



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

**Kadi Peterson**

**TOIDUGA KINDLUSTATUS MUUTUVATES  
KLIIMATINGIMUSTES**

**CLIMATE CHANGE IMPACTS ON FOOD SECURITY**

Bakalaureusetöö  
Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendaja: teadur Karin Kauer, PhD

Tartu 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Kadi Peterson		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Toiduga kindlustatus muutuvates kliimatingimustes			
Lehekülgi: 46	Jooniseid: 0	Tabeleid: 0	Lisaid: 0
Osakond: Taimekasvatuse ja rohumaaviljeluse osakond Uurimisvaldkond: B390 Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused Juhendaja(d): Karin Kauer, PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2016			
<p>Kuigi kliimamuutuste suuna ja ulatusega seoses valitseb märkimisväärne ebaselgus, vajavad kliimamuutustega silmitsi seisvad toidusüsteemid kiiret tegutsemist.</p> <p>Antud uurimistöö peamine eesmärk on selgitada toiduga kindlustatuse mõistet ja tähtsust maailma poliitilises agendas, seoseid põllumajandusturgudega ning teemaga tegelemise vajadust ja tulevikuote Eesti kontekstis. Selleks analüüsis autor rahvusvahelises kaasaegses teaduskirjanduses esitletud seisukohti ja välja pakutud kohanemismeetmeid, et leida nende seast Eesti tingimustele sobivaimad lahendused ning suunad, mille poole püüelda.</p> <p>Käesoleva töö arutelus on autor kirjeldanud nii kohanemismeetmete rakendamist, kui välja toonud olulisimad teemavaldkonnad tagamaks Eesti toiduga kindlustatus. Autori hinnangul on suurima tähtsusega säästva intensiivistamise põhimõtete laiaulatuslik kasutuselevõtt põllumajanduses fookusega mullaviljakuse tõstmisele ja uute tehnoloogiate rakendamisele, aga ka diskussiooni alustamine toidukao ja toidujäätmete probleemi lahenduseks ning laiapõhjalise riikliku toidupoliitika väljatöötamiseks.</p>			
Märksõnad: toidujulgeolek, kliima, globaalsoojenemine, toidupoliitika, põllumajandus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kadi Peterson		Speciality: Production and marketing of agricultural products	
Title: Climate change impacts on food security			
Pages: 46	Figures: 0	Tables: 0	Appendixes: 0
Department: Department of Field Crops and Grasslands Husbandry Field of research: B390 Phytotechny, horticulture, crop protection, phytopathology Supervisors: Karin Kauer, PhD Place and date: Tartu, 2016			
<p>Although the current unpredictability of climate change and its impacts brings a significant uncertainty into our food systems and food security, it must be acknowledged that there is a great need for immediate action and change of paradigm concerning our global food systems.</p> <p>This paper aims to explain the meaning and importance of food security in the global political agenda, its connections to climate change and international agricultural markets, while focusing on the possible future threats to the Estonian agricultural sector.</p> <p>Current international academic literature was analysed to find the best solutions and future objectives for the Estonian context and based on the analysed data, the main issues concerning food security and climate change adaption were outlined.</p> <p>According to the results of this paper, there is an immediate need to focus on sustainable intensification with a special importance on soil health and new production methods in the agricultural production sector, as well as on the issues of food waste and implementing a comprehensive national food policy.</p>			
Keywords: food security, climate change, food policy, agriculture			

# SISUKORD

Sissejuhatus .....	4
1. Kliimamuutused ja selle mõjud .....	6
1.1. Globaalsed kliimamuutused .....	6
1.2. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele .....	10
1.3. Muutused Euroopa põllumajanduses .....	12
2. Toiduga kindlustatus .....	15
2.1. Toidu kättesaadavuse trendid .....	15
2.2. Toiduga kindlustatus ja selle neli mõõdet .....	16
2.3. Kliimamuutuste mõjud toiduga kindlustatusele .....	17
2.4. Toiduga kindlustatuse tagamine .....	19
2.4.1. Säästev intensiivistamine .....	20
2.4.2. Toidukadu ja toidujäätmed .....	22
2.4.3. Investeeringud teadustöösse .....	23
2.4.4. Poliitilised reformid ja programmid .....	24
3. Kliimamuutustega kohanemine ja arutelu .....	27
3.1. Kohanemismeetmete rakendamine .....	27
3.2. Eesti elanikkonna toiduga kindlustatus .....	29
3.2.1. Uued tingimused ja uued kultuurid .....	30
3.2.2. Mullaviljakus ja harimisvõtted .....	33
3.2.3. Loomakasvatus .....	34
3.2.4. Alternatiivsed toidutootmise tehnoloogiad .....	35
3.2.5. Põllumajandus- ja toidupoliitika .....	37
Kokkuvõte .....	38
Summary .....	39
Kasutatud kirjandus .....	40

## SISSEJUHATUS

Täna­sed põllumajanduslikud tootmissüsteemid on kohandatud praeguste kliimatingimustega, kuid meil on vähe teadmisi selle kohta, kui hästi need süsteemid vastu peavad muutustele. Kuivõrd kliimamuutuste suuna ja ulatusega seoses valitseb märkimisväärne ebaselgus, toob see omakorda kaasa ebakindluse toiduainete tootmise valdkonda ning selle mõjudele toidusüsteemidele ja toiduga kindlustatusele. Hoolimata valitsevast ebakindlusest vajavad kliimamuutustega silmitsi seisvad toidusüsteemid kiiret tegutsemist.

Põllumajandus ja toiduga kindlustatus on olulised sektorid, millega tuleb kliimamuutustest tulenevalt tegeleda, kuna põllumajanduslik tootmine on väga tundlik isegi +2°C globaalse keskmise temperatuuri tõusule, mida nähakse ette optimistlikumates prognoosides (Vermeulen *et al.* 2012). Kliimamuutuste mõjul võib oluliselt muutuda põllukultuuride tootlikkus, loomakasvatuse- ja kalandussektori tootmine ning ümberkorraldust võib vajada turgude regulatsioon (Nelson *et al.* 2009).

Bakalaureusetöö autori sügavam huvi ülemaailmse toiduga kindlustatuse temaatika vastu tekkis 2015. aastal peale osalemist intensiivses jätkusuutlike toidusüsteemide õppeprogrammis Prantsusmaal, mida võimendas 2016. aasta kevadsemestril õpingute jätkamine Rumeenias rahvusvahelise põllumajanduspoliitika ja toidu identiteedi õppekaval. Autori ligi 10-aastane töökogemus põllumajanduses tegutseva väiketootjana on andnud isikliku kogemuse kliima varieeruvuse mõju ulatusest sektorile ning vajadusest kohanemismeetmete rakendamiseks kindlustamaks jätkusuutlik tootmine.

Käesoleva uurimistöö peamine eesmärk on selgitada toiduga kindlustatuse mõistet ja tähtsust maailma poliitilises agendas, seoseid põllumajandusturgudega ning teemaga tegelemise vajadust ja tulevikuohte Eesti kontekstis. Selleks analüüsis autor rahvusvahelises kaasaegses teaduskirjanduses esitletud seisukohti ja välja pakutud kohanemismeetmeid, et leida nende seast Eesti tingimustele sobivaimad lahendused ning suunad, mille poole püüelda.

Kuigi viimastel aastatel on teadvustatud kliimamuutuste võimalikke negatiivseid mõjusid Eesti põllumajandusele ning läbi on viidud praktilisi uurimusi (BalticClimate projekt, BioClim aruanne, Keskkonnaagentuuri kliimastenaariumid), kui rakendatud poliitilisi regulatsioone eelkõige ühise põllumajanduspoliitika reformi raames rakendatud rohestamise ja keskkonnatoetuskavade meetmete läbi, on toiduga kindlustatuse temaline eestikeelne materjal peaaegu olematu.

Põhilisteks uurimisküsimusteks antud töös on, kuidas ja mil määral mõjutavad eeldatavad kliimamuutused põllumajandussektorit ja toiduga kindlustatust. Sellest tulenevalt on püstitatud järgnev hüpotees: kliimamuutustel on negatiivne mõju toiduga kindlustatuse tagamisele ning sellele piisava tähelepanu mittepööramine võib viia tõsiste tagajärgedeni põllumajandustootjate jätkusuutliku tegevuse tagamisel.

Töö esimene sisuline peatükk esitab ülevaate kliimamuutuste eeldatavatest mõjudest ning riskidest põllumajandussektorile. Teine peatükk käsitleb toiduga kindlustatust, selle seoseid kliimamuutustega ning analüüsitakse toiduga kindlustatuse tagamise võimalusi muutuva kliima kontekstis. Kolmas peatükk keskendub Eesti toiduga kindlustatuse tagamisele ning kliimamuutuste leevendusmeetmete analüüsile.

# 1. KLIIMAMUUTUSED JA SELLE MÕJUD

## 1.1. Globaalsed kliimamuutused

ÜRO valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) kohaselt tähistab kliimamuutuste termin kliima muutumist, mida on võimalik identifitseerida ja mõõta (näiteks kasutades statistikalisi teste) keskmise kliima muutumise läbi ja/või kliima omaduste varieeruvuste läbi, mis püsib pikka aega ehk tüüpiliselt aastakümneid või pikemalt. Kliimamuutused võivad olla tingitud looduse sisemistest protsessidest või välisjõudude toimetel nagu päikesesüsteemi tsüklite muutused, vulkaanilised pursked ja püsivad inimtekkelised muutused atmosfääri koostises või maakasutuses (IPCC 2014).

ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC 1992) artiklis 1 defineeritakse kliimamuutust, kui muutust kliimas, mis tuleneb otseselt või kaudselt globaalset atmosfääri koosseisu muutvast inimtegevusest ning on lisaks kliima looduslikule varieeruvusele vaadeldav võrreldavatel ajaperioodidel. Seega teeb kliimamuutuste raamkonventsioon vahet inimtegevusest põhjustatud kliimamuutustel ja looduslikest põhjustest tingitud kliima varieeruvusel.

Kliimamuutuste peamiseks põhjuseks peetakse IPCC (2007) kohaselt kasvuhooonegaaside kiirendatud kontsentratsiooni suurenemist atmosfääris. Kliimamuutuste mõju avaldub suuresti ekstreemsete ilmastikunähtuste sageduse ja ulatuse muutustes. Viimaste kliimaga seotud äärmuste nagu kuumalainete, põudade, üleujutuste, tsüklonite ja metsatulekahjude esinemine on välja toonud osade ökosüsteemide ja paljude inimkoosluste märkimisväärse haavatavuse ja sõltuvuse praeguse kliima varieeruvusest.

Sellised kliimaga seotud äärmused avaldavad muuhulgas mõju ökosüsteemide arengule, tekitavad häireid toidu tootmisel ja veega varustamisel, kahjustavad infrastruktuuri ning omavad suuri tagajärgi inimeste tervisele ja heaolule. Kõikides riikides, olenemata nende

majanduslikust arengutasemest, on mõjude suur avaldumine tingitud märkimisväärsest valmisoleku puudusest toime tulemaks tavapärase kliima muutumisega (IPCC 2014).

Schmidhuber ja Tubiello (2007) kohaselt eeldatakse 21. sajandi esimestel aastakümnetel kliimamuutuste mõjude madalat avaldumise taset, kuid seevastu sajandi teisel poolel oodatakse sügavamaid biofüüsikalisi mõjusid, kuid ka suuremat võimet nendega toimetulemiseks.

Kuigi mõjude ulatus varieerub geograafilisest piirkonnast sõltuvalt, hinnatakse kliimamuutuste mõjusid üldiselt pigem negatiivseks ning eeldatakse suuri kulusid kogu maailma majandusele. Samuti näitavad erinevad prognoosid, et mida kauem otsustavaid samme edasi lükatakse, seda suuremate kuludega tuleb tulevikus arvestada (Espenberg *et al.* 2013).

Veepuudus on juba praegu globaalselt üks suurimaid probleeme ning mõjutab oluliselt kuivi ja põuaseid piirkondi ning riike. Hiinas, Indias ja Sahara-taguses Aafrikas elab ligikaudu ¼ elanikkonnast veestressis ning Lähis-Ida riike peetakse kõige suuremas ohus olevaks piirkonnaks (United Nations...2006). Kliimamuutused on põhjustanud ülemaailmset keskmise õhutemperatuuri kasvu ja regionaalsete sademete varieeruvust ning tulevikus on oodata vaid nende muutuste jätkumist ja süvenemist (Solomon *et al.* 2007).

21.sajandi jooksul aset leidvate kliimamuutuste prognooside kohaselt vähenevad oluliselt taastuvad pinna- ja põhjavee varud enamustes kuivades subtroopilistes piirkondades ning tiheneb konkurents veevarudele erinevate sektorite vahel. Seevastu kõrgetel laiuskraadidel on oodatav veevarude suurenemine, kuid on täheldatud riske joogivee kvaliteedile tulenevalt temperatuuri tõusust, suurenenud setete mahust, vihmavee suurenenud toitainete ja saateainete sisaldusest, suurenenud saasteainete kontsentratsioonist põudade ajal ja puhastusseadmete häiretest üleujutuste ajal (IPCC 2014).

Kui 1955.aastal olid veestressi olukorras vaid seitse riiki ning 1990.aastaks tõusis see arv kahekümneni, siis 2025. aastaks eeldatakse veel 10-15 riigi lisandumist sellesse nimekirja. Lisaks on ennustatud, et 2050. aastaks ähvardab 2/3 maailma elanikkonnast veestressi tingimused (Gosain *et al.* 2006). Maailma Loodusvarade Instituudi analüüsi (Maddocks *et al.* 2015) kohaselt on suurimas ohus eriti Lähis-Ida riigid ning sügavaimad veestressi



tingimused ähvardavad Bahreini, Kuveiti, Palestiinat, Katarri, Araabia Ühendemiraate, Iisraeli, Saudi Araabiat, Omaani ning Liibanoni; Euroopas nähakse suurimat ohtu Makedooniale, Kreekale ning Hispaaniale aga ka Tšehhi, Prantsusmaa ja Belgia olukord võib muutuda põhjaveevarede ammendumise tõttu kriitiliseks. Sama raporti tulemustes ennustavad autorid ka Eestile äärmiselt kõrget veestressi ohtu, kuna analüüsi kohaselt moodustab tarbitava vee hulk üha suurema osa saada olevatest veevarudest. Ka ÜRO (2004) on maailma jätkusuutlikkuse programmi Agenda 21 raames oma raportis toonitanud vajadust uurida kliimamuutuste mõju Eesti veevarude kättesaadavusele, kuna kliima soojenemine võib oluliselt mõjutada piirkonna hüdroloogilisi süsteeme.

Lisaks kliimamuutustele on Misra (2014) kohaselt tehnoloogiliste seadmete nagu sügavate puurkaevude ja suure võimsusega pumpade kasutamine põhjavee hankimisel põhjustanud jätkusuutmatu veevarude kasutamise, kuna võimaldavad kiiremat veeresursside kasutamist, kuid häirivad looduslikku veevarude taastumist.

IPCC (2014) eeldab juba lähiajal arengumaades just kliimamuutuste olulist mõju vee kättesaadavuse probleemide süvenemisele, mis omakorda põhjustab muutusi toidu ja tehniliste põllukultuuride tootmiskiirkondades ning avaldab olulist mõju toiduga kindlustatusele ja põllumajanduslikele sissetulekutele, sealjuures omades ebaproportsionaalset mõju maapiirkondades elavate vaesemate kogukondade heaolule.

Euroopas on IPCC (2014) andmetel oodata kliimamuutustest tulenevalt järgmisi suuremaid riske:

- Linnastumisest, merevee taseme tõusust ja rannikuerosioonist tingitud suurenenud majanduslik kahju ja kogukondi mõjutavad üleujutused rannikualadel ja jõgede valgaladel;
- Suurenenud veenõudlus (niisutussüsteemid, energeetika ning tööstuslik ja erakasutus) samaaegselt vähenenud vee kättesaadavusega ja vee äravooluga seotud probleemid (eriti Lõuna-Euroopas);
- Suurenenud majanduslik kahju ja mõju inimestele tingituna äärmuslikest ilmastikunähtustest ning peamiselt kuumatingimustest – mõju tervisele ja heaolule, tööviljakusele, taimekasvatusele, õhu kvaliteedile ja suurenenud risk metsatulekahjudeks Lõuna-Euroopas ja Venemaal.

Eestis on viimase kuue aastakümne jooksul aasta keskmise temperatuuri tõus olnud veidi kiirem, kui maakeral tervikuna ning Jaagus (2006) kohaselt on aasta keskmise temperatuuri trend olnud  $0,2-0,3 \text{ }^\circ\text{C dec}^{-1}$ , sealjuures kõige selgemini on väljendunud talve, eriti jaanuari, soojenemistrend (Luhamaa *et al.* 2015). Temperatuurirežiimi muutused toovad vältimatult kaasa muudatusi kogu eluslooduses (Tarand *et al.* 2013).

Keskliste temperatuuride järjepideva tõusu trendi juures tuleb märkida, et Läänemere piirkonnas peetakse inimese tervisele eriti ohtlikuks ööpäevade maksimaalse õhutemperatuuri püsimist  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$  ja kõrgemal viie või enama ööpäeva vältel (Luhamaa *et al.* 2015). Kõrgete õhutemperatuuride mõjud varieeruvad mugavustunde langusest kuni füsioloogilise stressi ja surmani ning on leitud, et 2010. aasta suvel Eestis esinenud kuumalaine perioodil oli keskmine liigsuremus 30,6% kõrgem võrreldes eeldatud suremusega (Rekker 2013). Seega mõjutavad kliimamuutused juba lähitulevikus selgelt inimeste tervist ka Eestis.

Aasta keskmine sademete hulga kasv on samal ajaperioodil olnud 10-25% (Jaagus 2006), kuid keskmises lumikatte kestvuses on selge negatiivne trend, mida iseloomustab viimase 40 aasta jooksul lumikatte keskmine vähenemine 25,9 päeva võrra (Tooming, Kadaja 2006).

Kuna siiski arvatakse, et Eesti ei kuulu tulenevalt oma geograafiliselt asukohast kliimamuutuste kontekstis kõige haavatavamate riikide sekka, ei ole kliimamuutuse mõjule Eestis palju tähelepanu pööratud ning kompleksseid analüüse napib (Espenberg *et al.* 2013).

BalticClimate (2009) projekti raames koostatud Läänemere regiooni kliimastenaariumid on aga välja toonud Eesti kohta täpsemad prognoosid, mis kujutavad meie kliimat sajandi lõpuks siiski radikaalselt erinevana. Eesti osas koostatud kliimastenaariumid näevad ette aastase keskmise temperatuuri tõusu 21.sajandi lõpu poole ligikaudu  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ , kusjuures temperatuuride tõus jaotub ebaühtlaselt ning talvised temperatuurid tõusevad prognooside kohaselt isegi  $+7 \text{ }^\circ\text{C}$  võrra samal ajal, kui suvised temperatuurid tõusevad vaid  $+3 \text{ }^\circ\text{C}$  võrra. Keskmine sademete hulk piirkonnas kasvab talvel isegi kuni 80%, samal ajal suvel vähenedes ligikaudu 10% võrra. Prognoosides nähakse ette ka lumikattega päevade arvu olulist vähenemist ning eeldatakse aastaid, kus lumikate puudub täielikult. Nii

keskkonnaagentuuri aruande (Luhamaa *et al.* 2015), kui BalticClimate prognooside kohaselt suureneb piirkonnas ekstreemsete ilmastikutingimuste esinemisvõimalus.

## 1.2. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele

Põllumajandus on äärmiselt tundlik kliimamuutustele. Isegi +2°C ülemaailmse keskmise temperatuuri tõus aastaks 2100, nagu näeb ette IPCC heitestsenaariume käsitleva eriaruande SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*) madalate kasvuhoonegaaside emissioonide (B1) stsenaarium, võib praegusi põllumajanduslikke tootmissüsteeme oluliselt muuta nii otseselt, kui kaudselt (Easterling *et al.* 2007).

Olesen *et al.* (2011) on välja toonud kliimamuutuste peamised kuus mõju põllukultuuride toodangule, milleks on:

- Otsene mõju saagikusele ja ressursside kasutamise efektiivsusele läbi atmosfääri süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>) kontsentratsiooni suurenemise;
- Otsene mõju biomassi arengule ja saagi tõusule tingituna temperatuurist, sademetest, kiirgusest, õhuniiskusest ja teistest teguritest;
- Otsene mõju läbi äärmuslike ilmastikutingimuste poolt tekitatud kahju;
- Kaudne mõju erinevate kultuuride sobivuse geograafilise muutuse ja soojalembeliste kultuuride põhja-poolsematesse piirkondadesse laienemise läbi;
- Kaudne mõju põllukultuuride toitainete vajaduse muutuse ja umbrohtude, kahjurite ja haiguste esinemise muutuste läbi;
- Kaudne mõju läbi keskkonnareostuse (nt nitraatide leostumine) või maaressursi degradatsiooni (pinnase erosioon).

Schmidhuber ja Tubiello (2007) kohaselt on oluline muutus CO<sub>2</sub> kontsentratsiooni suurenemine atmosfääris, sõltuvalt heitestsenaariume käsitleva eriaruande SRES emissiooni stsenaariumidest prognoositakse kontsentratsiooni tõusu tänapäevaselt 379 ppm-ilt 550 kuni 880 ppm-ni. Kõrgem CO<sub>2</sub> kontsentratsioon avaldab eeldatavasti positiivset mõju paljudele kultuuridele, suurendades biomassi akumulatsiooni ja kogusaaki. Kuid selle mõju suurus ei ole selge, kuna oleneb suuresti mitmetest tootmisteguritest.

IPCC (2007) andmetel on katsed näidanud optimaalsete kasvutingimuste korral saagikuse kasvu C3 taimede (nagu nisu, riis, soja) puhul 550 ppm juures 10-20%, kuid vaid 0-10% C4 taimede puhul (näiteks mais ja sorgo). Suurem saak ei pruugi aga tähendada toiteväärtuse tõusu, kuna mõned teravilja ja heintaimede kultuurid on näidanud madalamat proteiinide kontsentratsiooni kõrgendatud CO<sub>2</sub> tingimustel (IPCC 2001).

Muutuvate temperatuuride ja päikesekiirguse mõju kultuuridele mõjutab külvi- ja istutusaegu mittelineaarselt ning võib viia erinevate trendideni iga kultuuri ja regiooni puhul (Supit *et al.* 2010). Rötter *et al.* (2011) uurimuses on katsete põhjal järeldatud kliimasoojenemise positiivsete mõjude vastupidiseks muutumist ning saagikadude kõrget riski temperatuuride tõusu puhul üle +4 °C. Ainult saagipotentsiaali tõstmisele ja põuakindluse arendamisele suunatud sordiaretusega koos uute kohandatud agronoomiliste võtetega nagu külv, lämmastikväetiste otstarbekas kasutamine ning taimekaitse, on võimalik osaliselt taastada saagitasemeid ning vähendada saagi puudujääke.

Soojemates keskkondades ning eriti troopilistes piirkondades võivad kliimamuutuste tagajärjel edaspidi pikaajalised põuaperioodid vahelduda intensiivsete sademetega ning samuti vähendada niisutussüsteemide varustamiseks vajalike veeressursside kättesaadavust. Rosegrant ja Cline (2003) hinnangul sellised tingimused võivad intensiivistada kahjurite ja haiguste levikut nii taimekasvatuses, kui ka kariloomadel ning samuti põhjustada kõrbestumist ja pinnase erosiooni. Ka Falloon ja Betts (2010) kohaselt muutuvad edaspidi üha tähtsamaks mulla veesüsteemide kaitse ja mullaerosiooni vastased meetmed.

Tegelik kliimamuutuste mõju põllumajanduslikele süsteemidele sõltub nii asukohast, kui kohanemisvõimest. On väga tõenäoline, et leibkondade kohandumisel muutuva kliimaga on piirid ning on kohti, kus kliimamuutused võivad nõuda olulisi muutusi toimetuleku (ehk elatise teenimise) strateegiates (Vermeulen *et al.* 2012). Tegelik kliimamuutuste mõju põllumajanduslikele süsteemidele sõltub seega nii geograafilisest asukohast, kui põllumajandustootja kohanemisvõimest.

### 1.3. Muutused Euroopa põllumajanduses

Selged trendid iseloomustavad tõusvate temperatuuride mõju põllukultuuride valikule kogu Euroopas ning sagenevate põudade negatiivset mõju saagikusele. Oodatavate kliimamuutuste mõjudel põllumajandusele on suured piirkondlikud erinevused.

Teraviljakasvatuses on paljudes Euroopa riikides on viimastel aastatel täheldatav saagikuse stagnatsioon ja suurt saagikuse varieeruvust aastate lõikes. Osalt võivad need trendid olla mõjutatud hiljutistest kliimamuutustest (Olesen *et al.* 2011). Ka Eestis põhjustab suurt saagikuse varieeruvust erinevatel aastatel BioClim (2015) uuringu andmetel tugev ilmastiku mõju, mida ei suudeta elimineerida Eesti tootjate madala investeringuvõime tõttu.

Siiski on viimase aja kliimamuutuste mõju hindamisel pigem väljatoodud põllumajanduse uusi võimalusi nagu pikemast kasvuperiодist tulenev saagikuse suurenemine ning põllukultuuride kasvatamiseks sobivate alade suurenemine, kuid võimalikke riske ei ole piisavalt arvesse võetud (Rötter *et al.* 2011).

Põhja-Euroopa tingimustes on teraviljatoodangut piiravad tegurid eelkõige külmad talved, lühike kasvuperiод, öökülmade oht kasvuperiодi alguses ja lõpus ning ebaühtlased sademed koos varasuviste põudade esinemise ja rohkete vihmasadudega saagikoristuse ajal (Mukula, Rantanen 1987).

Kasvuperiод Euroopa piirides varieerub oluliselt. Näiteks Saksamaal on kasvuperiод 1-3 kuud pikem, kui Skandinaavia riikides (Mela 1996). Olesen ja Bindi (2002) kohaselt on seni avaldatud uurimustes seega prognoositud kliimamuutusi peetud Põhja-Euroopa põllumajanduse jaoks kasulikuks, kuna siiani on taimekasvatustlik tootmine olnud piiratud peamiselt madalate temperatuuride põhjustatud lühikesest kasvuperiодist. Kuid globaalse keskmise temperatuuri tõusu projekteeritud vahemike ülemiste temperatuuride puhul, mille mõju võimendub eriti kõrgetel laiuskraadidel, võivad tingimused taimekasvatuses muutuda nii drastiliselt, et saagikus väheneb isegi arvestades CO<sub>2</sub> tasemete tõusu positiivsete mõjudega (Rötter *et al.* 2011).

Rötter *et al.* (2011) tulemused on suuremal või vähemal määral vastuolus mitmete teiste tulemustega, mis väidavad Põhja-Euroopa taimekasvatuse kasu saamist kliimamuutustest. Uuringu simulatsioonid viidi läbi uute suviokra sortidega, mille temperatuurinõuded sarnanevad praegustele Kesk-Euroopa sortidele ning tulemused näitasid, et +4 °C stsenaariumi puhul on võimalik saagikust säilitada vaid savimuldadel. Tulemuste kohaselt on kõige lootustandvamad kohanemismeetmed parandatud sortide valik ning põllumaade rajamine sobivatele muldadele.

Olesen *et al.* (2011) uuringu tulemusena osutub põuaperioodide esinemise sagenemine edaspidi tõsiseks piiravaks teguriks kõigi põllukultuuride puhul ning kõigis piirkondades üle Euroopa. Pikaajalised kuivad perioodid suurendavad selgelt saagikuse varieeruvust kultuuride viljelemisel. Arvestades kevadiste ja varasuviste põuaperioodide sagedamat esinemist, tuleb tootjatel välja töötada uusi riskimajandamise strateegiaid nende väljakutsetega toime tulemiseks.

Eeldatavalt jätkub keskmise temperatuuri kasv ning samaaegselt Lõuna-Euroopa sademete hulga vähenemisega suureneb sademete hulk Põhja-Euroopas.

Olesen *et al.* (2011) kohaselt raskendab vihmaperioodide sageduse suurenemine külvi ja saagikoristust enamikes Euroopa loodepiirkondades. Pikenenud sügisene vihmaperiood võib tõenäoliselt piirata kultiveerimiseks ning saagi koristuseks sobilikku ajaperioodi (Rötter *et al.* 2011). Samuti suurendavad põllumajanduslikke riske hiliskevadised ja varasügiselised öökülmad (Olesen *et al.* 2011).

Lisaks on Vogelsang ja Frances (2005) oma uurimustöös välja toonud talvede soojenemise mitmetes Põhja-Euroopa riikides, samas kui suvised keskmised temperatuurid ei tõusnud. Temperatuuride tõus toob kaasa ka paljude kahjurite leviku ning parandab kahjuripopulatsioonide talvitumist ning suurendab rünnakuid kultuuridele (Schmidhuber, Tubiello 2007).

Üleujutusi ja seisvat pinnavett põllualadel nähakse püsivate probleemidena Põhja- ja Lääne-Euroopas ning Vahemerepiirkonna mägi-aladel, suurema mõjuga just rohumaadele, talinisule ja odrale. Talvituvate kultuuride suurenenud kahjusid peetakse peamiseks probleemiks Põhja-Euroopa tootmises (Olesen *et al.* 2011).

Üllatavalt on nii positiivsete, kui negatiivsete kliimamuutustest tingitud mõjude ulatus eeldatavalt Vahemere piirkonnas väiksem, kui Põhja- või Kesk-Euroopas. See on osaliselt seletatav võimalusega kultuuride viljelemisel üle minna laialdasemale talikultuuride kasvatusel Vahemeremaades (Minguez *et al.* 2007).

Olesen *et al.* (2011) uurimustöös leiti kõige negatiivsemaid mõjusid mandrilises kliimas olevatele Ungarile, Serbiale, Bulgaariale ja Rumeeniale. Sellele piirkonnale ennustatakse suurenenud kuumalainete ja põudade riski ning piirkonnas ei ole võimalik muuta kultuuride kasvatamise aega.

## 2. TOIDUGA KINDLUSTATUS

### 2.1. Toidu kättesaadavuse trendid

Põllumajanduse suutlikkus kohaneda kasvava elanikkonnaga on olnud murekohaks juba mitmeid generatsioone ja on ka tulevikus tähtsal kohal maailma poliitikas. Viimastel aastakümnetel on maailma toidutootmine kasvanud kooskõlas nõudlusega või kohati ka hoopis suurema kiirusega.

Globaalsed toiduhindade muutused on indikaatoriks toidu kättesaadavuse trendidele, seda vähemalt nende kogukondade osas, kes saavad seda endale majanduslikult lubada ning kellel on juurdepääs maailma turgudele. Viimasel sajandil on toiduhinnad üldiselt langenud või püsinud samal tasemel. Järske hinnamuutusi on põhjustanud 1970. aasta naftakriis ja 2008. aasta eelne ootamatult kiire toiduhindade tõus, mis lahenes alles majanduse langusesse minekul (Godfray *et al.* 2010).

Grafton *et al.* (2015) hinnangul tõusid aastatel 2004 kuni 2008 toiduainete hinnad umbes 80% ning seda peamiselt nafta hinna tõusust ja esimese põlvkonna biokütuste suurenenud kasutusest tingituna. Maailmapanga hinnangute kohaselt põhjustas 2007. ja 2008. aasta toidukriis ligikaudu 130-155 miljoni inimese vaesusesse langemise (Ivanic, Martin 2008).

On mitmeid uuringuid, mis on püüdnud hinnata kliimamuutuste tõenäolist mõju toiduainete hindadele. Schmidhuber ja Tubiello (2007) andmetel oodatakse kuni 2050. aastani toidu hindade mõõdukat kasvu kooskõlas temperatuuri järjepideva mõõduka kasvuga, samal ajal osad uuringud eeldavad isegi väikesemahulist reaalhindade langust. Hindade suuremat tõusu eeldatakse peale 2050. aastat. Mõnedes uuringutes ja teatud kaupade puhul eeldatakse hindade tõusu kuni 80% võrreldes nende baastasemetega. Globaalsest soojenemisest põhjustatud hindade muutusi hinnatakse aga väiksemamahulisemaks, kui sotsiaalökonomilistest arengutest tingitud muutusi.



## 2.2. Toiduga kindlustatus ja selle neli mõõdet

Algselt loeti toiduga kindlustatus (*food security*) osalt samatähenduslikuks isevarustatusega (*self-sufficiency*) mõõtmaks ja tähistamaks, kas riik suudab toota toidu, mida tema elanikkond vajab või turg nõuab (Pinstrup-Andersen 2009). Toiduga kindlustatuse mõiste kasutamisel poliitilisel tasandil keskendutakse tihtipeale siiani vaid toiduainete pakkumusele turul, kuid toidu olemasolu ei taga juurdepääsu ega inimeste toitumisvajaduste rahuldamist.

1970. aastate keskpaigas defineeriti toiduga kindlustatus, kui kõigi inimeste juurdepääs piisavale toidule, et elada tervislikult ja produktiivselt. See määratlus hiljem võimendati FAO poolt pöörates olulist tähelepanu ka toidu toiteväärtusele ja inimeste toidueelistustele. Maailma toidualasel tippkohtumisel (*World Food Summit*) vastu võetud Rooma deklaratsiooni (1996) järgi eksisteerib toiduga kindlustatus, kui kõigil inimestel on igal ajal nii füüsiline, kui majanduslik juurdepääs piisavale, ohutule ja täisväärtuslikule toidule, mis vastab nende toitumisvajadustele ja toidueelistustele elamiseks tervislikku ja aktiivset elu.

Definitsioonist järelduvad toiduga kindlustatuse neli mõõdet, milleks on toidu füüsiline olemasolu turul, füüsiline ja majanduslik juurdepääs toidule, inimeste toitumisvajaduste rahuldamine ning toiduga kindlustatuse stabiilsus. Tagamaks toiduga kindlustatus, peavad kõik need neli tingimust olema üheaegselt täidetud.

Toiduainetega varustamise sõltumatus (*food sovereignty*) on siiani laialt kasutatav mõiste mõõtmaks riigi olemasolevaid vahendeid teha elanikele kättesaadavaks vajataval või nõudlusele vastaval määral toitu, sõltumata sellest, kas toit toodetakse kohapeal või imporditakse. Riik, mis ei tooda piisavalt toitu, mida selle rahvastik vajab või on valmis ostma ning millel ei ole piisaval määral rahalisi vahendeid, et importida puuduvad toiduressursid, ei ole sõltumatu toiduga varustamisel (Pinstrup-Andersen 2009).

Juurdepääs toidule osutab üksikisiku, kogukonna või riigi võimele osta küllaldases koguses ja piisava kvaliteediga toitu. Viimase 30 aasta jooksul on toidu reaalhindade languse ja tõusva reaaltulu situatsioonis juurdepääs toidule paljudes arengumaades paranenud. Schmidhuber ja Tubiello (2007) kohaselt on suurenenud ostujõud võimaldanud üha

enamatel inimestel osta mitte ainult rohkem toitu, vaid ka suurema toiteväärtusega toitu, mis sisaldab rohkem proteiini, mikroelemente ja vitamiine. Siiski ei ole enam, kui ühele inimesele seitsmest tänasel päeval juurdepääsu piisavale toidust saadavale valgule ja energiale ning veelgi rohkem inimesi kannatavad mingis vormis mikroelementide alatoitumuse all (Godfray *et al.* 2010).

Pinstrup-Andersen (2009) kohaselt ei pruugi ka leibkonna toiduga kindlustatus tagada toiduga kindlustatust kõigi selle liikmete puhul. Esiteks ei saa eeldada, et majapidamise võimalus piisavalt toitu hankida tähendab ka reaalselt toidu omandamist, kuna leibkond võib toidu hankimisele prioriteetsemaks pidada muude kaupade ja teenuste omandamist (näiteks eluasemekulud ja hariduskulud). Teiseks, ei pruugi leibkonnasisene toidujaotus põhineda iga üksiku liikme vajadustele – näitena eksisteerib suur arv majapidamisi, kus leibkonnas on esindatud nii alatoitumuses, kui rasvunud liikmed. Lisaks sellele määrab toiduga kindlustatuse mõju korralikule tervislikule toitumisele ka muud kõrvalised tegurid nagu sanitaaringimused, vee kvaliteet, nakkushaiguste levik ja juurdepääs arstiabile. Seega toiduga kindlustatusega ei ole alati tagatud toitainetega kindlustatus (*nutritional security*).

Maailma toidualasel tippkohtumisel sõnastatud nüüdseks laialt kasutatav toiduga kindlustatuse määratlus loob kasuliku eesmärgi, mille suunas kogu maailm peaks püüdlema. Selle eesmärgi saavutamise eeldab aga laiaulatuslikku poliitikat, mis hõlmab nii keskkonnasäästlikku põllumajandust, toiduainetööstuse ja –turu arendamist, haavatavatele kogukondadele finantsabi andmist ning alatoitumusega võitlust.

### **2.3. Kliimamuutuste mõjud toiduga kindlustatusele**

Kliimamuutused mõjutavad kõiki nelja toiduga kindlustatuse mõõdet. Mõju ulatus toiduga kindlustatusele erineb piirkondade lõikes ja ajaperioodidel ning eelkõige sõltub üldisest sotsiaalmajanduslikust seisundist, mille riik on saavutanud kliimamuutuste mõju avaldumisel.

Schmidhuber ja Tubiello (2007) kohaselt näitavad sisuliselt kõik kvantitatiivsed hinnangud, et kliimamuutused avaldavad negatiivset mõju toiduga kindlustatusele. Kliimamuutused suurendavad arengumaade sõltuvust impordist ning mõjutavad ebaproportsionaalselt suurel määral vaesemat ruraalpiirkondade elanikkonda. Ka IPCC (2014) raporti kohaselt on kõik toiduga kindlustatusega seotud aspektid potentsiaalselt kliimamuutustest mõjutatud, sealhulgas toidu kättesaadavus ja hindade stabiilsus.

Godfray *et al.* (2010) hinnangul toovad kliimamuutused kaasa edasisi raskusi miljonitele inimestele, kelle jaoks toiduga kindlustatuse saavutamine on juba tänasel päeval problemaatiline. Kliimast põhjustatud hinnakõikumised võivad viia ägeda toidupuuduseni vaestes kogukondades, mis kulutavad põhilise osa oma sissetulekutest toidule.

Kliimamuutuste tagajärjel on oodata tõsiseid tagajärgi eriti arengumaade elanikkonnale, sest paljude nende kogukondade sissetulekud sõltuvad suuresti kohalikust põllumajandusest ning vaesunud maapiirkonnad on majanduslikult ja tehniliselt halvemini ettevalmistatud kohanemaks muutuvate tingimustega (Seaman *et al.* 2014).

Suurte toidukriiside puhul antaval abil (eriti toiduabil) võib olla omakorda väga keerukas mõju nii talunikele, kui põllumajandussaaduste turgudele (Barrett 2002). Antav abi võib kaitsta tootmisvahendeid, edendada investeringuid ja põllumajanduse intensiivistamist ning soodustada põllumajandusliku väärtusahela arenemist, kuid võib samuti kaasa aidata ka hinnakõikumistele, põhjustada ebakindlust põllumajandusliku tootmise ja turu arengus ning luua sõltuvustsükli puudulikult eesmärgistatud ja juhitud põllumajanduslikes tootmisesüsteemides (Vermeulen *et al.* 2012).

Lisaks on Schmidhuber ja Tubiello (2007) kliimamuutuste ja toiduga kindlustatuse puhul välja toonud suure ohu nakkushaiguste leviku põhjuste ja tagajärgede vahelise nõiaringi tekkeks, mille tulemusena võib oluliselt väheneda tööjõu produktiivsus ja suurenda vaesusrisk ning isegi suremus. Sisuliselt kõik kliimamuutuse ilmingud mõjutavad haiguste levikut ning on üha rohkem tõendeid, et need muutused mõjutavad ka toiduohutust ja toiduga kindlustatust (IPCC 2007).

## 2.4. Toiduga kindlustatuse tagamine

Peale toiduhindade hüppelist tõusu 2008. aastal on palju kõneldud eesseisvatest väljakutsetest toita 2050. aastal üle 9 miljardi inimese. Rahvastiku ja tarbimise jätkuv kasv põhjustab ülemaailmset toidu nõudluse tõusu samal ajal, kui kasvav konkurents maa, vee ja energia ressursside osas koos kalavarude suuremahulise eksploateerimisega mõjutavad oluliselt meie võimet toota toitu koos pakilise vajadusega vähendada meie toidusüsteemide mõju keskkonnale.

Godfray *et al.* (2010) on oma töös toonitanud, et kliimamuutustest tingitud mõjud tekitavad aga veel täiendavat ohtu toiduga kindlustatusele ning seetõttu on vajalik laiapõhjaline seostatud globaalne strateegia, et tagada jätkusuutlik toiduga kindlustatus.

Maailma rahvastiku toitmiseks vajalike toiduvarude tõusu madalaimad prognoosid on suurusjärgus 60%, kuid sõltuvalt eeldatavast rahvastiku juurdekasvust, sissetulekute tõusust, linnastumise intensiivsusest ja toitumisharjumuste muutustest võib vajadus olla veel suurem. Paljude olemasolevate toiduainetega varustamise prognooside järelduse kohaselt on piisavate põllumajandusliku tootmise sisendite ning teadus- ja arendustegevuse investeeringute puhul võimalik täiendada 2,4 miljardit inimest toita olemasolevate ressurssidega, kuid see nõuab järjepidevat saagikuse kasvu ning suurt kogutootlikkuse tõusu põllumajanduses (Grafton *et al.* 2015).

Godfray *et al.* (2010) on välja toonud muudatuste vajaduse toidu tootmise, säilitamise, töötlemise, jaotamise ja kättesaadavuse osas, mis peavad olema kohati sama radikaalsed kui 18. ja 19. sajandi tööstus- ja põllumajandusrevolutsioonide või 20. sajandi roheline revolutsiooni aegsed. Tootmise kasvul on küll suur roll, kuid see on oluliselt piiratud ammenduvate loodusvarade tõttu.

Lisaks on viimastel aastakümnetel probleemiks produktiivse põllumajandusmaa kaotamine linnastumise, kõrbestumise, sooldumise, pinnase erosiooni ja muude jätkusuutmatute maakasutusvõtete tagajärjel. Kliimamuutustest süvendatud produktiivse põllumaa tootmisest kadumine on tõenäoline, ka poliitilised otsused toota biokütuseid on lisanud konkurentsivõimet hea kvaliteediga põllumajandusmaale. Seega on kõige tõenäolisem

stsenaarium, kus me peame suutma toota rohkem toitu samalt või isegi väiksemalt põllumaa alalt (Godfray *et al.* 2010).

#### **2.4.1. Säätsev intensiivistamine**

Gregory *et al.* (2005) kohaselt peetakse põllumajanduse intensiivistamist laialdaselt vajalikuks meetmeks rahuldada tänapäevast majanduslikke ja toitumuslikke suundumusi prognoositava toidu vajaduse kasvu.

Samas on oluline, et kliimamuutuste leevendus- ja kohanemismeetmed hõlmaksid tegevusi nii süsiniku sidumiseks (*carbon sequestration*), kui emissioonide vähendamiseks ning nende rakendamisel tuleb vältida negatiivset mõju eluolule ja toiduga kindlustatusele (Vermeulen *et al.* 2012). Seega tuleb tootmist intensiivistada viisil, mis samal ajal siiski vähendab kasvuhoonegaaside emissioone või seob rohkem süsinikku mulda.

Tavapärase praktika alternatiiv on niinimetatud säätsev intensiivistamine (*sustainable intensification*) ehk tootmise suurendamine samalt maa-alalt, samal ajal vähendades negatiivseid mõjusid keskkonnale.

Siiani on toidupuuduse esmaseks lahenduseks olnud põllumajandusmaade laiendatud kasutuselevõtt tootmisesse ning kalavarude eksploateerimine. Põllumajandusmaa suurendamine on väikesel määral küll võimalik, kuid seoses üha tiheneva konkurentsiga teiste sektoritega, on see üha ebatõenäolisem ning kulukam lahendus, eriti arvestades bioloogilise mitmekesisuse ja looduslike ökosüsteemide avalike hüvede prioriteerimise vajadusi (Godfray *et al.* 2010).

Vee ja väetiste maht ning kasutamiskiis on säästva intensiivistamise ja suurenenud toidu tootmise juures kriitilise tähtsusega. Samuti on toiduvarede tulevikku silmas pidades toidu tootmisel väga olulised muud tegurid nagu mullaviljakus ja toiteelementide kättesaadavus mullas (Grafton, *et al.* 2015).

Mulla huumust peetakse mullaviljakuse olulisimaks näitajaks, mis avaldab mõju paljudele mulla omadustele, mullas kulgevatele protsessidele ning taimkatte produktsiooni tasemele

(Lauringson *et al.* 2015). Mulla huumusvaru ja orgaanilise süsiniku taseme suurendamisel keskkonnasäästlike maaharimisvõtete läbi on oluline positiivne kasu keskkonnale läbi paranenud veerežiimi ning mulla bioloogilise mitmekesisuse ja mulla agregaatide stabiilsuse tõstmise.

Smith *et al.* (2007) hinnangul on mulla orgaanilise süsiniku sidumine hinnanguliselt kõige suurema majandusliku leevendussuutlikkusega, kuigi tuleb tegeleda stiimulitega selle vastuvõtmiseks. Piirkondades, kus on suured toiduga kindlustamata elanikkonnad, kalduvad mullad olema süsinikuvaesed (Vermeulen *et al.* 2012).

Agro-ökoloogilised lähenemisviisid, mis püüavad kasutada looduslike ressursse põllumajanduslikuks tootmiseks samal ajal tagades jätkusuutlikkuse ja ökosüsteemi tasakaalu, on võimalus parandada põllumajanduslikku produktiivsust. Keskkonnasõbraliku tootmise lähenemisviisidel on mitmeid samaaegselt kaasnevaid kasutegureid, kuna nad vähendavad saastatust alternatiivsete taimetoitainetega varustamise ja kahjuritõrje meetoditega, loovad ökoloogilise mitmekesisuse reserve ning parendavad kasvukoha kvaliteeti mulla, vee ja loodusliku vegetatsiooni hoolika ja läbimõeldud majandamise.

Maapiirkondades võimaldab haridus ning teadmiste kättesaadavus põllumajandustootjatel kasutusele võtta uusi jätkusuutlikke tehnoloogiaid ja saada kasutatavast maaressursist suuremat tulu. Seetõttu on investeringute suurendamine inimestesse ehk haridusse esmatähtis kiirendamiseks toiduga kindlustatuse eesmärgi saavutamise protsesse (Rosegrant, Cline 2003).

Grafton *et al.* (2015) hinnangul moodustavad järgmised aastakümned kriitilise üleminekuperioodi toidu, energia, keskkonna ja vee suhetes. Selleks, et tagada sujuv üleminek säästvale intensiivistamisele on vajalikud uued lähenemisviisid ja riskide hindamised, sest senise olukorra jätkumisel ei saavutata toiduga varustatust ega jätkusuutlikke ökosüsteeme. Ka Rosegrant ja Cline (2003) kohaselt on olulise edasimineku saavutamine toiduga kindlustatuse parandamisel raske väljakutse, kuid innovatsioon keskkonnasõbralikes lähenemisviisides ja taimede aretusviisides on näidanud aga dokumenteeritud edusamme. Keskenduda tuleb teguritele, mis soodustavad kõrgemat tootlikkust, kuid seda mitte kriitiliste ökosüsteemide funktsioonide kulul.

## 2.4.2. Toidukadu ja toidujäätmed

Qureshi *et al.* (2015) kohaselt võib suurenenud toidu tootmine küll soodustada toiduga kindlustatust läbi madalamate toiduhindade tarbijate jaoks, kuid siiski ei ole see piisav, sest lõppkokkuvõttes on oluline turunõudlus, toidu jagunemine ja juurdepääsetavus riikide, leibkondade ja sugude lõikes.

Godfray *et al.* (2010) andmetel on nii arenenud, kui arenguriikides probleemiks kasutuskõlbliku toidu raiskamine (*food waste*) ning ligikaudu 30-40% toidust muutub kasutuskõlbmatuks erinevatel põhjustel – arengumaades on kahjum tingitud peamiselt toiduahelate infrastruktuuride puudulikkusest või toidu säilitamise ja ladustamise probleemidest; arenenud maailmas on esinevad peamised kaod jaekaubanduses, toitlustuses ja toiduahela lõpptarbijate juures.

Euroopa Komisjoni ametlikel andmetel läheb Euroopa Liidus raisku kuni 50% söögikõlblikust ja tervislikust toidust kogumahuga 89 miljonit tonni aastas. Kusjuures juhul, kui käesoleva kiireloomulise probleemiga koheselt ei tegeleta, prognoositakse aastaks 2020 umbes 40% kasvu 126 miljonile tonnile tarbimiskõlblikule toidule (EP: toidukadusid Euroopas... 2012).

Kuna praegusel ajal on toit suhteliselt odav, vähemalt Lääne tarbijate jaoks, ei ole raiskamise vältimise stiimuleid inimestel piisavalt. Tarbijad on harjunud ostma toitu välise standardi alusel, seega on probleemiks ka söödava, kuid ebastandardse või plekilise toidu äraviskamine. Lisaks on toiduohutusosalased väärtõlgendused ja ebapiisav teave viinud tarbimiskõlbliku toidu kergekäelise äraviskamiseni (Godfray *et al.* 2010).

Godfray *et al.* (2010) arvates vähendaks arenenud riikides tõenäoliselt tarbijate poolset toiduraiskamist toiduhindade tõus. Raiskamist võib vähendada ka probleemi käsitlevad teavitus- ja hoiatuskampaniad koos toidukao vähendamise strateegiatega väljatöötamisega. Üle tuleks vaadata kaupade “kõlblik kuni” märgistust puudutav seadusandlus, mis on ettekavatsematult põhjustanud toiduainete raiskamise probleemi kasvu. Toiduraiskamise vähendamine on eriti problemaatiline just arengumaades, kuna on tihedalt seotud üksikisiku käitumisega ning kultuurilise suhtumisega toitu.

Ka Euroopa Komisjon on oma resolutsioonis pööranud erilist tähelepanu asjakohase märgistuse ja pakendamise vajalikkusele ning raiskamise vältimiseks tarvilike riiklike teavituse- ja koolitusprogrammide parendamisele. Kuivõrd tänasel päeval põhjustavad kodumajapidamised peamise osa ehk 42% toidukadudest Euroopa Liidus, peetakse eriliselt oluliseks teadlikkuse tõstmist rahvastiku hulgas (EP: toidukadusid Euroopas... 2012).

Toiduraiskamise probleemi lahendamiseks arengumaades on eelkõige vajalikud riiklikud investeeringud infrastruktuuri parandamiseks, mis läbi paremini toimivate turgude ja kapitali kättesaadavuse suurendaks toiduahela tõhusust. Olemasolevaid tehnoloogiaid ja praktikaid tuleb täiustada ning jätkata uurimistööd koristusjärgse säilitustehnoloogiate arendamisel (Godfray *et al.* 2010).

#### **2.4.3. Investeeringud teadustöösse**

Viimaste aastakümnete märkimisväärset saagikuse kasvu on peamiselt tinginud sortide geneetiline parandamine. Odra 1,5% aastase saagikuse suurenemise puhul omistasid Rajala ja Peltonen-Sainio (2001) oma uurimustöös sellest tõusust 40% mõjuosa geneetilisele parendamisele läbi sordiaretuse.

Sordiaretusega on lisaks saagi kvaliteedi ja kvantiteedi tõstmisele võimalik suurendada ka kultuuride vastupanuvõimet erinevatele keskkonnasurvetele nagu mulla sooldumine, kõrge temperatuur ja põuatingimused. Seega on suuremahuline sordiaretuse rakendamine kliimamuutuste kohanemismeetmena esmatähtis tagamaks toiduga kindlustatus (Misra 2014).

Põllukultuuride abiootilise stressi ületamine läbi aretuse on osutunud tõhusaks vahendiks suurendamiseks toiduainete tootmist (Evenson, Gollin 2003) ja kergendamaks kliimamuutuste mõju (Burney *et al.* 2010). On täheldatav ka märkimisväärne bioloogiline potentsiaal suurendamiseks põllukultuuride saagikust läbi kultuuride aretuse ja biotehnoloogia (Godfray *et al.* 2010). Investeeringud põllukultuuride parendamisse tähelepanu pöörates üha muutuva kliima eripäradele (kuumus, põud, liigniiskus,



kahjurikindlus) on oluline osa mistahes ülemaailmsetes jõupingutustes kohandada põllumajanduslikke tootmissüsteeme (Vermeulen *et al.* 2012).

Investeeringud põllumajanduslikku teadustöösse on lisaks peamise taimekultuuride ja loomakasvatustehnoloogiate parendamise faktorile ka suure majandusliku tasuvusega. Kolm põhilist saagikust mõjutavat strateegiat on uuringud suurendamiseks kuivsaaki, taime biomassi ning tõsta taime stressitaluvust (Rosegrant, Cline 2003). Investeeringud teadustegevusse on vajalikud ka suure taimehaiguste ja teiste epideemiate mõju tõttu põllumajanduslikule tootmisele (Grafton *et al.* 2015).

Peltonen-Sainio *et al.* (2009) näevad lähitulevikus uute haiguskindlate sortide kasutusele võttu tootmises, mis koos kõrgema pestitsiidide kasutamise kasumlikkusega vähendavad saagikuse varieeruvust.

Investeeringud teadustegevusse on olulised ka analüüsimaaks kliimamuutuste kohanemismeetmete mõjusid tootjatele ja keskkonnale. Vermeulen *et al.* (2012) hinnangul võivad kliimamuutuste leevendusmeetmed oluliselt mõjutada põllumajandustootja kulusid, saagikust ja toidutootmise jätkusuutlikkust ning seetõttu on vajalik saada täpsemaid hinnanguid leevendusmeetmete mõjudest toidusüsteemile hindamiseks tegelikke kompromisse.

Paljud laiapõhjalised analüüsid identifitseerivad piirkonnad ja põllukultuurid, mis on tundlikud kliimamuutusele, kuid on vähe teaduslikke andmeid selle kohta, kuidas praegust tootmissüsteemi saab kohandada ning millised praegused tehnoloogiad ja praktikad võimaldavad kohandamist (Vermeulen *et al.* 2012).

#### **2.4.4. Poliitilised reformid ja programmid**

Toiduga kindlustatus ja selle jätkusuutlik areng on üks suurimaid väljakutseid üle maailma. Seetõttu on ohtudega toime tulemiseks vajalik riiklike ja globaalsete toiduga kindlustatuse strateegiade arendamine ja rakendamine.

Kuigi keskkonnasõbralik lähenemisviis tootmises pakub uusi võimalusi saagikuse tõstmiseks, tuleb toiduga kindlustatuse tagamiseks oluliselt panustada ka investeeringute suurendamisse maapiirkondadesse ning poliitilistesse reformidesse.

Saavutamaks toiduga kindlustatus on vajalik poliitikate ja investeeringute reformid mitmetel tasanditel, sealhulgas tööhõive, põllumajanduslik teadustöö, maapiirkondade infrastruktuur, veemajandus ning looduslike ja bioloogiliste ressursside kasutamine (Rosegrant, Cline 2003).

Grafton *et al.* (2015) hinnangul keskendumine vaid toidu tootmise suurendamisele ei ole piisav, sest toit peab olema toodetud viisil, mis võimaldab selle püsiva tarnimise, ei halvenda inimeste võimet toota toitu ka tulevikus ning ei ohusta kriitiliselt tähtsaid ökosüsteemi teenuseid.

Kui maapiirkonnas ei ole toimivat funktsionaalset infrastruktuuri, võivad põllumajandussaaduste turustamise kulud saada takistavaks faktoriks põllumajandustootjate jätkusuutlikule tegevusele ning seeläbi raskendada piirkonna elanike majanduslikke toimetulekuvõimalusi. Maapiirkonna arenenud teedevõrk suurendab põllumajanduslikku tootmist läbi uute maaressursside kasutusele võtmise, olemasoleva maa kasutamise intensiivistamise ning maapiirkonna ja tiheasustuse vaheliste sidemete tugevdamise (Rosegrant, Cline 2003).

Baldos ja Herteli (2015) hinnangul on oluline võti maailma rahvastiku toitmisel toidu tootmise asukoht, põllumajanduslike sisendite ja toodetud toidu juurdepääs turule ning rahvusvaheline kaubandus. Hästi toimiv toidukaubandus on vajalik leevendamaks probleeme lühiajaliste piirkondlike üleujutustest ja põudadest põhjustatud toiduvarude tasemete kõikumistega, mis võivad oluliselt ägeneda kliimamuutuste tõttu. Samuti on toidukaubandus kriitilise tähtsusega tihedalt asustatud piirkondades nagu Lõuna-Aasia, mis tõenäoliste stsenaariumide prognooside kohaselt kannatavad 2050. aastaks oluliselt toiduainete puudujäägi all. Samas tuleb toidukaubanduse puhul arvestada ka bioohutuse riskidega (Kompas *et al.* 2015).

Grafton *et al.* (2015) on välja toonud, et põllumajanduslikud kaitsemeetmed (sealhulgas turusekkumised) võivad negatiivselt mõjutada põllumajanduse pika-ajalist arengut. Nimelt

ei ole turusekkumised paljudes riikides saavutanud soovitud mõju. Põllumajanduspoliitikal on pikk ajalugu ebaefektiivse tootmise ja sellest tulenevalt mõnede piirkondade ületootmise motiveerimisel.

Kunstlikult kõrge hinnast tingitud ületootmine on põhjustanud olulisi moonutusi maailmaturul ning kaubanduse liberaliseerimist peetakse nüüd oluliseks parandamiseks ülemaailmset toiduga kindlustatust. Vähem kaubandust moonutav toidupoliitika on potentsiaalselt ka põllumajandustootjatele motivatsiooniks kasutada säästlikke sisendressursse (Grafton *et al.* 2015).

### 3. KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMINE JA ARUTELU

#### 3.1. Kohanemismeetmete rakendamine

Maailma toiduga kindlustatuse komitee CFS (*Committee on World Food Security*) toiduga kindlustatuse ja toitumise küsimustega tegeleva kõrgetasemelise ekspertide rühma HLPE (*High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition*) raporti kohaselt tagab jätkusuutlik toidusüsteem toiduga kindlustatuse ja toitumise kõigile sellisel moel, et see ei kahjusta tulevastele põlvkondadele toiduga kindlustatuse ja toitumise tagamise majanduslikke, sotsiaalseid ja keskkonnavalaseid tingimusi (HLPE 2014).

Seega tähendab jätkusuutlikkus inimkonnale meie eluviiside muutmist suurendamaks võimalusi, et looduslikud ning sotsiaalsed tingimused võimalikult kaua kindlustavad inimeste turvalisuse, heaolu ja tervise. Eriline tähtsus on siinkohal asendamatu loodusvarade ja ökosüsteemidest saadavate kaupade ja teenuste kasutamise stabiliseerimisel.

Tänapäevane stiimul jätkusuutlikkuse edendamisel on üha enam välja tulev ja kogunev tõendusmaterjal, mis näitab, et inimkond on ohtu seadnud oma enda pikaajalised huvid ning elab üle Maa võimete, seeläbi muutes atmosfääri koostist ja ammendades bioloogilise mitmekesisuse, mullaviljakuse, ookeanide kalavarud ning magevee ressursid (McMichael *et al.* 2003).

ÜRO keskkonnaprogrammi rahvusvaheline ressursside paneel UNEP IRP (*United Nations Environment Programme International Resource Panel*) on leidnud ressursside kasutamisega seoses kõige suurema keskkonnamõjuga olevat just toiduainetööstuse sektori, kuna toidusüsteemid kasutavad paljusid maavarasid nii tootmises, töötlemises, transpordis, kui müügi protsessis. Euroopa Komisjoni (2013) aruande kohaselt on toidusüsteemidest tulenev bioloogilise mitmekesisuse kadu endiselt oluline murekoht. Lisaks põhjustab ressursside ebatõhus kasutus mulla degradatsiooni, vee ja õhu saastamist ning kasvuhoonegaaside emissioonide kõrget taset.

Kliimamuutustega kohanemine on leevendamisega võrreldes suhteliselt uus valdkond. 2009. aastal avaldas aga Euroopa Komisjon erinevaid sektoreid puudutava kliimamuutustega kohanemise valge raamatu, mis sisaldab peamiseid probleeme ning nende võimalikke lahendusi (Põllumajandussektoris... 2013).

Nii lühiajalised kohanemismeetmed nagu muutused põllukultuuride liikide ja sortide valikutes ning külviajas, kui pikaajalised kohanemismeetmed nagu muudatused veemajanduses, maakasutuses, põllumajandustootmise süsteemides on olulised enamikes piirkondades.

Täpsem kohanemismeetmete strateegia on aga piirkonna ja konteksti spetsiifilised ning ükski ainus lähenemisviis ei ole universaalne vähendamaks riske kõigis olukordades. Tõhus riske maandav kohanemismeetmete strateegia peab arvestama haavatavuse ja kokkupuute dünaamikat ja nende seoseid sotsiaalmajanduslike protsesside, säästva arengu ja kliimamuutustega (IPCC 2014).

Põllumajanduslikku tehnoloogiasse investeerimine tootlikkuse ja saagikuse suurendamiseks võib avaldada negatiivset mõju, kui laiendatakse tootmisaluseid maa-alasid, millel rakendatakse intensiivistamise põhimõtteid (Rudel *et al.* 2009). Tulevikus toimuvad intensiivistamisprotsessid nõuavad rohkem tähelepanu sisendite efektiivsusele ja nende keskkonnakuludele (Gregory *et al.* 2002). Vähendamaks kaupade süsinikeite määra, samuti tootmises kasutatavat maa-ala ning sisendite kahju keskkonna tervisele, on vajalik tõhustada väetiste, pestitsiidide ja fossiilkütuste kasutamist ja leida jätkusuutlikke produktiivseid alternatiive (Vermeulen *et al.* 2012).

Väiksemalt maa-alalt suurema saagi saamine on olulisim vahend saavutamaks toidu tootmise ja kliimamuutuste leevendamise võimaluste ühendamise, eeldades tootmisest välja jäänud maa põllumaast suuremat süsiniku sidumise võimet või väiksemat kasvuhoonegaaside emiteerimist.

Misra (2014) rõhutab erilise tähelepanu vajadust niisutussüsteemide infrastruktuurile, efektiivsemale projekteerimisele ning veevajaduse katmisvõimalustele läbi vihmavee

kogumissüsteemide, kuna just põllumajandussektor vajab suuri koguseid vett. Põllumajandussektori veetarve mõjutab suure kindlusega ka veeressursside kättesaadavust majapidamistele ja teistele tootmissektoritele.

Veemajanduses on kuluefektiivsem ja jätkusuutlikum veevarusid säilitada, kui tegeleda mittejoogikõlbliku vee ja reovee töötlemisega. Lisaks on enamus veeressursside kaitsestrateegiad suhtelised lihtsad ja majanduslikult teostatavad võrreldes veepuhastusjaamadega. Seetõttu on vajalik välja töötada sobivaid strateegiaid põhjaveevarude taastootmiseks ning veevarude säilitamiseks.

Need kohandused nõuavad suuri investeeringuid nii põllumajandustootjatelt, valitsustelt, teadlastelt ja arenguorganisatsioonidelt, kes kõik seisavad silmitsi paljude muude nõudmistega oma ressursidele. Investeeringuvajaduste prioritseerimine läbi kliimamuutuste riskikohtade kindlakstegemine on seejuures oluline küsimus, millele siiani ei ole piisavalt tähelepanu pööratud (Lobell *et al.* 2008). Peamine väljakutse on kiirendada kaasaegsete tehnikate rakendamist, millel ei ole otsest kultuuride saagikust suurendavat mõju (Misra 2014).

Lisaks tuleb rakendada kõik võimalikud jõupingutused vähendamaks kasvuhoonegaaside emissiooni, eriti CO<sub>2</sub> õhkupaiskamist läbi fossiilsete kütuste põletamise. Muutes kasutuses olevaid maaviljelusvõtteid on võimalik vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni, näiteks rakendades integreeritud kahjuritõrjemeetodeid või integreeritud jäätmekäitlust loomakasvatuses (Godfray *et al.* 2010).

Põllukultuuride aretusel tuleviku kliimaga kohanemiseks on suurem eduvõimalus, kui seda viiakse läbi koos põllumajandustootjatega, võttes arvesse nende võimet ja soovi vastu võtta uusi riske või uusi siseneid nõudvaid meetodeid (Vermeulen *et al.* 2012).

### **3.2. Eesti elanikkonna toiduga kindlustatus**

Eesti põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava kohaselt tähendab kliimamuutustega kohanemine Eesti kontekstis eelkõige erakorraliste ilmastikunähtuste ning taimehaiguste ja -kahjurite leviku riskide

maandamist. Peamised meetmed võiksid tegevuskava kohaselt olla taimekultuuride mitmekesisuse suurendamine, sordiaretus ja biotehnoloogia edendamine, uute kindlustuslahenduste loomine ning taimehaiguste, maaparandussüsteemide korrashoiu tagamine ja taimekahjustajate ning loomataudide leviku monitoring (Põllumajandussektoris... 2013). BioClim (2015) uuringu autorite hinnangul tuleks suure ilmastikulise varieeruvuse tõttu esmajoones üle vaadata kliimamuutustega seotud õigusraamistik.

Eestikeelses teaduskirjanduses ei ole siiani uuritud toiduga kindlustatuse olukorda Eesti kontekstis ning sügavam analüüsi vajab kindlasti ka kliimamuutuste mõju Eesti toiduga kindlustatusele tulevikus. Põldaru ja Roots (2012) on oma töös uurinud toiduga kindlustatusega tihedalt seotud isevarustatuse võimalusi ning koostatud mudeli abil leidnud, et Eestis ei tohiks põhiliste toiduainete nagu veise-, sea- ja broileriliha, kanamunade, jogiipiima, või, juustu, teraviljatoodete ja kartuli isevarustatuse saavutamiseks raskusi ette tulla. Paraku ei taga üheksa toiduainega isevarustatus riigis aga toiduga kindlustatust ning toiduga kindlustatuse erinevaid aspekte tuleb Eesti kontekstis kindlasti põhjalikult analüüsida.

### **3.2.1. Uued tingimused ja uued kultuurid**

Peamise teadvustatud ohuna Eesti põllumajandustoodangule võib näha ekstreemsete ilmastikunähtuste sagedamat esinemist. Näiteks võivad samal aastal saaki vähendada nii põud, kui liigniiskus (Põllumajandussektoris... 2013).

Saagi ikaldumine võib olla katastroofilise mõjuga nii põllumajandustootjate jätkusuutlikusele, kui ka elanikkonna isevarustatuse tasemele. Iga põud ja teraviljasaagi ikaldus avaldab kogu toidutööstusele olulist mõju. Näiteks 2007. aasta Euroopa, Ukraina ja Venemaa teraviljasaagi ikaldumisest põhjustatud hinnatõus maailmaturul mõjutas oluliselt ka teisi sektoreid nagu liha- ja piimatootmine ning põhjustas seeläbi üldist toiduhindade kallinemist ja toidupuudust kogu maailmas.

Seetõttu on autori hinnangul äärmiselt oluline uurida muutuva kliima tingimustes traditsiooniliste viljelusvõtete kohandamise võimalusi. Ka Põllumajandusministeeriumi kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava kohaselt on

muutuva kliima uute võimaluste nagu lühenev talv, ebastabiilsem niiskusrežiim ja pikenev sügis, ärakasutamise edukaks eelduseks teadmispõhine tootmine (Põllumajandussektor... 2013).

Suviste kuumalainete esinemise märgatava sagenemisega seonduvalt võib olla edaspidi oluline niisutussüsteemide laialdasem kasutuselevõtt stabiilse tootmise tagamiseks. FAO Aquastat (2016) andmetel on Eestis niisutatava põllukultuuride kasvupinna maht langenud Nõukogude Liidu aegselt maksimumtasemelt 14 000 hektarilt 1970.aastal vaid ligikaudu 1 362 hektarini 2005. aastaks. Eeldatavalt on langustrend siiani veelgi jätkunud.

Niisutussüsteemid on aga efektiivsed lahendused kultuuride veestressi vähendamisel ning saagikuse parandamisel põuatingimustes. Eelkõige on isevarustatuse seisukohalt ja tootmise stabiilsuse kindlustamiseks oluline kõögivilja-, puuvilja- ja marjatootjate motiveerimine niisutussüsteemidesse investeringute tegemiseks.

Kuna talvituvate kultuuride suurenevaid kahjusid peetakse tulevikus suureks probleemiks Põhja-Euroopa ja Eesti teraviljatootmises, tuleb suurt tähelepanu pöörata kohanemis- ja leevendusmeetmetele eriti talvituvate kultuuride viljelustehnoloogiates.

Eestis läbiviidud katsete põhjal on järeldatud, et kevadkülmade ja liigvee tingimustes võivad taliviljad potentsiaalselt paremini talvituda minimeeritud mullaharimise tehnoloogiaid kasutades, kuivõrd pindmisel harimisel alles jäänud poollagunenud tüü toimib puhvrina ning mullakapillaarid ja vihmaussikäigud soodustavad vee äravalgumist (Tamm *et al.* 2011).

Lisaks on viimastel aastatel kogu maailmas hakanud levima uued ohtlikud ja üha agressiivsemad taimehaigused, mille aktiivsus soojenevas kliimas veelgi enam tõuseb. Eriti haavatav võib uutes tingimustes olla maheviljelus, kuna puudub võimalus kasutada saagi kaitsmiseks pestitsiide. Autori hinnangul on nii maheviljeluses, kui tavapõllumajanduses saagi tagamiseks üha tähtsamal kohal läbimõeldud külvikord, optimaalne külviaeg, õigeaegne kõrrekoorimine ja künd, kvaliteetne seeme ning parentatud haiguskindlate kultuuride kasvatamine.



Järjest enam kasutatakse suurriikide nagu USA, Argentiina, Brasiilia, Canada, India ja Hiina põllumajanduses kasvava nõudluse ja kliimamuutustega sammupidamiseks geneetiliselt muundatud kultuure ehk GMO-sid (*genetically modified organism*). Qaim ja Kouser (2013) kohaselt nähakse GMO kultuuride kasvatamises ülemaailmse toiduga kindlustatuse probleemi võimalikku lahendust põllumajandusliku produktiivsuse suurendamise, kultuuride biootilise ja abiootilise stressitaluvuse tõstmise aga ka toidu kvaliteedi ja toiteainetesisalduse tõstmise läbi. Euroopas on aga laialdased piirangud GMO kultuuride viljelemisele ja müügile ning 19 Euroopa Liidu liikmesriiki on täielikult keelustanud GMO kultuuride kasutamise oma territooriumidel (Ecowatch 2015). Eestis GMO-de kasutamisele piiranguid siiani seatud ei ole ning selle alase seadusandluse reguleerimine on jaotatud Keskkonnaministeeriumi, Maaeluministeeriumi ja Sotsiaalministeeriumi vahel (Keskkonnaministeerium 2016).

Käesoleva töö autori hinnangul on GMO leviku erinevus USAs ning Euroopas tingitud eelkõige ühiskondade erinevast teaduspõhisest lähenemisest. Kui Ameerika Ühendriikides eeldatakse pigem GMO turvalisust keskkonnale ja inimeste tervisele kuni ümberlukkavate tõendite leidmiseni, siis Euroopa ühiskond lähtub pigem võimalikest ohtudest ning eeldab enne kasutuselevõttu pikaajalisi uuringuid turvalisuse tõendamiseks. Kuigi GMO kultuurid võivad tulevikus olla toiduga kindlustatuse strateegia üha olulisemaks osaks, ei ole autori arvates lähiajal siiski Euroopas ühiskonna vastuseisu tõttu oodata geneetiliselt muundatud organismide laialdast levikut.

Uute tingimustega seoses on aga kindlasti vajalik ulatuslik töö sordiaretuses, et leida produktiivseimad ja jätkusuutlikumad sordid ning kasvatustehnoloogiad. Haigus- ja kahjurikindlate sortide aretus ja kasvatamine võimaldab vähendada pestitsiidide kasutamist ning seeläbi ka üha intensiivistuva tootmise negatiivseid mõjusid keskkonnale. Põllumajandusministeeriumi tegevuskava kohaselt (Põllumajandussektoris... 2013) on oluline ka muutuvate tingimustega kohastunud sortide aretuse alustamine potentsiaalselt siia levivatel kultuuridel.

Nimelt võib kliima soojenemine pakkuda uusi võimalusi ka mõningate siiani Eestis vähemlevinud taimekultuuride kasvatamisel, kuna muutumas on traditsioonilised kultuuride viljelusalad. Näiteks on mitmel pool Põhja-Euroopas varasemast oluliselt enam hakatud kasvatama maisi ja sojauba. Olesen *et al.* (2007) on kliimastenaariumide analüüsi

põhjal järeldanud maisi kasvatamiseks sobivate alade märgatavat laienemist 21. sajandil nii Eesti, Läti, Leetu, kui Soome ja Rootsi lõunaosadesse. Fronzek ja Carter (2007) kohaselt hakkavad soja kasvatamise alad samuti Kesk-Euroopast laienema, kuid kuigi Eesti osas näitab üldprognosis suurenemistendentsi, on tulemused veel käesolevate kliimastenaariumide põhjal ebamäärased.

Autori hinnangul on Eesti kontekstis uute kultuuride levikuvõimaluste ja põllumajandustootjate valmisoleku osas vajalikud täiendavad uuringud. Alternatiivkultuuride viljelemine võib pakkuda olulist tuge nii põllumajandustootjate jätkusuutlikuse tagamisel, kui riikliku toiduga kindlustatuse strateegia edukal rakendamisel. Lisaks inimtarbimisele on nii soja, kui mais populaarsed loomasöödad ning teraviljatoodangu ikaldusaastatel aitaksid nimetatud kultuurid potentsiaalselt ära hoida ka suuremaid hinnahüppeid toiduainete turul.

### **3.2.2. Mullaviljakus ja harimisvõtted**

Äärmiselt oluline on mulla viljakuse tõstmine ja hoidmine ning säästva intensiivistamise põhimõtete laialdane kasutuselevõtt. Täppispõllumajanduse ja keskkonnasõbralike harimisvõtete ühendamine, kultuuride mitmekesistamine, pestitsiidide kasutamise vähendamine ja mullaviljakuse tagamise meetmed on põllumajandustootmise tasandil esmatähtsad tagamaks Eesti toiduga kindlustatus järgnevatel aastakümnetel.

2015.aastal moodustas Eestis põllukultuuride kasvupind kokku 614 000 hektarit (Statistikaamet 2016). Sealjuures on viimastel aastatel täheldatav järjepidev kultuuride kasvupinna suurenemine ja saagikuse kasv. Bioclim (2015) raporti andmetel on vaatamata viimaste aastate teraviljakasvatuse produktiivsuse tõusule Eesti siiski endiselt Euroopa Liidus üks madalaima ja suure varieeruvusega teraviljasaagikusega piirkond. Saagikuse varieeruvus aastate lõikes on kusjuures ligi 30%.

Kuivõrd Eesti põllumuldade huumusvaru on vähenemise tendentsiga (Keskkonnaagentuur 2014), tuleb madala saagikuse tõstmiseks ning tootlikkuse varieeruvuse vähendamiseks kindlasti panustada lisaks muudele meetmetele huumusvaru tasemete tõstmisele. Bioclim (2015) raporti autorite hinnangul aitavad kliimamuutuste mõjudega nagu veerežiimi

muutused, uute kultuuride ja mulla viljakuse vähenemisega kohanemisele kaasa viljelustehnoloogiate muutumine.

Orgaanilise aine muldaviimine parandab mulla puhverdusvõimet, neelamismahutavust, infiltratsiooni ja toitainete bioloogilist sidumist (Lauringson *et al.* 2015). Seega on viljavahelduse huumusbilansi seisukohalt äärmiselt oluline pidev orgaanilise aine muldaviimine, et kompenseerida kultuuride viljelemise käigus tehtud kulutused. Sealjuures on sõnniku, virtsa ja läga kõrval üha enam vajalik alternatiivsete orgaaniliste väetiste nagu kompostide, haljasväetiste, põhu, adru ja biosöe kasutamine ning huumusevaru mõjutamine agrotehniliste võtetega nagu kultuuride valik külvikorras, kuna loomade arvukus ja sõnniku kogused on Eestis siiani langustrendis.

### **3.2.3. Loomakasvatus**

Euroopa Keskkonnaagentuuri (2015) kohaselt on toidusüsteemid üks kliimamuutuste põhjustest ja kliimamuutused mõjutavad neid omakorda märkimisväärselt. Põllumajandussektori kasvuhooonegaaside emissioon Euroopa Liidus on käesolevalt ligikaudu 10% koguemissioonist, kuid tehtud on juba olulisi edusamme põllumajanduse emissioonide (metaan, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O) vähendamisel ning aastatel 1990-2012 on emissioonid sektoris vähenenud 24% võrra. Paraku on ülemaailmselt siiski emissioonide tase põllumajanduses kasvanud ning viimasel kümnendil aastatel 2001-2011 oli tõus 14%. Kasvuhooonegaaside emissiooni põllumajanduses aitaks vähendada eelkõige uute innovatiivsete tootmistehnikate ja -viiside kasutuselevõtt, väetiste efektiivsem ja keskkonnasõbralikum kasutamine, liha- ja piimatootmise efektiivistamine (sh. sõnnikukäitlus), toidukao ja äraviskamise vähendamine ning liha ja teiste suure ökoloogilise jalajäljega toodete tarbimise vähendamine.

Samas on Godfray *et al.* (2010) hinnangul liha tarbimise osakaalu vähendamise väärtus raskesti hinnatav tegur, kuna lihatoodete tootmise produktiivsusel ja sellega seonduvatel keskkonnamõjudel on olulisi variatsioone sõltuvalt tarbitud lihatüübist ning kuigi loomakasvatus on peamine metaani emissioonide allikas, võimaldab sõnniku kasutamine asendamaks kunstlikke lämmastikväetisi selle mõju osaliselt kompenseerida. Ka Grafton *et al.* (2015) on leidnud, et kuigi toidu raiskamise vähendamine ja üleminek vähem lihal

põhinevale dieedile vähendaksid kasvuhoonegaaside emissiooni ning metsade raadamise vajadust, ei ole selle ulatuslik rakendumine tõenäoline.

Käesoleva töö autori hinnangul vajab lihloomakasvatuse suurendamise võimalus Eesti põllumajanduses edasist uurimist. Nagu juba varasemalt välja toodud, eeldatakse järgnevatel aastakümnetel seoses rahvastikukasvu ja inimeste toitumisharjumuste muutuse tõttu olulist üle 80% ülemaailmset nõudluse kasvu erinevate liha- ja piimasaaduste osas. Kuigi mäletsejate (veised, lambad) seudeprotsessidest ning sõnnikukäitlusest tekib oluline osa põllumajandussektori metaani emissioonist (Põllumajandussektoris... 2013) tuleb arvestada ka loomakasvatusega kaasnevate positiivsete aspektidega. Näiteks on võimalik kariloomi toita rohumaade kasutamise, mida ilma keskkonnale negatiivseid mõjusid põhjustamata põllumaana kasutusele võtta ei saaks. Näitena on 2012. aastast Euroopa Liidu Life+ Nature programmi projekti *UrbanCows* raames rannaniidu taastamiseks karjatatud Pärnu rannaniidu looduskaitsealal 250 hektaril hooldust vajavatel poollooduslikel kooslustel lihaveiseid (Keskkonnaamet 2016).

Lisaks on võimalik kasutada inimtarbimiseks kõlbmatut, kuid ohutut toitu söödana loomakasvatuses, potentsiaalselt leevendades seeläbi ka toidujäätmete probleemi. Samuti on sõnnik väärtuslik loomakasvatuse kõrvalsaadus, mille kasutamisel on orgaanilise väetisena väetusplaanis oluline koht kultuuride toitelementide vajaduse katmisel, mulla mikroorganismide elutegevuse soodustamisel ja viljavahelduses huumusbilansi tasakaalus hoidmisel.

Ka siinkohal näeb autor suurt tähtsust teaduspõhisel valdkonna arendusel vähendamaks negatiivseid mõjusid keskkonnale. Eeldatavalt on järgnevatel aastatel läbi järjepideva tõuaretuse võimalik veelgi suurendada loomakasvatuse produktiivsust ja tõhustada sisendressursside kasutust ning uute keskkonnasõbralike jäätmekäitlusviisidega minimeerida õhku paisatavate emissioonide osakaalu.

### **3.2.4. Alternatiivsed toidutootmise tehnoloogiad**

Tulevikutrendid ennustavad traditsioonilise põllumajanduse kõrval üha enam alternatiivsete innovaatiliste tootmisvõimaluste ja -tehnoloogiate esile tõusu. Töö autori

hinnangul võib teadusuuringute suurema tähelepanu suunamisel näiteks vertikaalpõllumajanduse (*vertical farming*) või hüdroponika (*hydroponics*) potentsiaali hindamiseks ja arendamiseks Eestil olla märgatav eelis suurte traditsiooniliste põllumajandusmaade kõrval. Seda ühelt poolt nii ühiskonna avatuma suhtumise tõttu innovatsiooni, kui ka põllumajandustootjate ning teadlaste edukama koostöö läbi. Informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia kasutamine arendamiseks edasisi ressursitõhusaid tootmistehnoloogiaid ning haiguste ja äärmuslike või ebatavaliste ilmastikutingimuste varajast avastamist võib pakkuda tootjatele olulist abi saagikuse varieeruvuse vähendamiseks.

Ka Espenberg *et al.* (2013) kohaselt on teadus- ja arendustegevus põllumajanduse konkurentsivõime seisukohalt olulise tähtsusega, sest uuenduslikkusest, tootearendusest ja uutest teaduslahendustest sõltub ekspordivõimekus ja lisandväärtuse kasv. Samas on investeeringud teadus- ja arendustegevusse riskantsed ning pika tasuvusajaga. Sageli ei vasta ka teadustöö tulemused tootjate ja tööstuse ootustele ning nõuandesüsteem on puudulik.

### **3.2.5. Põllumajandus- ja toidupoliitika**

Jätkusuutlike toidusüsteemide rakendamiseks 2050. aastaks on eelkõige vajalik olemasoleva põllumajandusmaa tootlikkuse suurendamine ja ressursside kasutamise optimeerimine.

Euroopa Liidus on ühise põllumajanduspoliitika raames juba rakendatud mitmeid meetmeid nagu rohestamine ning põllumajandustootjate motiveerimine rahaliste stiimulitega keskkonnasõbralike harimisviiside kasutuselevõtuks. Uue 2014-2020 programmiperioodi arutelud olid juba seekord oluliselt mõjutatud toiduga kindlustatuse ohtudest ning ilmselt omavad toiduga kindlustatuse strateegiad üha suuremat rolli järgnevatel perioodidel.

Lisaks peaksid poliitikameetmed aga keskenduma fossiilkütuste kasutamise vähendamise edendamisele toidutootjate seas ning ressursside tõhusamat kasutamist kogu tootmises,

kuna põllumajandus- ja toidusektor on oluline emissioonide allikas ning seeläbi suure mõjuga ka kliimamuutuste avaldumisele.

Euroopa Komisjon (2013) on märkinud, et jätkusuutlike toidusüsteemide rakendamiseks on vaja mitte ainult põllumajanduspoliitika reformi, vaid oluline on terviklik toidupoliitika, et tagada nii toiduga kindlustatus kui bioloogiline mitmekesisus.

Siinjuures on oluline nii teaduspõhise diskussiooni tekitamine, kui ka üldine avalikkuse kaasamine, et leida lahendused muu hulgas ka üha aktuaalsematele toitumisharjumuste, toidukao ja toidujäätmete probleemidele. Tootmis- ja tarneahela toidukao ja toidujäätmete tõttu raisatakse tohutult maa-, vee-, energia- ja tööjõuressursse ning vaatamata osade arengumaade piirkondade tõsisele toidupuudusele raisatakse Lääne ühiskondades miljoneid tonne tarbimiskõlbulikke ja ohutut toitu. Lisaks suurele keskkonnamõjule on temaatika oluline ka suure majandusliku kahju tõttu ning vajab nii kohalikku, kui rahvusvahelist koostööd. Paraku ei ole sellele probleemile oodata kiireid lahendusi, vaid tegemist on pikaajalise protsessiga üldise teadlikkuse tõstmiseks.

Autori hinnangul tuleb ka märkida, et Eesti toidupoliitika kujundamisel ja põllumajandustootjate jätkusuutlikkuse kindlustamisel omab üha olulisemat rolli kõrgema lisandväärtusega toodete tootmise ja ekspordi motiveerimine. Siinkohal võib Eesti edu suurendada uute tehnoloogiate kasutuselevõtt koostöös teadlastega ning paidlikud lahendused kohanemaks muutuvate turgudega.

Riiklik toidupoliitika peab keskenduma ka riigi toodangu imago turundamisele ekspordi sihtriikides. Autori hinnangul on tulevikus Eesti jaoks üks tähtsaimaid võimalusi oma toodangu esile tõstmiseks kaitstud põllumajandustoodete ja toiduainete geograafiliste tähiste taotlemine ehk niinimetatud päritolubrändide ja toidu identiteedi loomine ning eristumine ülejäänud piirkondadest kohaliku kultuuri ja toodete autentsusega.

## KOKKUVÕTE

Kliimaga seotud riskidega tegelemisel on vajalik vastu võtta otsuseid muutuvast maailmas, kus valitseb jätkuv ebakindlus kliimamuutuste mõju raskuse ja muutuste avaldumise kiiruse osas.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida kliimamuutustega seonduvaid probleeme ja mõjusid toiduga kindlustatusele ning võimalusi rakendada kohanemismeetmeid. Töös anti ülevaade globaalsetest kliimamuutustest ja nende mõjudest põllumajandusele, kirjeldati toiduga kindlustatuse erinevaid aspekte ning toodi välja kohanemisvõimalused Eesti põllumajanduses.

Nagu tööst selgub, on üle maailma kliimamuutustel valdavalt negatiivne mõju toiduga kindlustatusele ning ka Eesti põllumajanduses on kriitiliselt tähtis muuta tootmistehnoloogiaid, et tagada sektori jätkusuutlikkus. Eesti kontekstis tähendab kliimamuutustega kohanemine eelkõige erakorraliste ilmastikunähtuste ning taimehaiguste ja -kahjurite leviku riskide maandamist.

Kuivõrd Eesti põllumuldade huumusvaru on vähenemise tendentsiga on lõputöö autori hinnangul Eesti toiduga kindlustatuse tagamiseks äärmiselt oluline tegeleda mulla viljakuse tõstmise ning säästva intensiivistamise põhimõtete laialdasema rakendamisega. Samuti toonitab autor laiapõhjalise riikliku toidupoliitika väljatöötamise vajadust koos erilise tähelepanuga toidukao ja toidujäätmete probleemile.

Antud bakalaureusetöö edasiarendusena oleks võimalik analüüsida lisaks toiduga kindlustatuse erinevate aspektide olukorra sügavamale käsitlemisele traditsiooniliste kultuuride viljelusalade muutumist ning uute taimekultuuride kasvatamise võimalusi piirkonnas aga ka alternatiivseid mullata toidutootmise tehnoloogiaid. Saadud uuele teadmusele tuginedes oleks seeläbi võimalik teha ka täiendavaid ettepanekuid ja välja pakkuda kohanemismeetmete edasiarendusi.

## **SUMMARY**

Although the current unpredictability of climate change and its impacts brings a significant uncertainty into our food systems and food security strategies, it must be acknowledged that there is a great need for immediate action and change of paradigm concerning our global food systems.

The aim of this study was to explain the meaning and importance of food security in the global political agenda, its connections to climate change and international agricultural markets, while focusing on the possible future threats to the Estonian agricultural sector. Current international academic literature was analysed to find the best solutions and future objectives for the Estonian context and based on the analysed data, the main issues concerning food security and climate change adaptation were outlined.

According to the results of this paper, climate change brings mostly a negative effect on food security and in order to assure the sustainability of the Estonian agricultural sector there is an immediate need to focus on sustainable intensification with a special importance on soil health and new production methods. The author also observes the need for the implementation of a comprehensive food policy with a new focus on the issues of food loss and food waste.

Additional research should be done on the current situation of the four dimensions of food security in Estonia. Concerning the agricultural sector more extensive research is needed on the possibilities of growing new crops in the region such as maize or soybean, but also on alternative farming systems such as hydroponics or vertical farming and their effects on the regional food security.



## KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Alexandratos, N., Bruinsma, J.** (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. – ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO. 144 pp.
2. **Aquastat.** Global map of irrigation areas. Country overview: Estonia. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/est/index.stm> (09.05.2016).
3. **Baldos, U.L.C., Hertel, T.W.** (2015). The role of international trade in managing food security risks from climate change. – *Food Security*. Vol. 7, No. 2, pp. 275-290.
4. **BalticClimate.** Baltic Challenges and Chances for local and regional development generated by Climate Change. (2011). Final report. Centre for Climate Science and Policy Research. 282 pp.
5. **Barrett, C.B.** (2002). Chapter 40 Food security and food assistance programs. – Handbook of Agricultural Economics. Vol. 2, Part B, pp. 2103-2190.
6. **BioClim.** Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja rakenduskava looduskeskkonna ja biomajaduse teemavaldkondades. (2015). Keskkonnaministeerium. [http://www.envir.ee/sites/default/files/bioclim\\_iii\\_vahearuanne\\_jk\\_30.06.15.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/bioclim_iii_vahearuanne_jk_30.06.15.pdf) (23.04.2016).
7. **Burney, J. A., Davis, S. J., Lobell, D. B.** (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. – *Proceedings of the national Academy of Sciences*. Vol. 107. No. 26. pp. 12052-12055.
8. **Easterling, W., Aggarwal, P.** (2007): Food, fibre and forest products. – *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. pp. 273-313.
9. **Ecowatch.** (2015). It's Official: 19 European Countries Say 'No' to GMOs. <http://www.ecowatch.com/2015/10/05/european-union-ban-gmos/> (09.05.2016).
10. **European Environment Agency.** (2015). Agriculture and Climate Change. <http://www.eea.europa.eu/signals/signals-2015/articles/agriculture-and-climate-change> (03.05.2016).
11. **Euroopa Komisjon.** (2013). Põllumajanduslikud geeniressursid – säilitamisest jätkusuutliku kasutamiseni. Komisjoni aruanne Euroopa Parlamendile, Nõukogule ning Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomiteele. 14 lk.
12. **Euroopa Parlament.** (2012). EP: toidukadusid Euroopas tuleb vähendada poole võrra. Täiskogu Istungi Pressiteade. <http://www.europarl.europa.eu/news/et/newsroom/20120118IPR35648/EP-toidukadusid-Euroopas-tuleb-v%C3%A4hendada-poole-v%C3%B5rra> (22.01.2016).

13. **Espenberg, S., Kuhl-Thalfeldt, R., Lahtvee, V., Jüssi, M., Moora, H., Laht, J., Mander, Ü., Salm, J., Parts, K.** (2013). Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050: lõppraport. Tartu: Tartu Ülikooli sotsiaalteaduslike rakendusuringute keskus. 432 lk.
14. **Evenson, R.E., Gollin, D.** (2003). Valuing animal genetic resources: lessons from plant genetic resources. – *Ecological Economics*. Vol 45, No. 3, pp. 353-363.
15. **Falloon, P., Betts, R.** (2010). Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation—the importance of an integrated approach. – *Science of the Total Environment*. Vol. 408, No. 23, pp. 5667-5687.
16. **Fronzek, S., Carter, T.R.** (2007). Assessing uncertainties in climate change impacts on resource potential for Europe based on projections from RCMs and GCMs. – *Climatic Change*. Vol. 81, pp. 357-371.
17. **Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C.** (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. – *Science*. Vol. 327, No. 5967, pp. 812-818.
18. **Gosain, A. K., Rao, S., Basuray, D.** (2006). Climate change impact assessment on hydrology of Indian river basins. – *Current science*. Vol. 90, No. 3, pp 346-353.
19. **Grafton, R.Q., Daugbjerg, C., Qureshi, M.E.** (2015). Towards food security by 2050. – *Food Security*. Vol. 7, No. 2, pp. 179-183.
20. **HLPE.** (2014). Sustainable fisheries and aquaculture for food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. 119 pp.
21. **IPCC.** (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – *Summary for policymakers*. (Eds. M.L. Parry *et al.*), Cambridge, United Kingdom, 976 pp.
22. **IPCC.** (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – *Summary for policymakers*. (Eds. C.B. Field *et al.*), Cambridge, United Kingdom and New York, USA, pp. 1-32.
23. **Jaagus, J.** (2006). Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. – *Theoretical and Applied Climatology*. Vol. 83, No. 1, pp. 77-88.
24. **Keskkonnaagentuur.** (2014). Keskkonnaülevaade 2013. <http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/component/content/article/887> (03.05.2016).
25. **Keskkonnaamet.** Linnalehmad projekti ülevaade. <http://www.keskkonnaamet.ee/linnalehmad/eng/> (03.05.2016).

26. **Keskkonnaministeerium.** GMO teemaleht. <http://www.envir.ee/et/gmo> (09.05.2016).
27. **Kompas, T., Nguyen, H.T.M., Pham, V.H.** (2015). Food and biosecurity: livestock production and towards a world free of foot-and-mouth disease. – *Food Security*. Vol. 7, No. 2, pp. 291-302.
28. **Lauringson, E., Astover, A., Roostalu, H., Kauer, K., Talgre, K., Penu, P., Loide, V.** (2015). Huumusbilansi mudel taimekasvatuse jätkusuutlikkuse hindamise töövahendina. Projekti aruanne. 58 lk.
29. **Lobell, D.B., Burke, M.B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M.D., Falcon, W.P., Naylor, R.L.** (2008). Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. – *Science*. Vol. 319, No. 5863, pp. 607-610.
30. **Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K.** (2015). Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100. Lõpparuanne. Keskkonnaagentuur. 35 lk.
31. **Maddocks, A., Young, R., Reig, P.** (2015) Ranking the World's Most Water-stressed Countries in 2040. World Resources Institute. <http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040> (09.05.2016).
32. **McMichael, A.J., Butler, C.D., Folke, C.** (2003). New Visions for Addressing Sustainability. – *Science*. Vol. 302, No. 5652, pp. 1919-1920.
33. **Mela, T., Carter, T., Hakala, K., Hannukkala, A., Kaukoranta, T., Laurila, H., Tiilikkala, K.** (1996). The effects of climatic change on crop production: results of a five-year research project. The Finnish Research Programme on Climate Change: Final report/Jaana Roos (Ed.).
34. **Mínguez, M. I., Ruiz-Ramos, M., Díaz-Ambrona, C. H., Quemada, M., Sau, F.** (2007). First-order impacts on winter and summer crops assessed with various high-resolution climate models in the Iberian Peninsula. – *Climatic Change*. Vol. 81, No.1, pp. 343-355.
35. **Misra, A.K.** (2014). Climate change and challenges of water and food security. – *International Journal of Sustainable Built Environment*. Vol. 3, No. 1, pp. 153-165.
36. **Mukula, J., Rantanen, O.** (1987). Climatic risks to the yield and quality of field crops in Finland: I Basic facts about Finnish field crops production. – *Annales agriculturae Fenniae*. Vol. 26, No. 1, pp. 1-18.
37. **Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Magalhaes, M.** (2009). Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. – *International Food Policy Research Institute*. Vol. 21. 19 pp.
38. **Olesen, J. E., Bindi, M.** (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. – *European journal of agronomy*. Vol. 16, No. 4, pp. 239-262.
39. **Olesen, J.E., Carter, C.H., Diaz-Ambrona, S., Fronzek, T. ... Sykes, M.** (2007). Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and

- terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. – *Climatic Change*. Vol. 81, pp. 123-143.
40. **Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvag, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., Micale, F.** (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 34, No. 2, pp. 96-112.
  41. **Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, I.P.** (2009). Cereal yield trends in northern European conditions: Changes in yield potential and its realisation. – *Field Crops Research*. Vol. 110, No. 1, pp. 85-90.
  42. **Pinstrup-Andersen, P.** (2009). Food security: definition and measurement. – *Food Security*. Vol. 1, No. 1, pp. 5-7.
  43. **Põldaru, R., Roots, J.** (2012). Eesti toiduainetega isevarustamise võimaluste modelleerimine. – *Agraarteadus: journal of agricultural science: Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi väljaanne*. Nr 2, lk. 36-44.
  44. Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012-2020. (2013). Põllumajandusministeerium. 27 lk.
  45. **Qaim, M., Kouser, S.** (2013). Genetically Modified Crops and Food Security. – *PLoS ONE*. 8(6), e64879.
  46. **Qureshi, M.E., Dixon, J., Wood, M.** (2015). Public policies for improving food and nutrition security at different scales. – *Food Security*. Vol. 7, No. 2, pp. 393-403.
  47. **Rajala, A., Peltonen-Sainio, P.** (2001). Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. – *Agronomy Journal*. Vol. 93, No. 4, pp. 936-943.
  48. **Rekker, K.** (2013). 2010. aasta erakordselt kuum suvi Eestis ja selle mõju rahvastiku suremusele. Tartu Ülikooli Tervishoiu instituut. 51 lk.
  49. Rome Declaration on World Food Security. (1996). World Food Summit. <http://www.fao.org/docrep/003/w3613e/w3613e00.htm> (12.02.2006).
  50. **Rosegrant, M.W., Cline, S.A.** (2003). Global Food Security: Challenges and Policies. – *Science*. Vol. 302, No. 5652, pp. 1917-1919.
  51. **Rudel, T. K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner, B. L., DeFries, R., Lawrence, D., Birkenholtz, T.** (2009). Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. – *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 106. No. 49. pp. 20675-20680.
  52. **Rötter, R.P., Palosuo, T., Pirttioja, N.K., Dubrovsky, M., Salo, T., Fronzek, S., Aikasalo, R., Trnka, M., Ristolainen, A., Carter, T.R.** (2011). What would happen to barley production in Finland if global warming exceeded 4°C? A model-based assessment. – *European Journal of Agronomy*. Vol. 35, No. 4, pp. 205-214.

53. **Schmidhuber, J., Tubiello, F.N.** (2007). Global food security under climate change. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 104, No. 50, pp. 19703-19708.
54. **Seaman, J.A., Sawdon, G.E., Acidri, J., Petty, C.** (2014). The Household Economy Approach. Managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. – *Climate Risk Management*. Vol. 4, No. 5, pp. 59-68.
55. **Smith, J. O., Smith, P., Wattenbach, M., Gottschalk, P. I. A., Romanenkov, V. A., Shevtsova, L. K., Lisovoi, N. V.** (2007). Projected changes in the organic carbon stocks of cropland mineral soils of European Russia and the Ukraine, 1990–2070. – *Global Change Biology*. Vol. 13, No. 2, pp. 342-356.
56. **Solomon, S.** (2007). IPCC (2007): Climate Change The Physical Science Basis. – *AGU Fall Meeting Abstracts*. Vol. 1.
57. **Statistikaamet.** (2016). Põllukultuuride kasvupind, aasta. <https://www.stat.ee/34222> (30.04.2016).
58. **Supit, I., Diepen, C.A., Wit, A.J., Kabat, P., Baruth, B., Ludwig, F.** (2010). Recent changes in the climatic yield potential of various crops in Europe. – *Agricultural Systems*. Vol. 103, No. 9, pp. 683-694.
59. **Tamm, I., Ingver, A., Koppel, R., Tupits, I., Narits, L., Tamm, Ü., Mansberg, M., Vetemaa, A., Sepp, K.** (2011). Mahepõllumajanduslik teravilja- ja õlikultuuride kasvatus. Tallinn: Põllumajandusministeerium. AS Ecoprint. 32 lk.
60. **Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A.** (2013). Eesti kliima: minevikus ja tänapäeval. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus. 632 lk.
61. The United Nations Framework Convention on Climate Change. (1992). United Nations. 22 pp.
62. **Tooming, H., Kadaja, J.** (2006). Eesti Lumikatte Teadmik. Tallinn: Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. 504 lk.
63. **Trnka M., Bartošová L., Schaumberger A., Ruget F, Eitzinger J., Formayer H., Seguin B., Olesen J.E.** (2011). Climate change and impact on European grasslands. – *Grassland Science in Europe*. Vol. 16, pp. 39-51.
64. **United Nations.** (2004) Agenda 21: Freshwater Country Profile Estonia. <http://www.un.org/esa/agenda21/natinfo/countr/estonia/freshwater.pdf> (09.05.2016).
65. **Vermeulen, S.J., Aggarwal, P.K., Ainslie, A., Angelone, C., Campbell, B.M., Challinor, A.J., Hansen, J.W., Ingram, J.S.I., Jarvis, A., Kristjanson, P., Lau, C., Nelson, G.C., Thornton, P.K., Wollenberg, E.** (2012). Options for support to agriculture and food security under climate change. – *Environmental Science & Policy*. Vol. 15, No. 1, pp. 136-144.

66. **Vogelsang, T. J., Franses, P. H.** (2005). Are winters getting warmer?. – *Environmental Modelling & Software*. Vol. 20, No. 11, pp. 1449-1455.
67. **WRR.** (2015) Towards a Food Policy. Synopsis of WRR Repory No.93. 18 pp.

## **Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja/või üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Kadi Peterson,

sünniaeg 01.03.1990,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

**Toiduga kindlustatus muutuvates kliimatingimustes,**

mille juhendaja onteadur Karin Kauer PhD,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

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.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(kuupäev)

---

### **Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)