonventsioon on kaasa aidanud rahvusvahelise keskkonnakaitse peamiste põhimõtete kehtestamisele ning tõstnud inimeste teadlikkust kasvuhoonegaaside probleemist ülemaailmsel tasandil. Samas ei ole kliimamuutuste raamkonventsioon spetsiifiline ning seega on olulisem Kyoto protokoll, kus on sätestatud kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramise kohustused igale riigile (ELi õiguse kokkuvõtte, 2011). Veelgi varasema rahvusvahelise õigusakti – 1987. aasta Montreali protokoll – eesmärk on vähendada osoonikihti lagundavate ainete tarbimist ja kasutamist ning sealhulgas käsitleb see vähesel määral kasvuhoonegaaside reguleerimist. Eeskätt taotleb Montreali protokoll osoonikihti hävitavate fluoritud kasvuhoonegaaside kasutamise lõpetamist (Velders et al., 2007).

### **2.2.1. Süsihappegaas**

Süsihappegaasi ehk süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>) kontsentratsioon atmosfääris on ligikaudu 0,03% mahu põhjal. See värvitu, nõrga hapuka lõhnaga ning vees lahustuv gaas moodustab veekeskkonnas happelise lahuse (AGA, 2012). Süsihappegaasi kontsentratsioon sõltub vulkaanilise tegevuse aktiivsusest, kivimite murenemisest, kõdunemis- ja hingamisprotsessidest, metsatulekahjudest ning inimtegevusest. Põhiliselt suureneb gaasi sisaldus õhus fossiilkütuste – nafta, põlevkivi, turba, maagaasi – põletamise ja lageraie teostamise tagajärjel (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010).

Ajaloo viimase 400 000 aasta jooksul on ilmnunud kolm perioodi, kus maakera temperatuur on olnud tavapärasest kõrgem ning selle põhjuseks loetakse atmosfääri süsihappegaasi sisalduse suurenemist. Süsihappegaas on peamine kasvuhoonegaas, mille sisaldus atmosfääris on viimase 160 000 aasta suurim. Kuna süsihappegaas kuulub õhu koostisesse, siis on see gaas looduslik, kuid inimtegevuse tagajärjel on süsihappegaasi emissioonid pidevalt kasvanud, mis põhjustab õhu stabiliseeritud koostise muutumist. (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010)

Taimed seovad atmosfäärist süsihappegaasi ja eraldavad hapnikku. Kuna inimtegevuse tagajärjel on tekkinud liiga palju süsihappegaasi, siis loodus ei suuda stabiliseerida õhu koostist piisavalt. Alates tööstusrevolutsiooni algusest on gaasi sisaldus tõusnud 280 ppm-lt 2013. aasta detsembri seisuga üle 396 ppm-i ning päevased keskmised on tõusnud isegi üle 400 ppm-i (NOAA, 2013).

### **2.2.2. Metaan**

Metaan (CH<sub>4</sub>) on omaduselt tuleohtlik gaas, mille suhteline mõju kliimagaasina on umbes 21 korda suurem kui süsihappegaasil. See tähendab, et metaan neelab 20-25 korda rohkem soojuskiirgust kui süsihappegaas, aga koguseliselt eraldub metaani vähem kui süsinikdioksiidi (Velbri II, 2009). Metaani allikad on eelkõige antropogeensed tegurid: põllumajandus (loomakasvatus), olmeprügilad, heitvesi ja selle töötlemine ning loodusliku gaasi tootmine. Looduslikult tekib suur osa metaani soodest, märgaladest ja rabadest (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010). Tähtsuselt on see teine kasvuhoonegaas, mis moodustab umbes 20% inimtekkelisest kasvuhooneefekti tugevnemisest (Joonis 1) (Velbri II, 2009). Gaasi



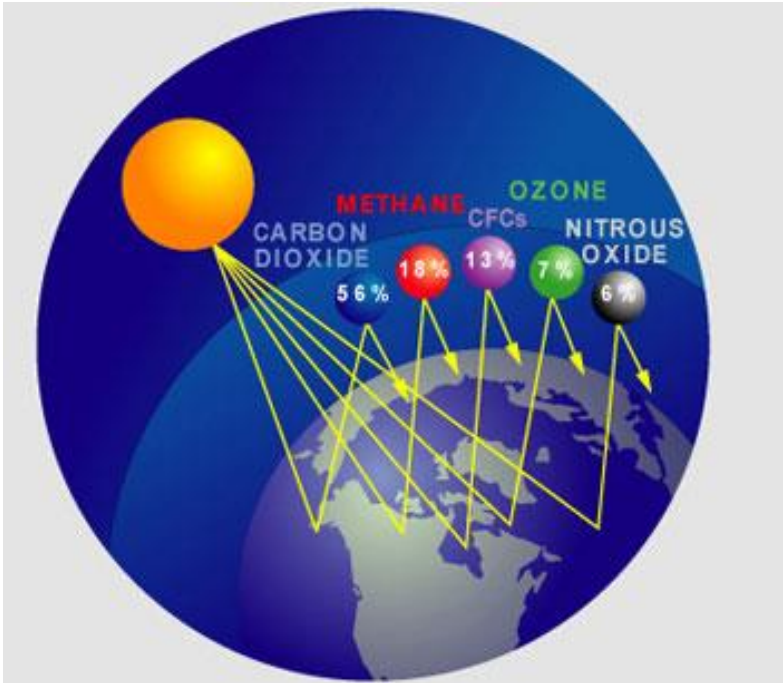
kogus on suurenenud 145% võrreldes tööstusrevolutsiooni eelse ajaga (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010).

### **2.2.3. Lämmastikdioksiid**

Lämmastikdioksiid ( $N_2O$ ) tekib atmosfääri kolmest valdkonnast: jäätmetest, põllumajandusest ja energeetikast. Põhiline tootja on põllumajandus, seejärel jäätmesektor ja energeetika. Pinnase otsesest heitest tulevad kogused põllumajanduses on umbes kaks kolmandikku ja kaudse heite osakaal on üks kolmandik (Keskkonnaministeerium, 2009). Lämmastikdioksiidi mõju hinnatakse 6% ülemaailmse kliimamuutuse tasandil (Joonis 1). Inimtegevuse tagajärjel vabaneb gaasi põllumajanduslikest väetistest, mis sisaldavad ohtralt lämmastikku. Võrreldes tööstusrevolutsioonieelse ajaga on gaasi sisaldus tõusnud 15%. Lämmastikdioksiid neelab soojust süsihappegaasist 310 korda tõhusamalt (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010).

### **2.2.4. Freoonid**

Tegemist on ainukese kasvuhooonegaasiga, mida looduslikult ei esine. Selle on inimesed arendanud tööstuslikult. Freoonid ei ole mürgised, ei põle ning on tavalises keskkonnas inertsed ja vees lahustumatud. Kõrgemates atmosfäärikihtides on freoonid keemiliselt aktiivsed ning reageerivad osoonikihti moodustavate ühenditega (Vikipeedia, 2013) Freoonid (HFC, PFC,  $SF_6$ ) eralduvad aerosoolide, külmikute, külmutussüsteemide, konditsioneeride ja keemiliste puhastusvahendite kasutamisel. Heidetest moodustavad need ligikaudu 1,5% ning kasvuhoooneefekti põhjustamise osatähtsus arvatakse olevat 13% (Joonis 1). Tegemist on väga tugevamõjulise gaasiga, mis võib atmosfääris püsida tuhandeid aastaid (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010).



**Joonis 1.** Antropogeensete kasvuhoonegaaside suhteline panus kliimamuutustesse (Courtesy Marian Koshland Science Museum of the National Academy of Sciences).

### **3. Kliimamuutused Euroopas**

Kliimamuutused mõjutavad otseselt või kaudselt kõiki eluvaldkondi ning seepärast tuleb nendega arvestada. Kõik kliimamuutused ei ole globaalsed, osad on väiksema mastaabiga, mõjutades vaid teatud piirkonda või ala. Kõige olulisemad ja aktuaalsemad on siiski globaalsed ja suuremat ala hõlmavad ilmastikumuutused, sest juba praegu on need põhjustanud laiaulatuslikke tagajärgi looduskeskkonnale ja ühiskonnale (EEA, 2013a).

Õhukeskkonna stabiliseerimisele ja emissioonide hulga vähendamisele on pööratud enim tähelepanu, kuid sellest ainult ei piisa, sest tekkinud tagajärgede mõju kestab aastakümneid. Seetõttu on vaja minimaliseerida ja leevendada juba tekitatud kahjusid ning kohaneda muutuva keskkonnaga. Kohanemise ja innovaatiliste strateegiate loomiseks on eelnevalt vajalik tutvuda kliimamuutuste põhjuste ja ilmnemisega ning analüüsida, millised muutused Euroopat ähvardavad (EEA 2013a).

#### **3.1. Hetkeolukord**

Ekstreemsed ilmastikuolud ei ole enam tavalised ainult eksootilistes paikades, vaid neid esineb kliimamuutuste tõttu üha sagedamini samuti Euroopas. Kliimat mõjutavad kõige enam tööstuslikult arenenud ühiskonnad oma elustiiliga. Kliima soojenemise tagajärjed Euroopas on näiteks sagenevad metsatulekahjud, rekordilised kuumalained ja üleujutused Kesk-Euroopas, mis on tugevnenud viimaste aastate jooksul (CAN-E, 2013).

Euroopas keskmine õhutemperatuur on aastatel 2002–2011 tõusnud 1,3 kraadi võrreldes industriaalrevolutsiooni eelse ajaga. Eelnevalt nimetatud ajavahemik on samuti ka kõige soojem aastakümneid. Maa õhutemperatuuri tõusmise tulemusena on kasvanud kuumalainete esinemine, mis on muutunud nii sageduselt kui ka pikkusperioodilt. Samas on muutused sademete hulgas olnud suurema mõjuga kui õhutemperatuuri tõus – 20. sajandi keskpaigast alates on sademete hulk tõusnud Põhja-Euroopas, enamasti talveperioodil, ning vähenenud Lõuna-Euroopa piirkondades. Tormide aktiivsus ja muutlikkus on olnud kogu Euroopas intensiivne, eelkõige ajavahemikus 1960–1990 (EEA, 2012).

Viimaste aastate jooksul on jää sulamine tõstnud merevee taset keskmiselt 0,7 millimeetrit aastas. Lisaks on Alpid kaotanud võrreldes 1850. aastaga kaks kolmandikku jääliustike

mahust ning vähenenud on Põhja-Jäämere ja Läänemere jää ulatus. Viimase 10-20 aasta jooksul on Euroopa igikeltsa paksus õhnenud, eriti Norrale kuuluvas Põhja-Jäämere piirkonnas Svalbardis ja Skandinaavias (EEA, 2012).

Euroopa jõgede ja järvede veetemperatuur on tõusnud 1-3 kraadi võrra ning siseveekogude jääkihi periood on lühenenud keskmiselt 12 päeva, veelgi enam on tõusnud üleujutuste arv (EEA, 2012). 2012. aastal toimus Inglismaal laiaulatuslik üleujutus, viimane nii sademeterohke periood oli 1912. aastal. Samas kannatas Hispaania põua ja metsatulekahjude all (CAN-E, 2013). Euroopas esineb veerosiooni hinnanguliselt 130 miljonil hektaril ning tuuleerosiooni 42 miljonil hektaril (EEA, 2012).

Veekeskonna muutused on mõjutanud liigilist koosseisu ning tekitanud soodsa paiga soojematel aladel elavatele liikidele ja kiirendanud vetikate vohamist, nagu näiteks sinivetikate (*cyanobacteria*). Vetikad, eelkõige fütoplankton, on Euroopa veekogudes vohama hakanud üks kuu varem võrreldes 30–40 aastataguse ajaga. Kliimamuutused on mõjutanud floorat ja faunat, eriti liblikaid, putukaid, kalu ja linde. 1990 kuni 2007 levisid paljud liblikad põhja poole (EEA, 2012). Leedus on kliimamuutused ja pehmed talved takistanud lindude rännet: segaduses olevad linnud otsustavad jätta vahele lõunarände ning pakase saabudes muutuvad elamistingimused neile ohtlikuks või lausa saatuslikuks (CAN-E, 2013).

### **3.2. Tulevikus (võimalikud) toimuvad muutused**

Euroopas on kliimaatilisi muutuseid tunda üle kontinendi. Kõige haavatavamad regioonid on Põhja-, Loode-, Kesk- ja Ida-Euroopa, Vahemere piirkond, linnad ja linnapiirkonnad, mägiapiirkonnad, rannikualad, üleujutusohelikud alad, saared ja äärepoolsemad piirkonnad (Tabel 1.). Kõik muutused ei pruugi tuua ainult negatiivseid tagajärgi – mõned pakuvad Euroopale kasumit. Näiteks intensiivistub metsa kasvamine ning suureneb põllukultuuride saagikus. Siiski domineerivad ühiskonnale negatiivsed kaasnähud (EEA, 2013a).

Põllumajanduses mõjutavad kliimamuutused loomakasvatust ja tootmise paiknemist, võib tekkida põlluviljade ikaldumise oht ning väheneda mulla viljakus. Metsade tervislik seisund ja puuliikide geograafiline levik muutub. Tõsist mõju rannikualadele ja mere ökosüsteemidele avaldab rannikuerosioon. Energeetika valdkonnas muutuvad energiavarustus ja nõudlus. Tõenäoliselt väheneb Lõuna-Euroopas hüdroenergia tootmine 25% ja suureneb Põhja-Euroopas 5% ning suvised kuumalained suurendavad jahutamise vajadust. Turismi sektor

kannatab Alpide piirkonnas eelkõige lumikatte vähenemise ja Vahemere piirkonnas temperatuuri tõusmise tõttu. Kliimamuutused avaldavad mõju inimestele: võivad suureneda surma- ja haigusjuhtumite arv, laiemalt levida nakkushaigused, samuti on esile kerkinud potentsiaalne kliimapõgenike probleem. Üha enam võib halveneda ökosüsteemide seisund ning väheneda bioloogiline mitmekesisus (KOM, 2009).

**Tabel 1.** Tulevikus võimalikud kliimamuutuste mõjud piirkonniti (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2012).

<b>Loode-Euroopa</b>	<b>Põhja-Euroopa</b>	<b>Kesk- ja Ida-Euroopa</b>	<b>Vahemere piirkond</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sademete hulga suurenemine talvel</li> <li>• Jõgede voolu suurenemine</li> <li>• Liikide migreerumine põhja poole</li> <li>• Energianõudluse (kütmiseks) vähenemine</li> <li>• Jõgede ja rannikualade üleujutuste ohu kasvamine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatuuri tõusmine üle globaalse keskmise</li> <li>• Lume, järve- ja jõe jääkatte kestuse ja hulga vähenemine</li> <li>• Jõgede voolu suurenemine</li> <li>• Liikide migreerumine põhja poole</li> <li>• Põllukultuuride saagikuse suurenemine</li> <li>• Energianõudluse (kütmise) vähenemine</li> <li>• Hüdroenergia potentsiaali suurenemine</li> <li>• Suveturismi suurenemine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sooja temperatuuri ekstreemsuste suurenemine</li> <li>• Sademete hulga vähenemine suvel</li> <li>• Veetemperatuuri tõusmine</li> <li>• Metsatulekahjude ohu suurenemine</li> <li>• Metsade majandusliku väärtuse vähenemine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatuuri tõusmine üle Euroopa keskmise</li> <li>• Aastase sademete hulga vähenemine</li> <li>• Aastase jõgede voolu hulga vähenemine</li> <li>• Bioloogilise mitmekesisuse vähenemine</li> <li>• Kõrbestumisohu suurenemine</li> <li>• Veevajaduse suurenemine põllumajanduses</li> <li>• Viljasaagikuse vähenemine</li> <li>• Metsatulekahjude ohu suurenemine</li> <li>• Suremuse kasv kuumalainete tõttu</li> <li>• Hüdroenergia potentsiaali vähenemine</li> <li>• Suveturismi vähenemine ja võimalik suurenemine teistel aastaegadel</li> </ul>

### 3.3. Kliimamuutustega kohanemise keskkonnapoliitika Euroopa Liidus

Euroopa Keskkonnaagentuuriga koostöös on kuusteist Euroopa riiki (Austria, Belgia, Hispaania, Holland, Iirimaa, Inglismaa, Leedu, Malta, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Saksamaa, Soome, Taani, Ungari ja Šveits) töötanud välja kliimamuutustega kohanemise strateegiad. Kaheteistkümnes Euroopa riigis on alustatud strategiate loomist, nendeks riikideks on: Bulgaaria, Eesti, Itaalia, Kreeka, Küpros, Läti, Norra, Poola, Rumeenia,

Slovakkia, Sloveenia ja Tšehhi. Iga strateegia on erinev ja käsitleb eelkõige kohalikke vajadusi ja probleeme. Keskkonna kohanemismeetmete kujundamisel etendavad tähtsat rolli lisaks keskkonna mõjude veel sotsiaalne ja majanduslik aspekt (EEA, 2013a). ELi kohanemise poliitika raamistiku alusel tuleb kliimamuutustega arvestada järgnevates valdkondades: tervishoid, põllumajandus ja metsandus, rannikualad, veevarud, elurikkus, tootmissüsteemid ja taristu (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013).

Euroopa Keskkonnaagentuuris on kohanemise strateegiate ja probleemide käsitlemine pidevalt laienev uurimisala. Uusima informatsiooni analüüsimine võimaldab analüütikutel kombineerida tehtud töö sotsiaalse poole ja poliitikaga. Koostöö mõjul võimaldab see teha muudatusi poliitikas, et seeläbi paremini planeerida ja rakendada kohanemismeetmeid. Agentuur investeerib samuti aladesse, kus teave kliimamõjudest on puudulik. 2013. aasta adaptatsiooni aruanne Euroopa kohta on ulatusliku ja märkimisväärse olulisusega (EEA, 2013a).

ELi üldine keskkonnavalane tegevusprogramm aastani 2020 „Hea elu maakera võimaluste piires“ (2012) rõhutab, et järgnevatel aastatel on oluline parandada Euroopa kliimaseisundit ja selle vastupidavust ning muuta ELi majandus säästvamaks ja mõistlikumaks. Peamine eesmärk on muuta majandus 2020. aastaks otstarbekohaseks, jätkusuutlikuks ja kaasavaks ning teha seda vähese CO<sub>2</sub> heitega ja ressursitõhusa majanduse saavutamisele suunatud poliitika- ja meetmepaketi abiga. Tähtsamad uuritavad valdkonnad on keskkond, kasvuhoonegaasid, tervis, kliimamuutus ja elurikkus ning loodusvarade jätkusuutlik majandamine ja jäätmekäsitlus. Programmi tuleks rakendada vastavalt subsidiaarsuse põhimõttele ning vastutust jagavad EL ja selle liikmesriigid (KOM, 2012).

„Kliimamuutustega kohanemist käsitlev ELi strateegia“ (KOM, 2012) põhiline eesmärk on aidata Euroopat kliimamuutustega kohanemisel, mis tähendab ühtse lähenemisviisi väljatöötamist. Sellega peavad liikmesriigid arvestama ja selle baasil välja töötama kohanemisstrateegiaid. Oluline on edendada liikmesriikide tegevust. Strateegia sisaldab kaheksat meetet: julgustada kõiki liikmesriike vastu võtma ulatuslikke kohanemisstrateegiaid, luua rahastamisvahend LIFE, lisada kliimamuutustega kohanemine linnapeade pakti raamistikku, vähendada teadmistega seotud vajakajäämisi, arendada ühtne teabepunkt veebiplatvormi Climate-ADAPT näol, lihtsustada ühise põllumajandus-, ühtekuuluvus- ja kalanduspoliitika vastupanuvõime suurendamist muutustele, tagada taristu suurem vastupidavus ning edendada kindlustus- ja muid finantstooteid. See loob ELi

strateegia raamistiku ja mehhanismid, kuidas praeguste ja tulevaste kliimamuutustega võidelda.

Valge raamat ehk kliimamuutustega kohanemise Euroopa tegevusraamistik (2009) paneb paika aspektid ning moodustab raamistiku, mida tuleb järgida erinevate planeeringute, kavade, prognooside ja teiste tähtsate valikute tegemisel. Erinevalt looduslikust küljest on raamistikus esile toodud majanduslik ja sotsiaalne pool, kus kliimamuutuste mõjud on geograafilistest asukohtadest erinevad. Lisaks on mõjud suuremad teatavatele ühiskonnagruppidele: vanuritele, puuetega inimestele ja väikse sissetulekuga majapidamistele. Selline raamistik seab ette piirid ja suunab, tänu millele on võimalik haavatavust kliimamõjude suhtes vähendada. See tugineb laiaulatuslikel aruteludel, mis algatati 2007. aasta roheline raamatuga „Kliimamuutustega kohanemine Euroopas – võimalused ELi meetmete võtmiseks“. Loodi teabevõrgustik, kus jagati kogemusi ja leitud andmeid kliimamuutuste ja kindlates sektorites võimalike mõjude kohta. Arvestati erinevaid meetmeid ja loodi strateegiaid, et suurendada vastupanuvõimet kliimamuutustele, sealjuures parandada näiteks veevarude ja ökosüsteemide majandamist.



## 4. Kliimamuutused Eestis

Globaalne soojenemine ja kliimamuutused mõjutavad piirkondi erinevalt ning maailma mastaabis väikese pindalaga Eestis toimuvad nähtavad muutused kliimarežiimis. Eesti kliimat iseloomustavad tulevikus soojem ja lumevaesem talv ning tormid ja üleujutused, samuti muutuvad omaseks pikaajsemad põuad, üleujutused, kuumalained ja metsatulekahjud (Klaas, 2008). Minimaalse inimtegevuse juures olid need sadu aastaid tagasi äärmuslikud nähtused. Tõenäoliselt toimuvad muutused liigilises koosseisus, sealjuures leiavad Eestisse tee liigid, kes elavad soojemas keskkonnas (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010). Ekstreemsete ilmastikutingimuste vältimiseks tuleb luua ja rakendada strateegiaid nagu seda tehakse Euroopas.

### 4.1. Hetkeolukord

Ühtlast ja tasakaalukat kliimarežiimi mõjutab kõige tugevamalt õhutemperatuuri muutus. Keskmine globaalne õhutemperatuur on teadlaste hinnangul viimase 140 aasta jooksul tõusnud üle 0,5°C ning (Keskkonnaagentuur, 2014). Eestis on õhutemperatuuri tõus olnud isegi suurem kui ülemaailmne keskmine. Viimase poolsajandi vältel on aastaegade vaheldumine muutunud ning faaside pikkus ei ole enam võrdselt jaotunud: lumeperiood on lühenenud ning kevad saabub varem (Aasa et al., 2002).

Kõrgem õhutemperatuur põhjustab suurimaid muutusi Eesti aastaegade vaheldumises ning tekitab perioodilisi kõikumisi, näiteks lumeperioodide pikkuse ja keskmiste temperatuuride tõusu osas. Eesti kliima pehmenemine on seotud eelkõige talve ja kevade soojenemisega, märkimisväärselt kiire tõus on olnud 20. sajandi teisel poolel: kus keskmine õhutemperatuur on märtsis tõusnud viis kraadi ja veebruaris neli kraadi võrreldes eelmise poole sajandiga enne seda (Aasa et al., 2002). Õhutemperatuuri kõikumine on olnud juba alates 21. sajandist väga muutlik, näiteks aastad 2010 ja 2012 olid keskmiselt sajandi kõige külmemad ning 2009. aasta juulikuus esinesid Kesk-Eestis öökülmad, kuid 2011. aasta keskmine temperatuur pälvis ajavahemikus 1961-2012 neljanda koha kõige soojemate aastate hulgas (Keskkonnaagentuur, 2014).

Soojem talv loob Eestis sobiva elukeskkonna võõrliikidele. Kliimamuutuste tõttu on siia ilmunud harilik puuvõõrik (Pilt 2.) ning Kaug-Idast pärit kährikkoer, kes soojematel talvedel

tekitab kohalikele kahju (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010). Aastal 2013 tekitas poleemikat Eesti metsadest avastatud šaakal (Pilt 1.), kelle põhilised levialad on Põhja-Aafrika ja Ida-Aasia ning Euroopa lõunapoolsed alad. Kliima soojenemise tulemusena on šaakalid hakanud levima põhja ja lääne suunas. Šaakali asustusaladest on Eestile kõige lähemal Lõuna-Ukraina ja Ungari. Seetõttu on ebaharilik, et hetkeseisuga on Eestist leitud kolm eri vanuses kiskjat. See näitab, et Eesti kliima on muutunud lõunamaistele asukatele sobivaks. Nüüdseks on šaakal tunnustatud järjekordseks võõrliigiks (Männil, 2013).



**Pilt 1.** Šaakal (*Canis aureus*) (Looduskalender, 2013)



**Pilt 2.** Harilik puuvõõrik (*Viscum album*) arukase küljes (Dunn, 2004)

## 4.2. Tulevikus (võimalikud) toimuvad muutused Eestis

Alljärgnevalt on antud ülevaade looduskeskkonna valdkondadest, kus on Eestis ennustatud olulist kliimamuutustest tingitud mõju. Iga alapeatüki alguses on esile toodud käsitletavale valdkonnale olulisemad kliimamuutustega seostatavad mõjud. Seejärel on lisatud konkreetse näitena antud valdkonnas läbiviidud teadusuuring, mis käsitleb kliimamuutuste mõju.

### 4.2.1. Metsandus

- Metsandus (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013)
  1. Puuliikide leviku ja koosseisu muutumine
  2. Puude pinnasesse kinnitumise nõrgenemine
  3. Kahjurite ja haigustekitajate kahju suurenemine
  4. Metsateo raskenemine
  5. Okaspuude puidu kvaliteedi vähenemine
  6. Väikekiskjate populatsiooni suurenemine
  7. Parasiitide ja haigustekitajate arvuline suurenemine

1999. aastal avaldasid Nilson et al. uuringu kliimamuutuste mõjudest Eesti metsadele. Meetod põhineb metsaalades proovide võtmisel iga 10 aasta tagant ning seejärel teostati andmete võrdlemine. Uuringu käigus leiti, et metsade kooslusele ei ole kahjutoov ainult inimtegevus, vaid praegused ja tulevased kliimamuutused. Samas on osad muutused positiivsed ning koos sobilike metsamajandamise võtetega paraneb metsade kvaliteet ning produktiivsus.

Kliima soojenemine võib põhjustada erinevaid kahjustusi metsadele. Külmal talvel piirab kahjurite levikut ning põhjustab nende kõrge suremuse. Probleemaatilised on soojad talved. Kooreüraskid suudavad üle elada sooja talveperioodi, põhjustades hiljem puudele suuremaid kahjustusi. Sellised kahjurid ainult kiirendavad kahjustada saanud puu surma. Kliimamuutustest tulenevad põuad põhjustavad puudele stressi ning muudavad need nii kahjurite kui ka haiguste suhtes haavatavamaks. Atmosfääri ja maapinna soojenemine tekitab sobilikud keskkonnatingimused kõige ohtlikuma seenhaiguse, juurepessu, levikuks. See levib läbi seeneniidistiku mullas ning tekitab südamikumädanikku, mõjutades põhiliselt kuuski. Uuring näitas, et puistute tervisele on kaudselt ohuks põdralised. Metskits, põder ja punahirv söövad ning lõhuvad koort ja seega kahjustavad nooremaid männi ja keskealiste kuuse puistuid. Talvede soojenemine toob kaasa põdraliste populatsiooni kasvu, mistõttu looduslik

taasmetsastumine ei ole võimalik. Lisaks suurendavad kuivad ilmad tulekahju ohtu (Nilson et al., 1999).

Inimtegevus koos kliimamuutustega suudab kiirendada metsa kasvu. Näiteks kraavide kaevamine ja atmosfäärilise CO<sub>2</sub> sidumine kiirendavad puude kasvu. Veel leiti, et kõrgemad temperatuurid tõstavad orgaanilise aine lagunemismäärasid ja suurendavad veevoogu läbi pinnase. Tänu sellele toimuvad muutused vegetatsiooni süsteemis ning suurenevad toitainete hulk. Suurenenud toitainete hulgad on positiivne nooremates puistudes ning tõstab puidu produktsiooni biomassi (Nilson et al., 1999).

Kliimamuutustega kohanemise seisukohalt on oluline Hanseni et al. 2013. aasta niiskusega manipuleerimise eksperiment (*free-air humidity manipulation-FAHM*), sest vastavalt IPCC (2007) aruandele suureneb õhuniiskus Põhja-Euroopas koos õhutemperatuuri tõusuga. Põhjalikult uuriti kasvuhoonegaaside vooge suurendatud õhuniiskuse tingimustes. Õhuniiskus on võimalik kasvuhooneefekti põhjustaja ning suurenenud niiskus vähendab lämmastikdioksiidi ja metaani sisaldust pinnases. Veekogude soojenemise tõttu aurab rohkem vedelikku õhku ning võib tekkida liigniiske keskkond. See omakorda mõjutab mullas fotosünteesi, hingamist, toitainete kättesaadavust ning mikrobioloogilist aktiivsust. Hansen et al. uurisid CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O vooge arukase (*Betula pendula* Roth.) ja hübriidhaava (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx) katsealal. Leiti, et süsihappegaasi vood vähenesid suurenenud õhuniiskuse tingimustes, samuti vähenes mullast metaani oksüdeerumine. Eksperiment aitab mõista kohanemistingimusi metsa ökosüsteemides.

Metsa majandamise ja ökoloogia 2011. aasta uuringus, mille autorid on Noe et al., uuriti tervet Järvelja piirkonna ökosüsteemi. Uuriti samuti õhuniiskuse ja CO<sub>2</sub> vooge ning keskenduti eelkõige erinevatele puuosadele. Uuriti lehti, mulda, puuvõrastikku ja juuri. Peamine eesmärk oli anda uurimuslik alus metsa paremale majandamisele ja kliimamuutuste leevendamise strateegiatele. Tulemused näitasid, et biosfääri ja atmosfääri vahelised koostoimed võivad mõjutada hemiboreaalsetes segametsades fotosünteesi, auramist ja erinevaid voogusid negatiivselt ökosüsteemi tasandil. Leiti, et selle tagajärjel aeglustuvad või kaovad metsakasvu ja jätkusuutlikkuse positiivsed protsessid.

#### 4.2.2. Põllumajandus

- Põllumajandus ja toiduainete tootmine (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013)
  1. Erosiooni teke ja toitainete väljauhtumine pinnasest
  2. Õhusaaste ja UV kiirguse mõju suurenemine
  3. Taimede talvitumise raskenemine
  4. Niisutusvee vajaduse suurenemine
  5. Ekstreemsete ilmastikutingimuste negatiivne mõju saagikuse kvaliteedile
  6. Igihaljaste taimede talvitumise lihtsamaks muutumise võimalus
  7. Võimalik taimede saagikuse suurenemine ja kasu aiasaaduste tootmisele

Uuring „Kohanemise põhimõtted põllumajanduses vastavalt kliimamuutustele“, mille autorid on Peeter Karing, Ain Kallis ja Heino Tooming (1990), kirjeldab, kuidas tuleks kasutada maksimaalse taimeproduktiivsuse printsiipi. Abivahendid on erinevad meetmed, näiteks õige maaharimine, mis eeldab teadlikkust: teatakse, mida taimed vajavad ning see võimaldatakse neile. Printsiibi produktiivseks kasutuseks on vaja tähelepanu pöörata mulla seisundile, meteoroloogilistele teguritele, näiteks vihmale ja päikesekiirgusele ning viimasena asetada rõhk agrotehnoloogiale. Iga põld on erinev kasvukoht põllukultuuride jaoks ning seega tuleb pöörata tähelepanu erinevatele faktoritele. Tänu kliimatilistele muutustele on võimalik, et enim kasvatavate põllukultuuride sobilikud kasvukohad liiguvad edasi põhja poole.

Mikrokliimaatilise lähenemise efektiivsus oleneb maksimaalsest produktsioonist, mis põhineb arvutustel ning mida on võimalik saavutada veeressursse kasutades. Arvutused näitavad, et kontrollides veerežiimi, võib tootlikkus tõusta. Tootlikkuse jaoks on kõige efektiivsem Eesti kõrgendikud ja neid ümbritsevad orud, sest vilja kasvatamine soosib niiskeid tingimusi. Oluline on arvesse võtta haritava põllu maastikulisi omadusi, kas tegu on savise, liivase või mineraalse mullaga. Lisaks mõjutab produktiivsust nõlva ehk kallaku suurus. Tootlikkusele aitab kaasa lämmastikväetise kasutamine. Liigne kasutamine toob kaasa negatiivse efekti, seega tuleb alati kasutada koguseid, mida taimed vajavad ja mis on loodusele vastuvõetavad. Tulevased keskkonnatingimuste muutused, näiteks iga-aastases keskmises temperatuuris jäävad vahemikku 1-3 °C. Eestis on vaadeldud õhutemperatuuri juba kaks sajandit ning tänu sellele on kergem ennustusi teha (Karing et al., 1999).

### 4.2.3. Mageveekeskond ja -elustik

- Kalandus (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013)
  1. Külmaveeliste liikide arvuline langemine
  2. Hapniku sisalduse langemine veekogudes
  3. Lõheliste kudemistingimuste halvenemine ja nende püügi vähenemine
  4. Tootmisseisakute tekkimine kalafarmides ning kalade väärarengute ja kvaliteedi langemine

„Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad“ põhjalik 2012. aasta uuringu aruanne käsitleb täheldatud ja prognoositud kliimamuutuste mõju kahele suurele järvele ja mitmele väiksele järvele koos kolmeteistkümne erineva jõega. Oletatavad mõjud suurjärvede ökosüsteemidele on märkimisväärsed. Globaalse soojenemise tulemusena on näha muutusi jäärežiimis, jäävabas ajas, veetemperatuuris, vee keemilises koostises ja elustikus (Nõges, 2012).

Mageveekeskkondades toimuvad muudatused ainekoormustes ja nende vooluhulgas ning veetasemes, veetemperatuuris. Veetemperatuuri tõus iga kümne kraadi võrra suurendab keemiliste ja enamike bioloogiliste protsesside intensiivsust kaks korda, mille mõjul kasvavad lämmastiku ja fosfori kontsentratsioonid. Fosfori vabanemine on tingitud hapnikupuudusest põhjakihtides, see on halb kaladele ja suurendab vetikate vohamist (Nõges, 2012).

Soojusrežiimi muutus muudab liikide kasvu- ja sigimisperioode ning põhjustab sagedasi veeõitsenguid. Peale selle vabastavad soojenevad temperatuurid järve jääst pikemaks ajaks ning see kiirendab näiteks zooplanktoni ainevahetust, kuna jääkatte olemasolul saavad nad õitsemiseks vajaliku soojuse, päikesekiirguse ja toitained kiiremini kätte. Fütoplanktonile meeldib valguskliima muutus ja fosfori vabanemine, sest siis pikeneb vegetatsiooniperiood, segunevad veekihid, saabub varasem jäätumine ja rohkem toitained. Vetikate vohamise tagajärjel suurenevad ööpäevased hapniku kontsentratsiooni muutused, mis nõrgestavad kalu. Seepärast on vaja tõhustada kaitsemeetmeid reostuse, toitainekoormuse, võõrliikide sissetoomise ja geomorfoloogiliste muutuste vastu (Nõges, 2012).

Eutrofeerumist ehk toitainete ülekoormust vee ökosüsteemis ei põhjusta ainult kliimamuutused, vaid ka inimtegevus, mis on eriti kahjulik väikejärvedele. Eutrofeerumise peamised põhjused on põllumajanduslik hajukoormus, loomakasvatusest lähtuv punktikoormus ja asulate heitvesi. Veemajandusele avaldavad mõju veel kanaliseerimata elanikkond (näiteks välikäimlad – inimjäädid puutuvad otseselt kokku maapinna sisemusega),

metsamajandus ja lageraie, transpordist tulenevad õnnetusjuhtumid, sadamate ehitus, lumetõrjed, õhuheited, kuivendus ning olemevee kasutamine Tallinnas (Nõges, 2012).

#### 4.2.4. Merekeskkond ja -elustik

1. Üleujutuste sagenemine
2. Veetemperatuuride suur kõikumine

2002. aasta Are Kondi, Jaak Jaaguse ja Raivo Aunapi uuring merevee tasemest näitab merevee taseme tõusu tendentsi. Analüüsi ja hinnati seitset erinevat piirkonda Eestis: Hiiumaad, Tallinna, Käsmu-Narva-Jõesuus, Matsalu lahte, Pärnu-Iklat. Uuringus hinnati kõike aastani 2100 ja seda merepinna ühemeetrise tõusu korral. Prognoositud tulemused ei ole absoluutsed, kuid on minimaalse veamääraga väga tõenäolised. Eesti territooriumil on peamised ohud üleujutused rannikualadel, liivarandade erosioon ja sadamate konstruktsiooni hävimine. Selliste muutuste hindamiseks ning prognoosimiseks tuleviku suhtes kasutati MAGICC (*Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change*) mudelit ning regionaalset kliimamuutuse andmebaasi. Selle alusel tõuseb õhutemperatuur 2,3-4,5 kraadi ning sademete hulk suureneb 5-30%. Iga-aastane sademete ja temperatuuride muutus, mis on kõrgeim talvel ja madalaim suvel, näitab, et Eesti kliima on muutumas rohkem mereliseks kliimaks.

Eelnevalt mainitud suured üleujutused hakkavad mõju avaldama nii maismaa kui ka mereliste ökosüsteemidele, mis sisaldavad haruldasi taimekooslusi ja sobilikke paaritusalasid lindudele. Üleujutus hõlmaks 150 km<sup>2</sup> suuruse maa-ala Eestis. Suurim uputusala seejuures oleks Matsalu lahe piirkonna lähedus, mille alla jääks üle 76 km<sup>2</sup>. See küll ei hävitaks palju rannikut, kuid põhjustaks liikide rände sisemaale. Samuti on sellel mõju inimtegevusele, näiteks osad meelelahutusliku väärtusega liivarannad kaovad, sadamate konstruktsioonid on ohus ning seega raskeneb meretransport. Lisaks kõigele sellele omab merepinna tõus negatiivseid mõjusid maismaal asetsevatele ehitistele ja looduslikele ökosüsteemidele. Prognoositud üleujutus Sillamäel omab suurimat ohtu Soome lahe ja Läänemere keskkonnale, sest seal on endine uraani rikastamise tehase ladestamispaik, mis asub rannajoonele lähedal (Kont et al., 2002).

### **4.3. Kliimamuutustega kohanemisega seotud keskkonnapoliitika Eestis**

Euroopas on kliimamuutuste leevendamiseks ja kohanemiseks tehtud jõupingutusi ning Eesti on oma panuse lisanud. Eesti on allkirjastanud 1992. aasta ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (ratifitseerimine toimus 1994. aastal) ning liitunud Kyoto protokolliga aastal 2002, mis tähendab kohustust vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid 8% võrra võrreldes 1990. aasta tasemega. Eesti on rakendanud ELi heitkogustega kauplemise skeemi ning viinud ellu ühisrakendusprojekte ning osaleb kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamiseks nii riiklikul kui ka rahvusvahelisel tasandil (Keskkonnaministeerium, 2009).

Vastavalt ELi kliimamuutustega kohanemise strateegiale (KOM, 2012) on ELi liikmesriigid, sh Eesti, kohustatud looma riikliku kliimamuutustega kohanemise strateegia. Hetkel sellist strateegiat ei eksisteeri, kuid Keskkonnaministeerium on alustanud ettevalmistusprotsessiga. Sinna kaasatakse huvigruppe ning tehakse koostööd ekspertidega eri valdkondadest, arvestades sealjuures erinevaid aspekte. Vabariigi Valitsusele plaanitakse kliimamuutustega kohanemise strateegia esitada 2016. aastal (Keskkonnaagentuur, 2014). Eestis on kliimamuutustega kohanemise meetmeid väljendatud koostatud ja valmimisjärgus olevates rakenduskavades. Koostatud 2013-2014. aastate kavad hõlmavad biomajandust, transporti, energiamajandust, turismi ja Eesti maaelu (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013).

Keskkonnaministeeriumi arengukava aastateks 2013–2016, mis on avaldatud 2012. aastal, on seadnud eesmärkideks tõhusa looduskaitse ja keskkonnakasutuse arendamise, usaldusväärse keskkonnainfo kättesaadavuse tagamise, ühtse poliitika elluviimise ja efektiivse keskkonnajärelvalve teostamise. Eesmärk on hoida kasvuhoonegaaside heitkogused 2010. aasta tasemel või vähendada, parandada vee kaitset ja kasutada seda säästlikumalt. Arengukavas arvestati erinevaid ressursse, kuidas neid kaitsta ja säästlikult kasutada, samuti toodi välja, kuidas vähendada jäätmete teket ja arendada jäätmekäitlust loodussõbralikemal viisidel. Veelgi enam tutvustati, kuidas oleks mõistlik kasutada keskkonnasäästlikke tehnoloogiaid, näiteks on elektri- ja hübriidsõidukid palju keskkonnasäästlikumad. Lisaks on tehtud ettepanekuid, kuidas arendada tehnoloogiat, et keskkonnakaitse oleks efektiivsem ning järelvalve teostamine tulemuslikum ja täpsem.



## 5. Kliimamuutustega kohanemine ja arutelu

Ümberharjumine ja kohanemine ei eelda, et tuleb panustada ainult loodussõbraliku tehnoloogia arendamisele. Esmalt tuleb teadvustada probleemi ning seejärel rakendada uusi meetodeid, mis aitaksid kohaneda uute kliima- ja keskkonnatingimustega. Selleks kõigeks on vaja tõsta avalikkuse teadlikkust kliimamuutuste mõjust et leida ühised ning sobilikud kohanemise suunad, arvestades sealjuures nii inimese kui ka looduskeskkonna heaoluga. Euroopa ühiskonnal on võimalus õppida lähiminevikust, et sellest lähtudes ennetada ja vähendada võimalikke kliimamuutustest tulenevaid ohtusid ja võtta kasutusele ettevaatusprintsipi. Kohanemiseks on vaja läbimõeldud teaduspõhised uuringuid ja lähenemisviise. Tingimata ei piisa ainult pikaajastele ilmavaatluste tulemustele ja statistikale tuginemisest, vaid tuleb arvestada hetkeolukorrale vastavaid aspekte ning leida viimasest lähtuvalt sobivaim meetod ja strateegia (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2013).

Kõik Eestis toimuvad kliimamuutused ei pruugi olla negatiivsed, vaid on ka positiivseid nagu näiteks tõuseb taimede saagikus, soojem vesi suurendab kalafarmide tootlikkust, energia tootmiseks vajaliku biomassi hulk tõenäoliselt suureneb. Arvatavasti hakkavad domineerima siiski negatiivsed asjaolud, mistõttu peab ühiskond kohanema ja looma uusi meetmeid, kindlustamaks, et toimunud muutused ei süveneks. Eestile omane talvine pakane hävitab palju viiruseid ja kahjulikke baktereid, kuid aastaaja õhutemperatuuride soojenedes need enam ei hävi. Seetõttu säilivad ohtlikke haigusi tekitavaid kahjurid, mis võivad kahjustada loodust, elukeskkonda ja inimese tervist (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010). Põhilised muutused toimuvad eelkõige sademete hulgas ja temperatuuris, mis omakorda mõjutavad erinevaid valdkondi erinevalt (Keskkonnaagentuur, 2014). Pikemas perspektiivis võib juhtuda nii, et senine Eestile omane kliima muutub põhjalikult.

Eestis on kliimamuutustest enim mõjutatud sektorid loodusvarade kasutamine, looduskeskkond, tööstus, energeetika, transport ja taristu, ehitus- ja elamusektor ning maakasutus, tervis, turism, kindlustus. Vabariigi Valitsus on liigitanud prioriteetseteks sektoriteks energeetika, transpordi, veemajanduse, rannikualad ja tervise tuginedes Euroopa Liidu Komisjoni Rohelisele Raamatule. Sealhulgas tuleb arvestada teisi sektoreid, sest kõik valdkonnad mõjutavad üksteist (MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013).

Kliimamuutustega võitlemiseks on tähtis luua üle erinevate valdkondade ühine strateegia, kuid poliitiliselt muudab ülesande keeruliseks ebapiisav koostöö erinevate sektorite ja organisatsioonide vahel, mis omavad olulist informatsiooni. Veelgi enam on erinevates valdkondades kliimamuutuste tõttu esile kerkinud probleemid ja puudujäägid, mis vajaksid suuremat tähelepanu. Selle asemel, et liigitada sektorid vastavalt tähtsusele, oleks oluline panustada igasse valdkonda võrdväärselt, et luua stabiilsus ning vähendada puudujääke. Osades valdkondades, näiteks metsandus, on tehtud mitmeid teadusuuringut, kuid paljudes sektorites ei ole vastavasisulisi teadusuuringuid või ei ole valdkonda piisava täpsusega käsitletud. Töös käsitletud Eesti kohta tehtud teadusuuringute käigus on leitud aspekte, mis võivad muuta looduskeskkonna tuleviku ebakindlaks.

Põllumajanduses läbiviidud uuringu käigus leiti, et kliimamuutused toovad suure tõenäosusega kaasa külvi aja nihkumise, sademete kasvu, kevadiste veevarude muutuse pinnases. Tagajärjena võib muutuv kliima ajendada taimekasvatajaid tooma Eestisse lõunapäraseid sorte või aretama Eesti tingimustele sobilikumaid taimi. Selle toimimiseks on vaja regulaarset agrokliima ressursside hindamist muutavas regionaalses ja globaalses kliimas ning ennustada produktiivsusele toetudes erinevaid kliimamuutuste stsenaariumeid. Põllumajanduses on vaja läbi vaadata teaduslik osa mudelite andmetes ja välieksperimentides ning arvestada kliimamuutusi, et rakendada vastav teave põllumajanduse poliitikasse (Karing et al., 1999).

Vastavalt Eesti kasvuhoonegaaside inventuuraruandele on Eestis kasvuhoonegaaside emissioon vähenenud perioodil 1990–2012 46% (EST NIR, 2014). Tänu Kyoto protokollile on kasvuhoonegaasidele vähendamisele pööratud rohkem tähelepanu ning aja jooksul on täheldatud positiivseid ilminguid. Eesti poolt esitatud andmete kohaselt on riik oluliselt vähendanud saasteainete õhku paiskamist ning see võimaldab müüa CO<sub>2</sub> heitkoguste ühikuid teistele riikidele. See toob rahaliselt kasu, kuid näitab, et iga liikmesriik ei panusta samaväärsete jõupingutustega eesmärkidesse. Prognooside kohaselt on selline müümine lubatud, kuid riikide jaoks, kes tulevikus enam ühikuid osta ei saa, võib selline kokkulepe muutuda pigem takistuseks (EEA, 2013b). Heitkoguste müük võib olla majanduslikult kasulik, kuid tõenäoliselt riigid, mis saastavad õhku rohkem, kui lubatud, on tundlikumad piirkondlikele kliimamuutustele.

Inimtekkeliste kasvuhoonegaaside õhkupaiskamine on tingitud eelkõige rohke energia tarbimisest. Eesti on teinud nimetatud valdkonnas edusamme, kuid endiselt on vajadus

efektiivsema ja loodussõbralikuma energia tootmiseks. Kõige saastavamad energiaallikad on põlevkivi ning tahke biomass kütmiseks ja elektriks. Vajalik on kasutusele võtta rohkem taastuvat energiat ning selle poole pealt on näha positiivset progressi 2005-2011 aasta lõikes – kasv on olnud 6,8%. Riiklik keskkonna strateegia pooldab, et 2020. aastaks oleks 25% kasutatavast energiast taastuenergia (EEA, 2013b).

Autori arvates on Eestis hakatud loodust ja ressursse rohkem väärtustama ja samuti teadvustatakse kliimamuutuseid ning pikemas perspektiivis kaasatakse neid erinevates planeeringutes ja seadusandlust puudutavates aktides. Eestis on viimase paarikümne aastaga tõusnud keskkonnavalaste uuringute arv ja tase ning on loodud ühendusi ja kontakte teiste riikidega, et võidelda ühiselt kliimamuutuste vastu. Kuuludes Euroopa Liitu, annab majanduslik ja poliitiline ühendus Eestile kliimamuutuste kohanemise valdkonnas olulisi tugepunkte ja eeskujude strateegiate loomiseks. Seda kõik on vaja, et inimkonna areng oleks jätkusuutlik koos toimuvate kliimamuutustega. Arenguruumi on kõigis valdkondades, kuid seni on näha positiivseid arengusuundi nii poliitikas kui ka elanikkonna suhtumises kliimamuutuste tagajärgede tõsidusse.

## 6. Kokkuvõte

Töö eesmärk on anda ülevaade kliimamuutustest Eestis ja Euroopas ning leida, millised poliitilised ettevõtmised (sh rahvusvahelised kokkulepped, strateegiad) käsitlevad probleemi ning annavad teavet, kuidas nendega võidelda ning kohaneda. Kliimat ja looduskeskkonda puudutavaid faktoreid hakati rohkem teadvustama ja arvestama alates eelmise sajandi keskepaigast. Nüüd kaasatakse kliimamuutuste temaatika erinevatesse arengukavadesse, riiklikesse strateegiatesse, rahvusvahelistesse projektidesse ning arvestatakse erinevate geograafiliste piirkondade ning neid mõjutavate kliimategurite tähtsusega. Seda on oluline tähele panna, et inimkond oleks jätkusuutlik ja suudaks eksisteerida Maal kooskõlas loodusega.

Tööstusrevolutsioonijärgsele perioodile on lisaks looduslikele kliimat mõjutavatele teguritele tekkinud inimtegevusest tulenev suur mõju, seda eelkõige kasvuhoonegaaside suureneva emissiooni näitel, mis kiirendab globaalset soojenemist ning põhjustab kliimamuutuseid. Selle leevendamine ning kohanemine on pikk protsess. Positiivne progress on märgatav põllumajanduses, jäätmete käsitluses, reostuse hulkades ja poliitikas. Kasutusele on võetud loodussõbralikumad tehnoloogiad ning ressursse osatakse säästlikumalt ning planeeritumalt kasutada. Oluline aspekt on esmalt teadvustada kliimamuutuseid ja sellega kaasnevat probleeme ning seejärel leida piirkonniti parimad lahendused ja kohanemisvõimalused.

Töö käigus kogutud informatsioon kinnitab, et juba praegu on kliimamuutuseid Euroopas ning Eestis tunda ning kui neid arvesse ei võeta, siis need süvenevad. Selle tagajärjel tekivad pöördumatud muutused kliimarežiimis, millega on ühiskonnal keerulisem kohaneda. Seepärast on oluline väärtustada arenenud riikides tehtud uuringuid ning strateegiaid. Paljud ELi liikmesriigid on välja töötanud riikliku strateegia kliimamuutustega kohanemiseks. Viimane on Eestis tegemisel. Samuti on koostatud erinevaid arengukavasid, milles on arvestatud kliimamuutuseid. Olulisemate õigusaktidega, mis on rahvusvahelised ja käsitlevad erinevaid aspekte, näiteks Kyoto protokoll, on Eesti liitunud. See näitab, et riik panustab suurel määral kliimamuutustega võitlemisele. Samuti on läbi viidud teadusuuringuid, mis aitavad näiteks metsanduses ja põllumajanduses arvestada olemasolevaid ja tulevasi muutusi ning muuta seeläbi tulevikus tehtavad otsused efektiivsemaks ja kasutoovamaks.

# **Climate Change and Adaption Strategies in Estonia and in EU**

**Tõnu Vabrit**

## **Summary**

The aim of this thesis is to highlight possible changes of natural environment due to climate change, to discuss adaption strategies in the EU and in Estonia and give an overview of existing climate change regulating policies. The study was based on the climate change impacts and more important, about the adaption to climate change in Estonia. The goal of current study is to point out the main changes in the climate condition due to increasing pollution and human activity. The main conclusion of this thesis is that the climate change impacts have revealed and in the future they will emerge even stronger. The environmental damage related to changes in climate conditions is already evident and now it is time to adapt and find the best adaptation strategies.

In the frame of this thesis was collected and brought together the material of climate change impacts in the EU and Estonia and presented the current existing climate change legislation and policies. Most of the climate changes affect globally, specifically global warming, which is the main reason for climate changes, but lot of changes are only located at some region, it depends on factors that influence our climate. There has been made many changes to the plans and policies which consider the environment and possible climate change impacts.

The main reason for that is to address and involve more climate change aspects – e.g. to lower the ecological footprint, to implement adaption strategies into politics, to attain sustainable economic growth. Estonia has recognized the importance of keeping the natural environment and has made important steps towards adaption to climate change.

## **Tänuavaldused**

Täna oma juhendajaid Ülle Napa ja Kaie Kriiska, kes aitasid mind lõputöö konstrueerimisel ja erinevate andmete hankimisel. Juhendajad olid väga suureks abiks lõputöö valmimise protsessil. Samuti tänan tuttavaid kaastudengeid, kes olid nõus tööd läbi lugema ja andma adekvaatseid omapoolseid märkusi.

## Kasutatud kirjandus

### Raamatud

1. Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A., 2013. Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu Ülikooli Kirjastus. Lk 25–30.

### Teaduslikud artiklid ja ülevaated

1. Climate Action Network Europe (CAN-E), 2013. This is Climate Change in Europe. Brüssel. IPCC Report, pp. 3–4, 20. [<http://www.caneurope.org/resources/latest-publications/636-this-is-climate-change-in-europe>] (25.04.2014).
2. Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA), 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe. Copenhagen. Report, No 12, pp. 19–22, 27. [<http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>] (15.05.2014).
3. Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA), 2013. Adaption in Europe: Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. Copenhagen. Report, No 3. (EEA, 2013a). [<http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-in-europe>] (15.05.2014).
4. Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA), 2013. Climate and energy country profiles – Key facts and figures for EEA member countries. Copenhagen. Technical report, No 17, pp 53–57. (EEA, 2013b). [<http://www.eea.europa.eu/publications/climate-and-energy-country-profiles>] (15.05.2014).
5. Euroopa Komisjon (KOM), 2012. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus, milles käsitletakse Euroopa Liidu üldist keskkonnavalast tegevusprogrammi aastani 2020 „Hea elu maakera võimaluste piires“. Brüssel. [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0710:FIN:ET:PDF>] (15.05.2014).
6. Euroopa Ühenduste Komisjon (KOM), 2009. Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik, 2009. – Valge raamat. Brüssel. Lk 4–5.

- [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF>]  
(31.03.2014).
7. Hansen, R., Mander, Ü., Soosaar, K., Maddison, M., Lõhmus, K., Kupper, P., Kanal, A., Sõber, J., 2013. Greenhouse gas fluxes in an open air humidity manipulation experiment. – *Landscape Ecol*, 28, research article, pp. 637–649.
  8. Karing, P., Kallis, A., Tooming, H., 1999. Adaption principles of Agriculture to climate change. *Climate Research*, Vol. 12, No 2–3, pp. 175–183.
  9. Keskkonnaagentuur, 2014. Ilmastik ja kliimamuutused. – Keskkonnaülevaade 2013. Lk 80, 82–83, 89.  
[<http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/component/content/article/887>]  
(31.03.2014).
  10. Keskkonnaministeerium, 2009. Eesti viies kliimaaruanne: ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. Eesti: Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Lk 13–14, 122.  
[[http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1174679/V\\_kliimaaruanne\\_est.pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1174679/V_kliimaaruanne_est.pdf)] (15.05.2014).
  11. Keskkonnaministeeriumi arengukava aastateks 2013–2016, 2012. Tallinn: Keskkonnaministeerium.  
[<http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1186666/KKMorgAK+2013-2016+v18.pdf>] (25.04.2014).
  12. Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R., 2002. Climate change scenarios and the effect of sea-level rise for Estonia. *Global and Planetary Change*, 36 (2003), pp. 1–15.
  13. Lang, R. Kenneth, 2010. Global Warming: Heating by the greenhouse effect, chapter 2. Tufts University, p. 1.  
[[http://ase.tufts.edu/cosmos/view\\_chapter.asp?id=21&page=1](http://ase.tufts.edu/cosmos/view_chapter.asp?id=21&page=1)] (15.05.2014).
  14. MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2013. Kliimamuutused Eestis: teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks. Tallinn.  
[[http://www.bef-de.org/fileadmin/files/Our\\_Topics/Energy/Baltclim/Roadmap\\_EE.pdf](http://www.bef-de.org/fileadmin/files/Our_Topics/Energy/Baltclim/Roadmap_EE.pdf)] (25.04.2014).
  15. Nilson, A., Kiviste, A., Korjus, H., Mihkelson, S., Etverk, I., Oja, T., 1999. Impact of recent and future climate change on Estonian forestry and adaptation tools. *Climate Research*, Vol. 12, pp. 205–214.



16. Noe, M. S., Kimmel, V., Hüve, K., Copolovici, L., Portillod-Estrada, M., Püttsep, Ü., Jõgiste, K., Niinemets, Ü., Hörtnagl, L., Wohlfahrt, G., 2011. Ecosystem-scale biosphere-atmosphere interactions of a hemiboreal mixed forest stand at Järvselja, Estonia. *Forest Ecology and Management*, 262, pp. 71–81.
17. Nõges, P., 2012. Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad. Eesti Maaülikool: põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu.  
[<http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1181492/Kliimamuutuste+m%F5ju+vee%F6kos%FCsteemidele+ning+p%F5hjaveele+Eestis.pdf>] (15.05.2014).
18. Riigikogu keskkonnakomisjon, 2010. Kliimamuutused ja meie. Riigikogu kantselei: Keskkonnainvesteeringute Keskus: VR Kirjastus.  
[<http://www.riigikogu.ee/public/Riigikogu/Dokumendid/kliimamuutus.pdf>] (15.05.2014).

## Meediaväljaanded

1. Aasa, A., Ahas, R., Jaagus, J. 2002. Eesti asub kliimamuutuste keskpunktis. – Eesti Loodus, nr 11. [<http://www.eestiloodus.ee/index.php?artikkel=199>] (31.03.2014).
2. Kalm, V. 2009. Kliimamuutused eri ajaskaalades. – Horisont, nr 2.  
[<http://www.horisont.ee/node/1013>] (02.02.2014).
3. Klaas, E., 2008. Kliimamuutused mõjutavad ka Eestit.
4. Männil, P., 2013. Šaakal – oma või võõras? – Eesti Jahimees, nr 9/10.  
[<http://www.ejs.ee/ajakiri/artikkel.php?id=308>] (02.02.2014).
5. Velbri, K., 2009. Globaalne soojenemine ja kliimamuutused, I ptk. – Bioneer.  
[<http://www.bioneer.ee/eluviis/kliima/aid-3577/Globaalne-soojenemine-ja-kliimamuutused>] (15.05.2014).
6. Velbri, K., 2009. Kasvuhooneefekt ja kasvuhoonegaasid. Globaalne soojenemine ja kliimamuutused, II ptk. – Bioneer. [<http://www.bioneer.ee/eluoviis/kliima/aid-3609/Kasvuhooneefekt-ja-kasvuhoonegaasid>] (15.05.2014).
7. Velders, J. M. G., Andersen, O. S., Daniel, S. J., Fahey, W. D., McFarland, M., 2007. The importance of the Montreal Protocol in protecting climate. *PNAS*, Vol. 104, No 12, pp. 4814–4819. [<http://www.pnas.org/content/104/12/4814.long>] (02.05.2014).

## Internetiallikad

1. Courtesy Marian Koshland Science Museum of the National Academy of Sciences  
[<http://www.koshland-science-museum.org>] (02.04.2014).
2. Dunn, 2004. European Mistletoe (*Viscum album*) attached to a silver birch. Cambridge UK. [<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:MistletoeInSilverBirch.jpg?uselang=et>]
3. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse F-gaaside veeb, (kuupäev puudub). Kliima soojenemise ohud: mis juhtub Maal, kui keskmine temperatuur tõuseb 2–5 kraadi.  
[<http://www.klab.ee/f-gaasid/kasvuhooneefekt/kliima-soojenemine/>] (31.03.2014).
4. ELi õiguse kokkuvõtted, 2011. Kyoto protokoll kliimamuutuste kohta. Europa.  
[[http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/128060\\_et.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128060_et.htm)] (02.02.2014).
5. Estonia National Inventory Report (EST NIR), 2014. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990-2012. National Inventory Report.  
[[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/8108.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php)] (02.05.2014).
6. Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA), (kuupäev puudub). Kliimamuutused.  
[<http://www.eea.europa.eu/et/themes/climate/intro>] (02.02.2014).
7. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change, 2007. Glossary A–D.  
[[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/annexessglossary-a-d.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/annexessglossary-a-d.html)]  
(15.05.2014).
8. Looduskalender, 2013. Šaakal.[<http://www.looduskalender.ee/node/16272>]  
(25.04.2014).
9. Põhja-Euroopa juhtiv tööstusgaasiettevõtte (AGA), 2012. Süsihappegaas: mitmekülgne gaas.  
[[http://www.aga.ee/international/web/ig/ee/like35agaae.nsf/docbyalias/gasschool\\_co2\\_prop](http://www.aga.ee/international/web/ig/ee/like35agaae.nsf/docbyalias/gasschool_co2_prop)] (27.01.2014)
10. Riiklik Ookeani ja Atmosfääri Administratsioon (NOAA), 2013. Atmospheric CO<sub>2</sub>.  
[<http://co2now.org/>] (02.02.2014).
11. Vikipeedia 2013. Freoonid. [<http://et.wikipedia.org/wiki/Freon>] (02.02.2014).

## **Lihtlitsents**

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

Mina, Tõnu Vabrit,

(sünnipäev: 23.01.1990)

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

#### **Kliimamuutused ja kohanemisstrateegiad Eestis ja Euroopa Liidus,**

mille juhendaja on Ülle Napa ja kaasjuhendaja Kaia Kriiska,

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi Dspace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2. üldusele 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, 19.05.2014