• ELI TÜÜPILISTE PÕLLUMAJANDUSSÜSTEEMIDE JÄTKUSUUTLIK KOHANEMINE KLIIMAMUUTUSTEGA •

A1: ELi nelja peamise kliimariski-piirkonna lähteolukorra aruanded

LIFE15 CCA/DE/000072

Märts 2017

Bodensee Stiftung
Lake Constance Foundation

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

FUNDACIÓN GLOBAL NATURE

Solagro

Sisukord

Sisukord 2

1 Kontekst 4

1.1 DEFINITSIOONID 4

1.2 MAAILMA KONTEKST 6

1.3 EUROOPA KONTEKST 8

1.3.1 Täheldatud kliimamuutus 8

1.3.2 Kliimamuutuse projektsioonid ja ekstreemsed kliimanähtused 11

1.3.3 Täheldatud ja tulevased mõjud põllumajandusele 14

1.3.4 Üldteave kliima omaduste, taimede kasvu ja arengu kohta 14

1.3.4.1 PÕLLUKULTUURID 16

1.3.4.2 PÜSIKULTUURID 19

1.3.4.3 LOOMAKASVATUS 19

1.3.5 Veeressursid ja põllumajandus 20

1.4 KOKKUVÕTE EUROOPA KOHTA 22

1.4.1 Täheldatud mõjud ja mõjude projektsioonid põllumajanduses 22

1.4.2 Euroopa põllumajandustootmise süsteemid kliimapiirkondade järgi 22

1.5 KASUTATUD KIRJANDUS 23

2 Põhja-Euroopa kliimapiirkond 25

2.1 ÜLEVAADE 25

2.2 EESTI FOOKUS 25

2.2.1 Kliimatrendid ja riiklik kohanemise arengukava 25

2.2.2 Kliimaga seotud vahendid ja teenused 27

2.2.3 Kohanemist käsitlevad projektid põllumajanduses 27

2.2.4 Agroklimaatilised näitajad 29

2.2.4.1 PÕLLUKULTUURID 29

2.2.4.2 PÜSIKULTUURID 35

2.2.4.3 LOOMAKASVATUS 36

2.2.5 Kasutatud kirjandus 38

3 Atlandi kliimapiirkond / Prantsusmaa 40
3.1 ÜLEVAADE 40
3.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES 40
3.2.1 Põllukultuurid 40
3.2.2 Püsikultuurid 40
3.2.3 Loomakasvatus 40
4 Kesk-Euroopa kliimapiirkond / Saksamaa 42
4.1 ÜLEVAADE 42
4.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES 42
4.2.1 Põllukultuurid 42
4.2.2 Püsikultuurid 42
4.2.3 Loomakasvatus 42
5 Lõuna-Euroopa kliimapiirkond / Hispaania 44
5.1 ÜLEVAADE 44
5.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES 44
5.2.1 Põllukultuurid 44
5.2.2 Püsikultuurid 44
5.2.3 Loomakasvatus 45

1 Kontekst

1.1 DEFINITSIOONID

Enne kui käsitleda Euroopas täheldatud ja tulevasi kliimamuutusi ning nendega seotud mõjusid põllumajandussektorile, tuleb kõigepealt kokku leppida põhimõistete definitsioonides, et vältida vääritimõistmist.

Kliima

Kliima all mõistetakse kitsamas tähenduses tavaliselt **keskmist ilma** või veel rangemalt asjakohaste andmete keskmiste ja varieeruvuste **statistilist kirjeldust** kuude kuni tuhandete või miljonite aastate arvestuses. Maailma meteoroloogiaorganisatsiooni definitsiooni kohaselt määratakse tavaliselt nende parameetrite **30 aasta** keskmist. Asjakohased andmed on kõige sagedamini aluspinna parameetreid, nagu temperatuur, sademed ja tuul. Kliima on laiemas tähenduses kliimasüsteemi seisund, sealhulgas selle statistiline kirjeldus (ÜRO valitsustevaheline kliimamuutuste rühm (IPCC), 2014).

Kliimamuutus

Kliimamuutus on **kliima seisundi muutus**, mis tehakse kindlaks näiteks statistiliste testide abil, hinnates kliima omaduste **keskmiste ja/või varieeruvuste muutusi**, ning mis **püsib pikemat aega**, tavaliselt aastakümneid või kauem. Kliimamuutust võivad põhjustada nii kliimasüsteemisisesed protsessid kui ka välised mõjurid, nagu muutused päikese aktiivsustsüklites, vulkaanipursked ja püsivad antropogeensed atmosfääri koostise või maakasutuse muutused. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) artiklis 1 on aga kliimamuutus defineeritud kui „maakera kliima muutus, mis avaldub Maa atmosfääri koostise muutumise kaudu, mida otseselt või kaudselt põhjustab inimtegevus ning mis ilmneb lisaks kliima looduslikule varieerumisele võrreldavatel perioodidel“. Seega eristab UNFCCC kliimamuutust, mille on põhjustanud inimtegevuse tagajärjel muutunud atmosfääri koostis, ja kliima varieerumist (IPCC, 2014).

Kliima varieerumine

Kliima varieerumise all mõistetakse **kliima keskmise seisundi variatsioone** ja teiste kliima statistiliste näitajate (näiteks standardhälve, ekstreemumite esinemine) muutusi, mis on üksikutest ilmanähtustest ruumiliselt ja ajaliselt ulatuslikumad. Varieerumist võivad põhjustada nii kliimasüsteemisisesed protsessid (sisemine varieeruvus) kui ka looduslikud ja antropogeensed välised mõjurid (väline varieeruvus) (IPCC, 2014).

Ekstreemne ilmastikunähtus

Ekstreemne ilmastikunähtus on nähtus, mis on **konkreetses kohas ja konkreetsel aastaajal haruldane**. Harulduse definitsioone on erinevaid, aga ekstreemseks ilmastikunähtuseks loetakse tavaliselt sama haruldast või haruldasemat nähtust kui vaatluste põhjal hinnatud tõenäosuse sageduse funktsiooni 10. või 90. protsentiil. Absoluutses mõttes võivad ekstreemse ilmastikunähtuse omadused olenevalt definitsioonist eri kohtade vahel varieeruda. Kui ekstreemne ilm püsib pikemat aega, näiteks terve aastaaja, võib seda käsitleda ekstreemse kliimanähtusena, eriti juhul, kui selle tulemus on ekstreemne keskmine või koguväärtus (nt põuane või väga vihmane aastaaeg) (IPCC, 2014).

Kuumalaine

Ebatavaliselt ja ebamugavalt kuuma ilmaga ajavahemik (IPCC, 2014).

Projektsioon

Projektsioon on ühe või mitme kvantiteedi potentsiaalne **edasine areng**, mis arvutatakse tihti välja mudeli abil. Erinevalt ennustustest sõltuvad projektsioonid oletustest näiteks edasiste sotsiaal-majanduslike ja tehnoloogiliste arengusuundade kohta, mis ei pruugi täide minna. Vaata ka „Kliima ennustamine ja kliima projitseerimine“ (IPCC, 2014).

Toimetulek

Sotsiaal-, majandus- ja keskkonnasüsteemide võime **tulla toime ohtliku sündmuse, trendi** või häiringuga, sellele vastata või ümberkorraldusi teha viisil, mis **säilitab nende algse funktsiooni**, olemuse ja struktuuri ning ühtlasi kohanemis-, õppimis- ja muundumisvõime (IPCC, 2014).

Risk

Kahjuliku toime avaldumise või sündmuse toimumise (ebasoovitava tulemi) tõenäosus riskiteguri reaalse ekspositsiooni korral. Riski kujutatakse tihti **ohtlike sündmuste või trendide esinemise tõenäosuse ja nende esinemise korral avalduvate mõjude korrutisena**. Risk tuleneb haavatavuse, kokkupuudete ja ohu vastastikmõjust (IPCC, 2014).

Haavatavus

Vastuvõtlikkus ebasoodsatele mõjudele. Haavatavus hõlmab mitmesuguseid mõisteid ja komponente, sealhulgas tundlikkust ja vastuvõtlikkust kahjustustele ning toimetuleku- ja kohanemisvõime puudumist (IPCC, 2014).

Kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni stsenaariumid (RCPd)

Stsenaariumid, milles võetakse arvesse kõigi kasvuhoonegaaside, aerosoolide ja keemiliselt aktiivsete gaaside emissioonide ja kontsentratsioonide aegridu ning maakasutust/pinnakatet (Moss *et al.*, 2008). Ingliskeelses nimetuses kasutatud sõna *representative* (’esinduslik’) tähistab seda, et iga RCP esitab ainult ühe paljudest võimalikest stsenaariumidest, mis võivad viia kindlate kiirgusjõu karakteristikuteni. Ingliskeelne termin *pathway* (’rada’) rõhutab, et olulised ei ole mitte ainult pikaajalised kontsentratsioonitasemed, vaid ka aja jooksul nende tulemusteni viiv trajektoor (Moss *et al.*, 2010).

RCPd kujutavad tavaliselt stsenaariume kuni aastani 2100, millele on integreeritud hindamismudelitega leitud vastavad emissioonistsenaariumid. Pikendatud kontsentratsioonistsenaariumid (*Extended Concentration Pathways* (ECPs)) kirjeldavad huvirühmade konsultatsioonidel välja töötatud lihtsaid reegleid, kasutades välja arvutatud RCPde pikendusi aastatel 2100–2500, kuid ei ole terviklikud stsenaariumid.

Avaldatud kirjandusest valiti välja neli integreeritud hindamismudelitega koostatud RCPd, mis võeti aluseks IPCC viienda hindamisaruande I töörühma osa (WGI AR5) peatükkides 11–14 kliima ennustamisel ja projektsioonide tegemisel.

- RCP2.6 on stsenaarium, kus kiirgusjõud saavutab maksimaalse väärtuse 3 W m^{-2} enne 2100. aastat ja hakkab seejärel langema (vastavas ECPs eeldatakse, et alates 2100. aastast emissioonid ei muutu).
- RCP4.5 ja RCP6.0 on kaks mõõdukat stabiliseerumise stsenaariumi, milles kiirgusjõud stabiliseerub umbes väärtustel 4,5 W m^{-2} ja 6,0 W m^{-2} pärast 2100. aastat (vastavates ECPdes eeldatakse, et pärast 2150. aastat kontsentratsioonid ei muutu).
- RCP8.5 on kõrge stsenaarium, milles kiirgusjõud tõuseb 2100. aastaks üle 8,5 W m^{-2} ja jätkab mõnda aega tõusmist (vastavas ECPs eeldatakse, et emissioonid ei muutu pärast 2100. ja kontsentratsioonid pärast 2250. aastat).

1.2 MAAILMA KONTEKST

Selles peatükis esitatud faktid on kõik pärit viienda hindamisaruande II töörühma osa (WG II AR5) (IPCC, 2014) 7. peatükist pealkirjaga „Toiduohutus ja toidutootmissüsteemid“.

Uuringutes on dokumenteeritud **põllukultuuride saagikuse** suur **negatiivne tundlikkus ekstreemse**, umbes 30 °C **päevase temperatuuri suhtes**. Tundlikkust on täheldatud mitme kultuuri puhul eri piirkondades ja kogu vegetatsiooniperioodi jooksul (suur usaldusväärsus). Mitmes uuringus on leitud, et **temperatuuritrendid** on olulised nii **täheldatud kui ka tulevaste** kliimamuutuste **mõjude** kindlakstegemisel põllukultuuride saagikusele subkontinentaalsel kuni ülemaailmsel tasandil (keskmine usaldusväärsus). Riikide või väiksemal tasandil on **sademeprojektsioonid** olulised, kuid samas **ebakindlad** tulevaste mõjude **hindamistegurid** (suur usaldusväärsus).
Peamiste troopiliste ja **parasvöötmepiirkondade** kultuuride (nisu, riis, mais) puhul projitseeritakse, et kliimamuutusega **kohanemiseta mõjutab see negatiivselt** kogutoodangut, kui kohalik temperatuuritõus on 2 °C või üle selle 20. sajandi lõpuga võrreldes, samas kui teatud kohtades võib mõju olla positiivne (keskmine usaldusväärsus) (joonis 1). **Projitseeritud mõjud varieeruvad** eri põllukultuuride, piirkondade ja kohanemisstsenaariumide puhul: 10% projektsioonidest lubab 2030.–2049. aastaks 10% saagikuse suurenemist ja 10% projektsioonidest üle 25% saagikuse vähenemist võrreldes 20. sajandi lõpuga. Pärast 2050. aastat suureneb risk tõsisemateks mõjudeks saagikusele olenevalt soojenemise tasemest: madalatel laiuskraadidel asuvates riikides avaldab kliimamuutus tulevikus taimekasvatusele püsivat negatiivset mõju, samas kui **kõrgematel laiuskraadidel** võib kliimamuutus avaldada nii **positiivset kui negatiivset mõju** (suur usaldusväärsus).

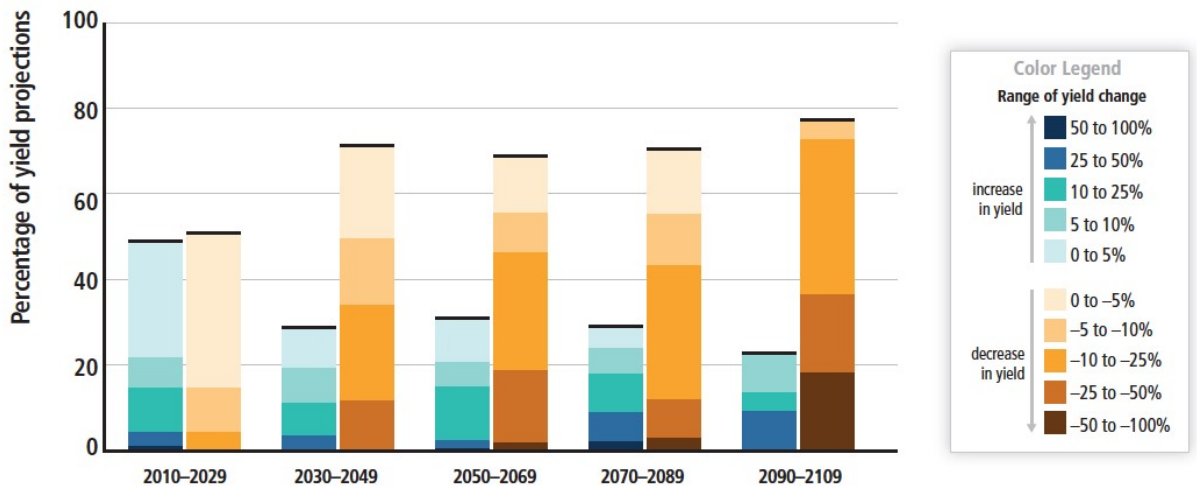


Figure TS.9 | Summary of projected changes in crop yields, due to climate change over the 21st century. The figure includes projections for different emission scenarios, for tropical and temperate regions, and for adaptation and no-adaptation cases combined. Relatively few studies have considered impacts on cropping systems for scenarios where global mean temperatures increase by 4°C or more. For five timeframes in the near term and long term, data (n=1090) are plotted in the 20-year period on the horizontal axis that includes the midpoint of each future projection period. Changes in crop yields are relative to late-20th-century levels. Data for each timeframe sum to 100%. [Figure 7-5]

Joonis 1. Kliimamuutustest tulenevate põllukultuuride saagikuse projektsioonid 21. sajandil (IPCC, 2014)

Viinapuude ja õunapuude puhul on üle maailma täheldatud (usaldusväärsed tõendid, suur üksmeel) **varasemat õitsemist ning viljade valmimist**. Püsikultuuride puhul projitseeritakse paljude vilja- ja pähklipuude jaoks oluliste püsivate külmade ilmade vähenemise jätkumist talvel. Eeldatakse, et enamik veinitootmispiirkondi muutub viinapuude jaoks ebasoodsamaks. Euroopas, USAs ja Austraalias kannatavad **veiniviinamarjade tootmine ning kvaliteet**.

Võrreldes taimekasvatusega on tunduvalt vähem uuringuid avaldatud teistele toidutootmissüsteemidele (näiteks loomakasvatus) täheldatud mõjude kohta. Näiline tõendite nappus ei viita tingimata täheldatud kliimatrendide mõju puudumisele, vaid sellele, et seda teemat on vähe uuritud.

1.3 EUROOPA KONTEKST

1.3.1 Täheldatud kliimamuutus

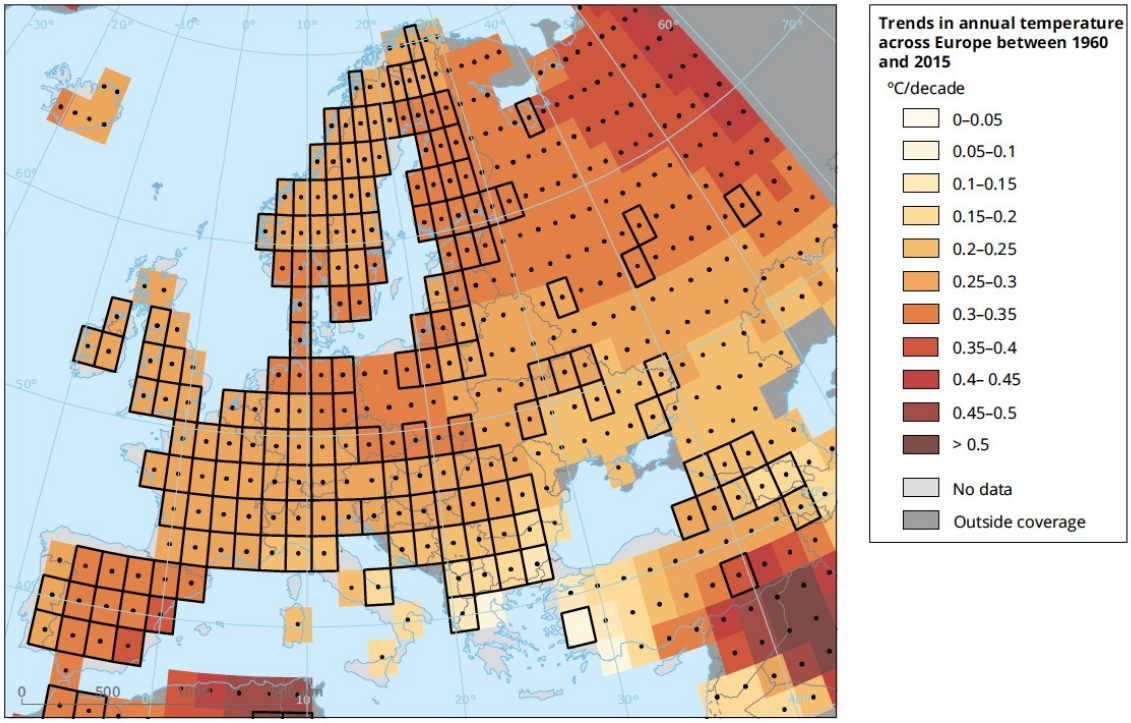
Täheldatud kliimatrendid ja tuleviku kliimaprojektsioonid näitavad Euroopas piirkonniti varieeruvaid temperatuuri (joonis 2) ja sademete hulga muutusi (suur usaldusväärsus). See on kooskõlas neljanda hinnanguraporti (AR4) leidudega, projitseeritud **temperatuuritõusuga** kogu Euroopas, **suureneva sademete hulgaga** Põhja-Euroopas ja **väheneva sademete hulgaga** Lõuna-Euroopas (IPCC, 2014).

Pärast AR4 avaldamist on keskmine temperatuur Euroopas endiselt tõusnud, tõusmise kiirus on olnud piirkonniti ja aasta-ajati erinev ning **kiireim kõrgetel laiuskraadidel Põhja-Euroopas**. Alates 1980. aastatest on soojenemine olnud kõige suurem Skandinaavias, eriti talvel, samas kui Pürenee poolsaarel on soojenemine toimunud peamiselt suvel (IPCC, 2014).

Globaalse aasta keskmise pinnalähedase temperatuuri (maismaa ja ookean) mõõtmise andmete (kolm eri registreeringut) põhjal oli kümneaastane periood 2006.–2015. aastal **0,83–0,89 °C** soojem võrreldes industriaalühiskonna eelse tasemega. See kümnend oli seega **kõige soojem** registreeritud ilmavaatluste ajaloos. 16-st kõige soojemast registreeritud aastast 15 on olnud pärast 2000. aastat, neist **kõige soojem oli 2015. aasta**, mis oli industriaalühiskonna eelsest perioodist umbes 1 °C soojem (EEA, 2016).

2006.–2015. aastal oli globaalse keskmise pinnatemperatuuri muutumise kiirus vahemikus **0,10–0,24 °C** kümnendi kohta. See on lähedal soovituslikule piirmäärale 0,2 °C kümnendi kohta (EEA, 2016).

Euroopa maismaa aasta keskmine temperatuur oli 2006.–2015. aastal umbes **1,5 °C** industriaalühiskonna eelsest tasemest kõrgem. See kümnend oli seega kõige soojem registreeritud ilmavaatluste ajaloos. Veelgi enam, 2014 ja 2015 olid **Euroopas kõige soojemad aastad** alates instrumentaalsete mõõtmiste algusest (EEA, 2016).

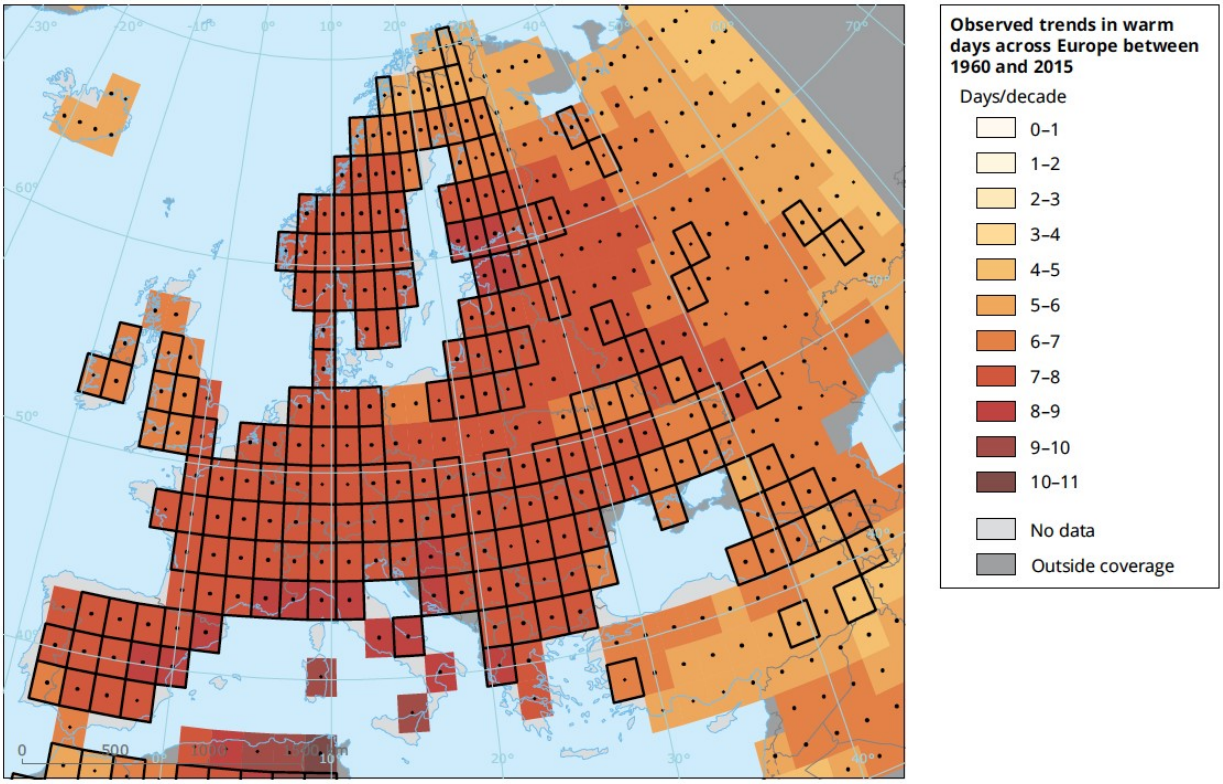


Note: Grid boxes outlined with solid black lines contain at least three stations and so are likely to be more representative of the grid box than those that are not outlined. Significance (at the 5 % level) of the long-term trend is shown by a black dot (which is the case for almost all grid boxes in this map).

Source: EEA and UK Met Office, based on the E-OBS dataset (updated from Haylock et al., 2008).

Joonis 2. Aasta keskmise temperatuuri trendid Euroopas aastatel 1960–2015 (EEA, 2016).

Alates 1950. aastast on **ekstreemselt kõrge temperatuuri** (kuumad päevad, troopilised ööd ja kuumalained) esinemine **sagenenud**, samal ajal kui **ekstreemselt madala temperatuuri** (külmalained, pakaselised päevad) esinemine on **harvenenud** (IPCC, 2014).
Alates 1880. aastast on Lääne-Euroopas **suviste kuumalainete keskmine kestus** kahekordistunud ja **kuumade päevade sagedus peaaegu kolmekordistunud**. Euroopa maismaal on soojade päevade (need, mis ületavad võrdlusperioodi 90. protsentiili) arv alates 1960. aastast **peaaegu kahekordistunud** (joonis 3) (EEA, 2016).

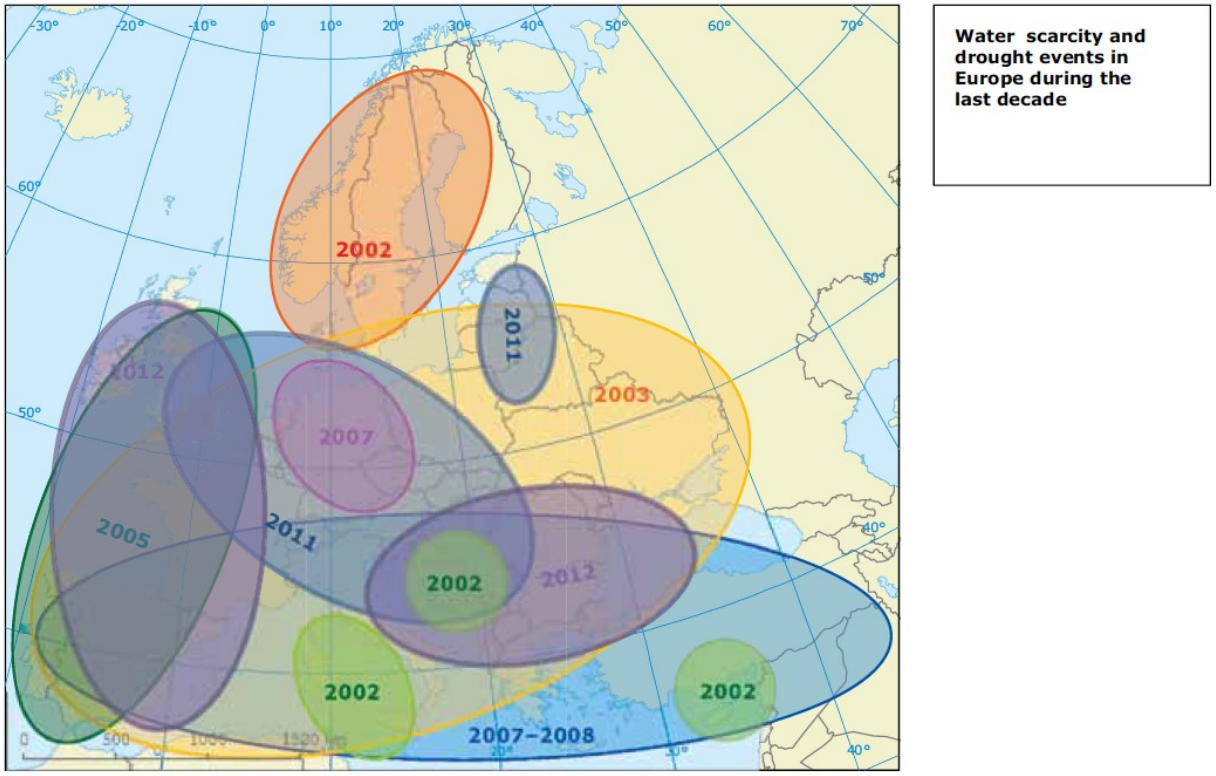


Note: Warm days are defined as being above the 90th percentile of the daily maximum temperature centred on a five-day window for a reference period. Grid boxes outlined with solid black lines contain at least three stations and thus trends are more robust. High confidence in the long-term trend (at the 5 % level) is shown by a black dot (which is the case for all grid boxes in this map). The reference period is 1971–2000.

Source: EEA and UK Met Office, based on HadEX2 (updated from Donat, Alexander, Yang, Durre, Vose, Dunn et al., 2013).

Joonis 3. Täheldatud soojade päevade arvu trendid Euroopas aastatel 1960–2015 (EEA, 2016).

Euroopas on alates 2000. aastast olnud **mitu ekstreemset kuumalainet** (2003, 2006, 2007, 2010, 2014 ja 2015), näiteks mandri keskosas aset leidnud hävitav põud, mida seostati **2003. aasta** suve kuumalainega, ja **2005. aasta** põud Pürenee poolsaarel (joonis 4). Näib, et **põuad** on Euroopa teatud osades, eriti Lõuna-Euroopas, muutunud rängemaks ja sagenenud (EEA, 2012).



Source: ETC-LUSI; Tallaksen (personal communication).

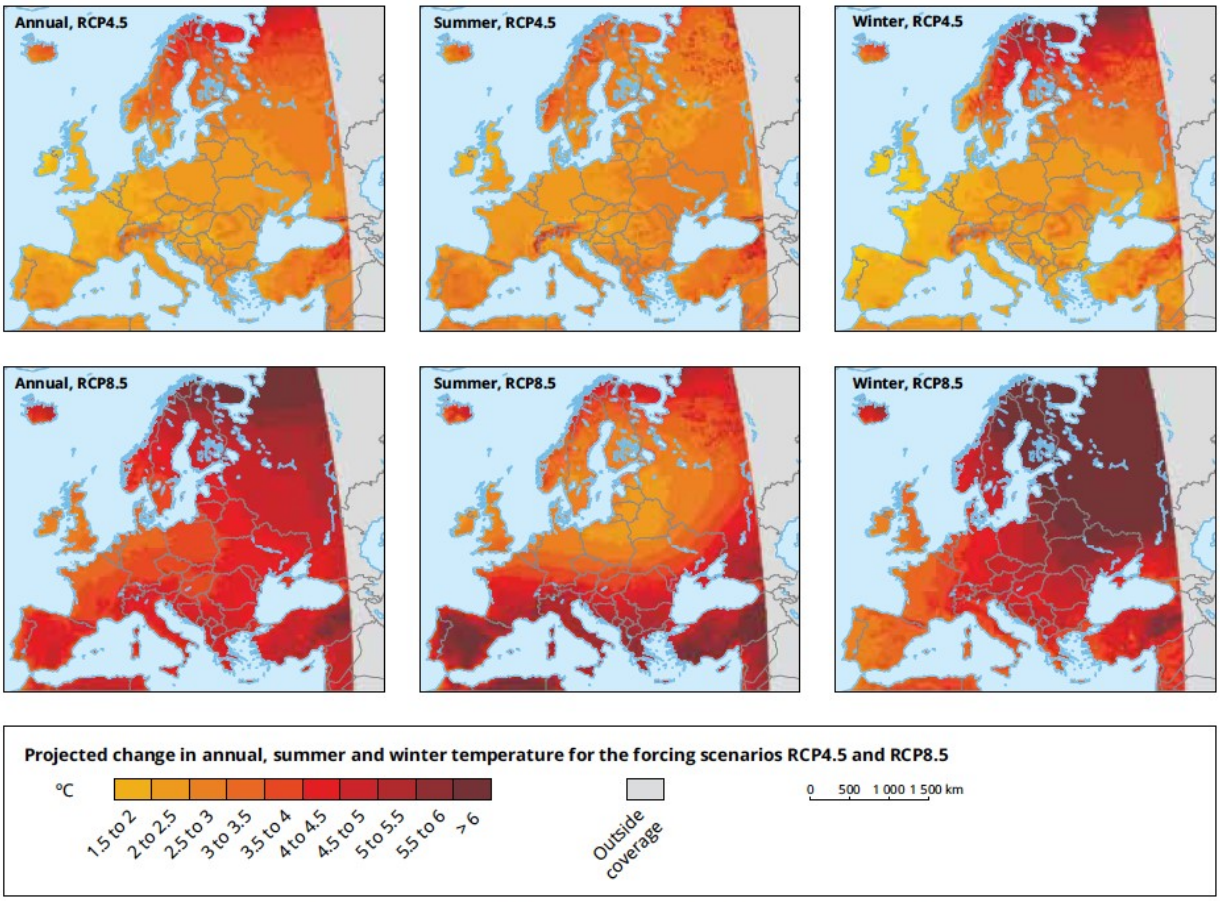
Joonis 4. Veepuudus ja põuad Euroopas viimase kümnendi jooksul (EEA, 2012).

Alates 1950. aastast on **aastane sademete hulk Põhja-Euroopas suurenenud** (kuni 70 mm kümne aasta kohta) ja **Lõuna-Euroopa teatud osades vähenenud** (kuni 70 mm kümne aasta kohta). Hooajati suureneb talvine sademete hulk Põhja-Euroopas ja väheneb Lõuna-Euroopas, kuigi aastati on varieeruvus suur (EEA, 2012). Alates 1960. aastatest on Põhja- ja Kirde-Euroopas suvel ja talvel paduvihmade intensiivsus suurenenud. Eri indeksid näitavad Lõuna- ja Edela-Euroopas sellest erinevaid trende (EEA, 2016).
Aastatel 1967–2007 varieerus **talvise lumikatte** ulatus aastati tugevalt ja täheldati väheolulist negatiivset trendi. Viimase nelja kümnendi jooksul on põhjapoolkeral lumikatte ulatus vähenenud märtsis 7% ja aprillis 11%. Talvel ega sügisel pole olulisi muutusi toimunud (EEA, 2012).
Viimaste kümnendite jooksul on **keskmine tuulekiirus** Euroopa kohal kahanenud (IPCC, 2014). Tormide toimumise kohad, sagedus ja tugevus on Euroopas viimase sajandi jooksul kümnendite arvestuses küllaltki palju varieerunud, nii et ühtegi olulist pikaajalist trendi ei ilmne (EEA, 2016).
Rahe on üks kulukamaid ilmaga seotud ekstreemseid nähtusi mitmes Euroopa piirkonnas, tekitades näiteks suurt kahju põllukultuuridele. **Rahe esinemise sagedus on suurim** mägialadel ja eel-Alpide piirkonnas. Alates 1951. aastast on Lõuna-Prantsusmaal ja Austrias täheldatud rahe sagenemist ning teatud Ida-Euroopa osades rahe harvenemist (pole siiski statistiliselt oluline) (EEA, 2016).
Alates 1980. aastast on Euroopas teatatud rohkem kui 325 ulatuslikust **jõgede üleujutusest**, nendest üle 200 on toimunud pärast 2000. aastat. Üleujutustest teatamise arvu tõusu on viimastel kümnenditel põhjustanud peamiselt parem infovahetus ja muutused maakasutuses (EEA, 2012).
Maapinnalähedane osoon (õhusaasteaine) on väga reaktiivne ning seetõttu **kahjulik taimedele**, materjalidele ja inimeste tervisele. Osooni eellaste emissioone on Euroopas hiljuti tunduvalt vähendatud, samal ajal kui keskmised osooni kontsentratsioonid on suurel määral püsinud muutumatuna. Osoonitasemete stabiilsena püsimisse Euroopas võib samuti panustada troposfääriosooni moodustumine CH_4 suurenenud kontsentratsioonist (EEA, 2012).

1.3.2 Kliimamuutuse projektsioonid ja ekstreemsed kliimanähtused

Kliimamuutus

Kliimamudelid näitavad kõigi emissioonistsenaariumide puhul kogu Euroopas **soojenemise osas** (ulatus ja kiirus) samu tulemusi: projektsioonide kohaselt toimub Lõuna-Euroopas peamine soojenemine suvel ja Põhja-Euroopas talvel (joonis 5). Isegi kui maailma keskmine õhutemperatuuri tõus piirdub **2 °C-ga** võrreldes industriaalühiskonna eelse tasemega, näitavad simulatsioonid, et Euroopa kliima muutub järgmiste kümnendite jooksul võrreldes praegusega märgatavalt (IPCC, 2014).



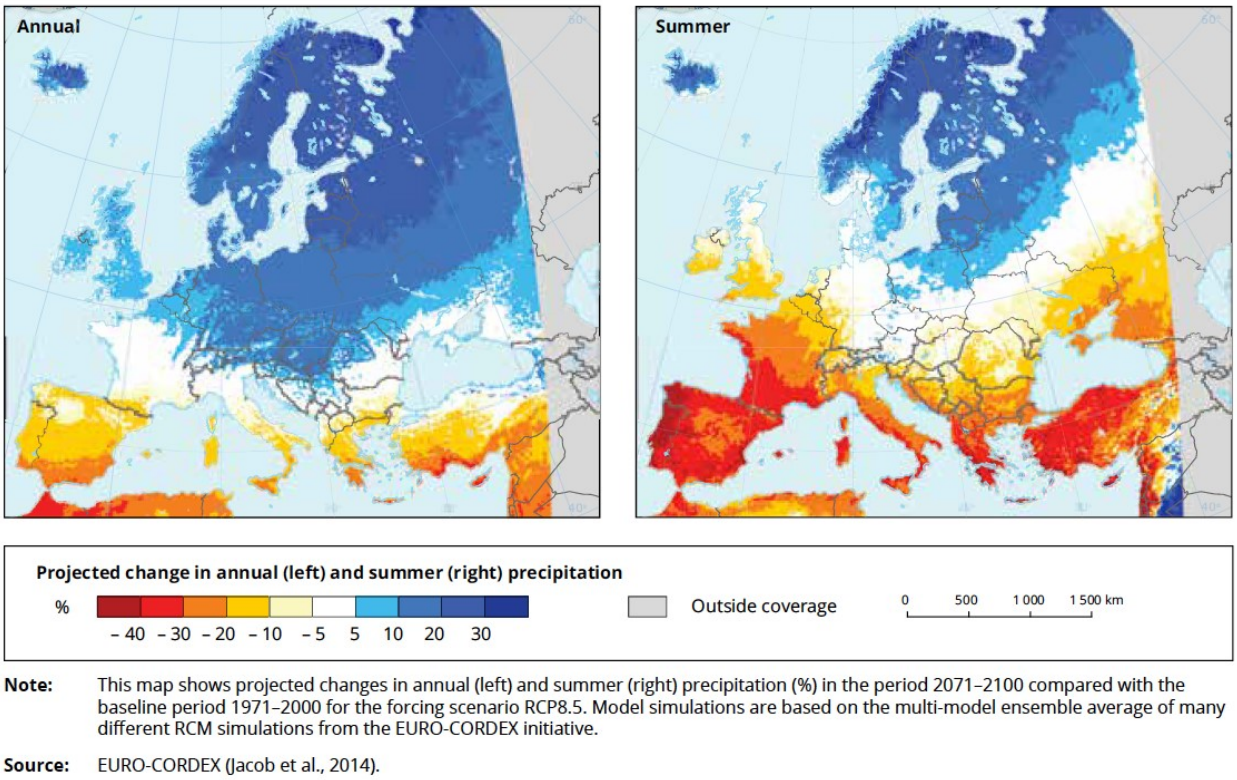
Note: This map shows projected changes in mean annual (left), summer (middle) and winter (right) near-surface air temperature (°C) in the period 2071–2100 compared with the baseline period 1971–2000 for the forcing scenarios RCP4.5 (top) and RCP8.5 (bottom). Model simulations are based on the multi-model ensemble average of many different combined GCM–RCM simulations from the EURO-CORDEX initiative.

Source: EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014).

Joonis 5. Aasta, suve ja talve keskmise temperatuuri projitseeritud (2071-2100. aastaks) muutused vastavalt stsenaariumidele RCP4.5 ja RCP8.5 (EEA, 2016).

Kliimamudelite abil projitseeritakse, et 21. sajandi jooksul jätkub **maailma keskmise õhutemperatuuri** tõus. Aastatel 2081–2100 (võrreldes aastatega 1986–2005) hinnatakse madalaima emissioonistsenaariumi (RCP2.6 (kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni stsenaariumid)) puhul temperatuuritõusuks **0,3–1,7 °C** ja kõrgeima emissioonistsenaariumi (RCP8.5) puhul 2,6–4,8 °C (EEA, 2016).
Selle sajandi lõpuks (2071–2100 võrreldes aastatega 1971–2000) projitseeritakse **aasta keskmise maapinna temperatuuri** tõusu 1–4,5 °C vastavalt stsenaariumile RCP4.5 ja 2,5–5,5

°C vastavalt stsenaariumile RCP8.5. See on kõrgem kui maailma keskmine. Suurimat soojenemist projitseeritakse talvel Kirde-Euroopas ja Skandinaavias ning suvel Lõuna-Euroopas (EEA, 2016).
Sademed varieeruvad piirkonniti ja hooajati. Kesk-Euroopa puhul ei ole trendid nii selged kui **Põhja-Euroopa puhul**, kus sademete hulk **suureneb**, ja **Lõuna-Euroopa puhul**, kus sademete hulk **väheneb** (keskmine usaldusväärsus). Projitseeritakse, et suvel sademete hulk kuni Lõuna-Rootsini väheneb (joonis 6) ja talvel suureneb, kusjuures mägialadel esineb rohkem vihma kui lund. Põhja-Euroopas projitseeritakse 21. sajandi lõpu poole **keskmise püsiva lumikatte vähenemist** (kuigi säilivad lumerohked talved). Rahe esinemise täheldatud ja tulevaste muutuste kohta Euroopas on info puudulik. Tulevaste õhuringluse muutuste ja keskmise tuulekiiruse trendide kohta kindlaid märke ei ole.



Note: This map shows projected changes in annual (left) and summer (right) precipitation (%) in the period 2071–2100 compared with the baseline period 1971–2000 for the forcing scenario RCP8.5. Model simulations are based on the multi-model ensemble average of many different RCM simulations from the EURO-CORDEX initiative.

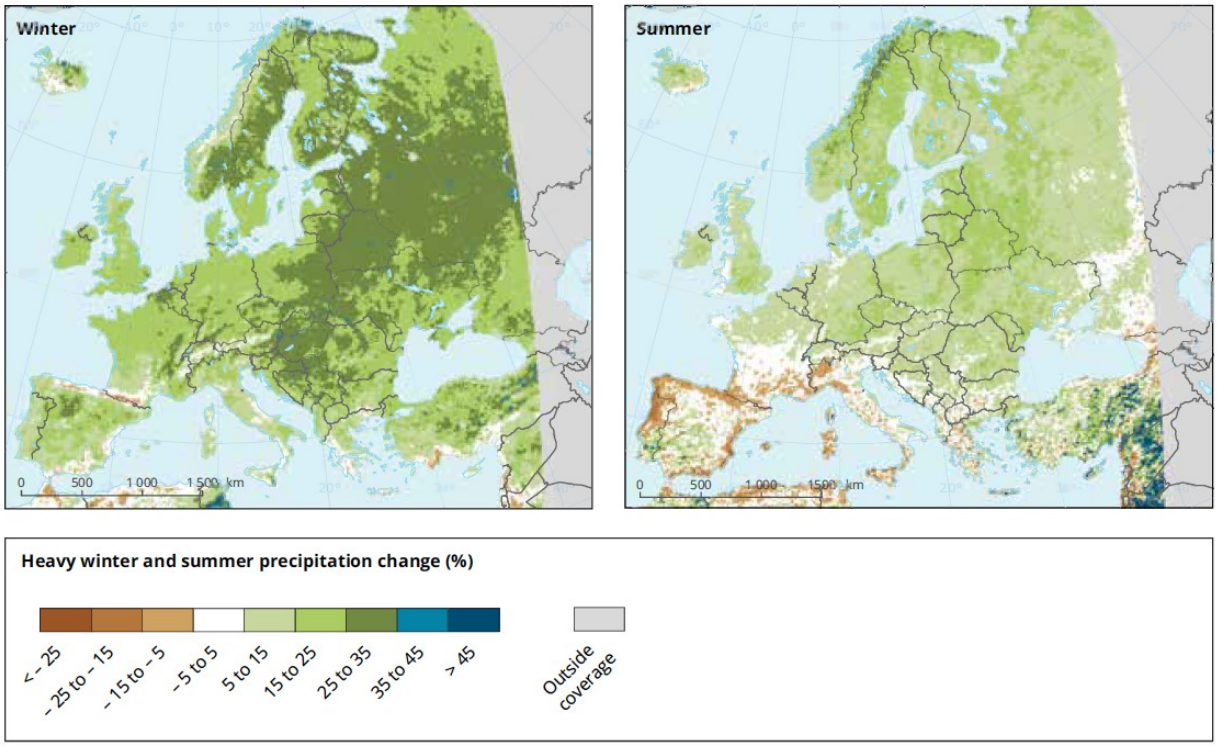
Source: EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014).

Joonis 6. Aastaste ja suviste sademete projitseeritud (2071-2100. aastaks) muutused (EEA, 2016).

Ekstreemsed kliimanähtused

Kliimaprojektsioonid näitavad **ekstreemselt kõrge temperatuuri** (suur usaldusväärsus), **meteoroloogiliste põudade** (keskmine usaldusväärsus) ja **ekstreemsete sademete** (suur usaldusväärsus) esinemise märkimisväärset sagenemist (variatsioonid Euroopa eri osades) ning väikseid või **olematuid muutusi ekstreemse tuulekiiruse esinemises** (väike usaldusväärsus), kui välja arvata talvine ekstreemse tuulekiiruse sagenemine Kesk- ja Põhja-Euroopas (keskmine usaldusväärsus) (IPCC, 2014).
Ekstreemse temperatuuri esinemise muutuste puhul on usaldusväärsus üldiselt suur (sagenevad soojad päevad, soojad ööd ja kuumalained). 21. sajandiks on projitseeritud ekstreemselt kõrge temperatuuri esinemise sagenemist ja pikemaajalist kestust kogu Euroopas (EEA, 2012). Kõrge emissioonistsenaariumi (RCP8.5) korral projitseeritakse, et 21. sajandi teises pooles esinevad väga ekstreemsed kuumalained (nagu 2000. aastal või veel tõsisemad) isegi iga kahe aasta tagant. Mõjud on eriti tugevad Lõuna-Euroopas (EEA, 2016).
Projektsioonid näitavad 21. sajandi jooksul **suuremas osas Euroopast ööpäevaste ekstreemsete sademete sagenemist talvel** kuni 35% (joonis 7). Suuremas osas Euroopast

projitseeritakse ekstreemsete sademete sagenemist talvel, Põhja-Euroopas võib see ulatuda 30%-ni. Suuremas osas Euroopast projitseeritakse ka sagenemist suvel, kuid mõnes Lõuna- ja Edela-Euroopa piirkonnas näitavad projektsioonid sageduse vähenemist (EEA, 2016).



Note: This map shows projected changes in heavy daily precipitation (%) in winter and summer for 2071–2100, compared with the baseline period 1971–2000, for the RCP8.5 scenario based on the ensemble mean of different RCMs nested in different GCMs.

Source: EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014).

Joonis 7. Ekstreemsete sademete projitseeritud (2071-2100. aastaks) muutused (%) talvel ja suvel (EEA, 2016).

Projektsioonide kohaselt **intensiivistub** globaalse soojenemise toimel **hüdroloogiline tsükkel** ja suuremas osas Euroopast sagenevad üleujutused. **Kogu Euroopas sagenevad** tõenäoliselt **tulvaveed ja vihmaveest põhjustatud üleujutused**, mille tingivad intensiivsed lokaalsed sademed. Varakevadiste üleujutuste risk võib alaneda piirkondades, kus projitseeritakse talvel lume akumulatsiooni vähenemist. Siiski on kvantitatiivsed üleujutuste sageduse ja ulatuse muutuste projektsioonid väga ebakindlad (EEA, 2012).

Jõgede vooluhulga vähenemine: kõige rohkem kasvab **põuaoht Lõuna- ja Edela-Euroopas**, aga olulist madalseisus olevate jõgede vooluhulga vähenemist projitseeritakse ka paljudes teistes mandri osades, eriti suvel.

Talviste tormide arvu muutuste puhul Euroopas lähevad eri kliimamuutuse simulatsioonide projektsioonid lahku. Siiski näitab enamik uurimusi 21. sajandi jooksul suurenevat tugevate talviste tormide, ja võimalik, et ka tugevate sügistormide riski Põhja-Atlandi kohal ning Põhja-, Loode- ja Kesk-Euroopas (EEA, 2016).

Rahe projektsioonid on tuleviku suhtes ebakindlad, sest väikese ulatusega **rahede esinemisi** ei saa globaalsetes ja piirkondlikes kliimamudelites kasutada. Siiski võib Kesk-Euroopa kohta tehtud mudelipõhistes uuringutes täheldada selles piirkonnas võimalikku rahetormide sageduse kasvu (EEA, 2016).

Arvatavasti mõjutab kliimamuutus **tulevikus osooni kontsentratsioone** ilmastikuolude muutumise, teatud osooni eellaste suurenenud emissioonide (näiteks kõrgel temperatuuril suureneb isopreenide emissioon taimestikust) ja/või emissioonide kaudu metsatulekahjudest, mis võivad ulatusliku põua ajal sageneda. Enamik seoseid üksikute kliimategurite ja osooni tekke vahel on hästi teada, kuid tulevaste troposfääriosooni tasemete hindamine on raskendatud, kuna nende protsesside seosed on keerulised.

1.3.3 Täheldatud ja tulevased mõjud põllumajandusele

Kliimamuutus on kogu Euroopat tugevalt mõjutanud, sealhulgas muutnud looma-, kala- ja taimeliikide levikut, fenoloogiat ning arvukust (suur usaldusväärsus) (IPCC, 2014).

1.3.4 Üldteave kliima omaduste, taimede kasvu ja arengu kohta

Selle osa eesmärk on identifitseerida ja iseloomustada kliimanähtusi, mis mõjutavad põllukultuuride (ühe- ja mitmeaastaste) saagikust. Füsioloogilisest vaatepunktist (kui võtame arvesse ainult kultuuri ja atmosfääri seoseid) vajab põllukultuur kasvamiseks ja arenguks päikesekiirgust, CO_2, kõrgete temperatuuride akumulatsiooni, madalate temperatuuride (teatud kultuurid) akumulatsiooni ning vett.
Arengu all mõistetakse kõiki kvalitatiivseid muutusi, mis põllukultuuri eluajal toimuvad. Põllukultuuri arengut iseloomustavad fenoloogilised etapid.
Kasvu defineeritakse kui pöördumatuid kvantitatiivseid muutusi põllukultuuri eluaja jooksul, näiteks sõlmevahede pikenemine ja rakujagunemine. Põllumajanduses võib kasvu arvestada biomassi akumuleerumise kaudu.

Kiirgusvajadus

Päikesekiirguse roll on seotud fotosünteesiga. Kiirgusest saab põllukultuur fotosünteesiks vajaliku energia. Selle energia edastab valgus footonite kujul klorofüllile, seejärel muundatakse see keemiliseks energiaks (kloroplastides elektrone ja prootoneid transportides) ning ladustatakse suhkruna.

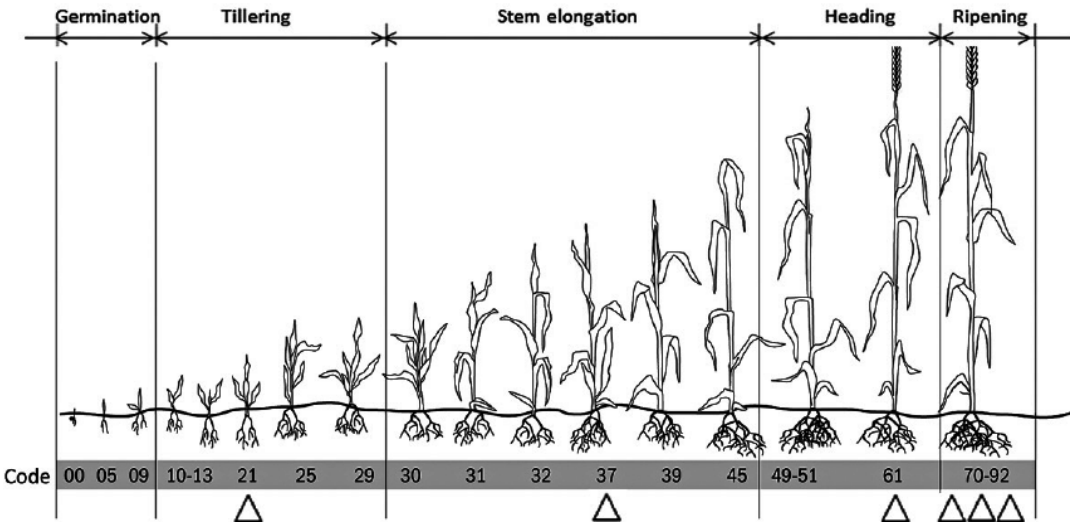
CO_2 nõudlus

Taimed ladustavad suhkruna süsiniku, mis pärineb CO_2 molekulist. Taimed jagunevad C3- ja C4-taimedeks vastavalt nende süsiniku fikseerimise (fotosünteesi kaudu) metaboolsele rajale. C4-fotosüntees on eriti levinud troopilistes rohttaimedes (mais, sorgo, suhkruroog). Selle süsiniku fikseerimise mehhanism ja efektiivsus erinevad C3-fotosünteesist. See võimaldab taimedel siduda oma rakkudest kogu CO_2. C4-taimede fotosüntees on tunduvalt efektiivsem kui C3-taimedel. See mehhanism töötab veelgi paremini, kui valgus on ere ja temperatuur kõrge.
CO_2 kontsentratsiooni kasv võib soodustada fotosünteesi ja suurendada biomassi juurdekasvu ning seega ka parasvöötme C3-taimede saagikust 10–20%. C4-taimedele aga mõju puudub.

Märkus: taimed hingavad lehtede alakülgedel asuvate väikeste pooride abil, mida nimetatakse **õhulõhedeks**. Nende pooride kaudu siseneb süsihappegaas ja väljub hapnik (ja vesi). Taimed avavad ja sulgevad õhulõhesid vastavalt muutustele ümbritsevas keskkonnas, et saada vajalikul määral CO_2 ning vältida kuivamist. Et hoida õhulõhed avatuna, tehakse **kompromiss veekaotuse ja ümbritsevast õhust CO_2 assimileerimise vahel**. Näiteks veepuudus tingib õhulõhede sulgumise, mis pärsib omakorda gaasivahetust ja mõjutab sellega fotosünteesi. Seda saab kompenseerida, kui suurendada ümbritsevas õhus CO_2 kontsentratsiooni.

Kõrge temperatuuri nõudlus

Temperatuur on taimede arengu mootor. **Arengut** reguleerib peamiselt temperatuur (efektiivsete temperatuuride summa mõiste (*Growing Degree Days* – **GDD***)). Temperatuur mõjutab arengu kiirust ja järelikult ka kasvutsüklite pikkust (samuti seemnete valmimist ja seega saagikust). Igal taimeliigil (ja igal sordil) on oma temperatuurinõudlus: mais vajab koristusküpsuse saavutamiseks 1700 GDD-d (T_{baas} 6 °C), talinisu valmib 2350 GDD-ga (T_{baas} 0 °C).



Joonis 8. Nisu fenoloogilised staadiumid (GDD vajadused: pea loomine (1 cm) = 1100 GDD, küpsemise lõpp = 2350 GDD, T_{baas} 0 °C).

*Efektiivsete temperatuuride summa (GDD, ka *growing degree units* (GDUs)) on fenoloogias kasutatav heuristiline tööriist. GDD on soojuse akumulatsiooni mõõt, mida põllumajandustootjad kasutavad selleks, et ennustada taimede ja loomade arenemiskiirust, näiteks lille õitsemise alguse kuupäeva, putuka väljumist puhkeseisundist või põllukultuuri saamist koristusküpseks (joonis 8). GDD arvutamiseks võetakse integraal baastemperatuuri (T_{baas}) ületavast temperatuuri väärtusest.

$$GDD = \int (T - T_{\text{base}})dt.$$

Lihtsam, aga ligikaudu samaväärne määratlus kasutab ööpäevase maksimum- ja miinimumtemperatuuri keskmist võrrelduna baastemperatuuriga. Võrrand:

$$GDD = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_{\text{base}}.$$

Tuleb märkida, et kui temperatuur tõuseb üle 30 °C, aeglustub enamiku põllukultuuride areng. Temperatuuri tõus võib seega lühendada kasvutsüklit.
Üheaastased sügisel külvatavad kultuurid (nisu, raps) vajavad kevadel õitsemiseks tavaliselt madalama temperatuuriga perioodi läbimist. Selle käitumise taga on füsioloogiline protsess, mida nimetatakse **vernalisatsiooniks**. Et minna vegetatiivsest staadiumist üle õitsemisperioodi, vajavad taliteraviljad juveniilses staadiumis piisavalt madalat temperatuuri. See on vernalisatsioonifaas, mida võib defineerida kui õitsemisvõime saavutamist või kiirenemist pärast külmtöötlemist. Selle käigus ei toimu nähtavaid morfoloogilisi muutusi ja vajalik on temperatuur vahemikus 3–10 °C (ööpäevane keskmine temperatuur). Väljaspool seda vahemikku, kui temperatuur langeb alla –4 °C või tõuseb üle 17 °C, vernalisatsioon aeglustub või peatub.
Enamiku meie kliimas kasvatatavate mitmeaastaste taimeliikide puhul toovad sügisel öine madalam temperatuur ja lühenev fotoperiood kaasa sisenemise **puhkeperioodi**. Sellest puhkeperioodist väljumist tingivad paljud tegurid, sealhulgas madal temperatuur. Seda arengustaadiumi tuntakse kui külmavajadust (puhkeperioodist väljumiseks) ja see on oluline parasvöötme piirkondade puittaimeliikide puhul. Seda vajadust hinnatakse tihti külma summaga (alla 7 °C jäävate temperatuuride summa).
Külmanõudlus (puhkeperioodist väljumiseks) erineb liikide ja sortide vahel:

- õun: 1200–1700 tundi külma (<7 °C) puhkeperioodist väljumiseks;
- kirss: 1100–1300;
- aprikoos: 700–1000;
- mandel: 200–500;
- viigimari: 200.

Temperatuuritõus võib seega vähendada madala temperatuuri püsimist ning mõjuda negatiivselt põllukultuuride õitsemisele ja/või puittaimede pungade arengule.

Veenõudlus

Vesi on taime kasvutegur. Kasvu reguleerivad paljud tegurid, nagu vee piisav kättesaadavus (või veestress), õhulõhede regulatsioon või evapotranspiratsioon.
Veepuudus mõjub negatiivselt biomassi juurdekasvule. Liigniiskus (pika aja jooksul) võib põhjustada juurte hapnikupuuduse.

Põllukultuuridega seotud olulised kliimanäitajad

Et lihtsustada taimedele avaldatava kliima mõju klassifitseerimist, otsustati välja valida **neli tähtsamat ilmastikunähtust**, mis otseselt või kaudselt mõjutavad olulisemate põllukultuuride saagikust (ühe- ja mitmeaastased):

- **veepuudus (kasvuperioodil),**
- **liigniiskus,**
- **kõrge temperatuur,**
- **madal temperatuur.**

Lisaks ülaltoodud nelja olulisema ilmastikunähtuse pikaajalistele muutustele võeti arvesse **ekstreemsete ilmastikunähtuste** (rahe, hilised öökülmad, tormid jm) sagedust.

NB! CO_2 kontsentratsiooni suurenemine arvestati üle maakera võrdseks, seda nähtust ei kirjeldata lokaalselt (sama kehtib kiirguse puhul).

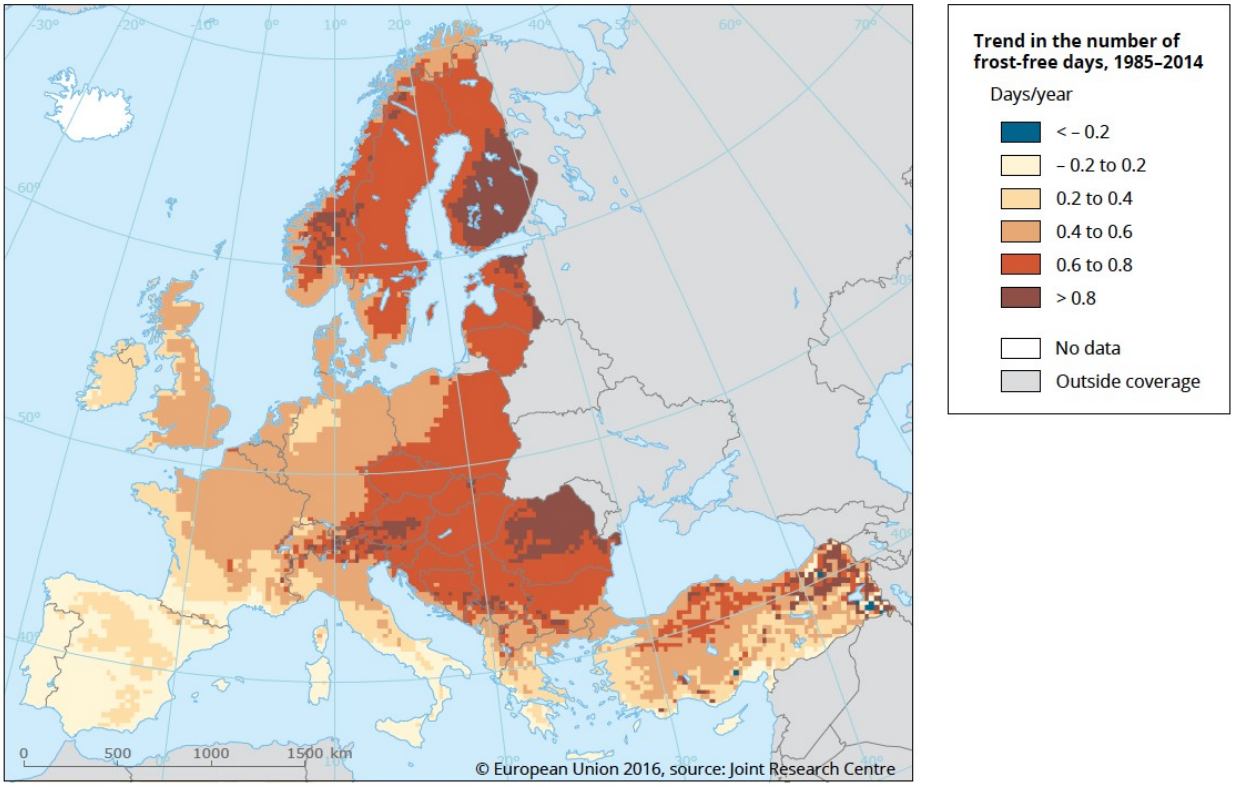
1.3.4.1 PÕLLUKULTUURID

Vegetatsiooniperiood

Vegetatsiooniperiood on põllumajanduses põhiindikaator, mis näitab, kus ja millal on potentsiaalselt võimalik põllukultuure kasvatada (eeldusel, et on piisavalt vett ja kiirgust ning sobiv pinnas). Suures osas Euroopast on vegetatsiooniperioodi pikkus defineeritud kui **kindlast künnisest kõrgema temperatuuriga** perioodi pikkus. Paljude taimeliikide puhul loetakse kasvuks sobivaks (nt õitsemiseks) perioodiks **külmavaba perioodi kestust**. Aktiivseks kasvuks vajavad taimed siiski kõrgemat temperatuuri ja enamiku Euroopas kasvatatavate parasvöötme põllukultuuride puhul võetakse künniseks **5 °C** (EAA, 2012).
Mõne põllukultuuri vegetatsiooniperiood on Euroopas aastatel 1992–2008 pikenenud keskmiselt 11,4 päeva võrra. Vegetatsiooniperioodi pikenemine oli tingitud pigem selle lõpu edasilükkumisest kui **varasemast algusest**. See trend ei ole kogu Euroopas ühtlane: kõige kiiremad muutused (üle 0,8 päeva aasta kohta) registreeriti Atlandi ookeani rannikul, Briti saartel, Taanis, Euroopa keskosas, Kesk-Itaalias, Kesk- ja Lõuna-Hispaanias ning Türgis. Euroopas leidub ka alasid, kus külmavaba periood lüheneb (joonis 9), kuid see trend ei ole märkimisväärne (EAA, 2012).

Agrofenoloogia

Muutused põllukultuuride fenoloogias on oluliseks **tõendusmaterjaliks** hiljutiste piirkondlike kliimamuutuste **mõjude kohta**. Kuigi fenoloogilisi muutusi mõjutab tihti agrotehnika, eriti külvikuupäev ja sordivalik, on **hiljutine soojenemine** Euroopas suurt osa põllumajanduskalendrist ettepoole nihutanud. Kindlad kasvustaadiumid (nt õitsemine, terade täitumine) on eriti **tundlikud ilmastikuolude suhtes** ja olulised **lõppsaagikuse** seisukohast. Põllukultuuri kasvutsükli ajastamine (agrofenoloogia) määrab kultuuri tootlikkuse. Üldiselt korreleerub kultuuri pikem kasvutsükkel tugevalt suurema saagikusega, sest pikem tsükkel võimaldab paremini kasutada saadaval olevat soojusenergiat, päikesekiirgust ja veeressursse.



Source: MARS/STAT database ([98]).

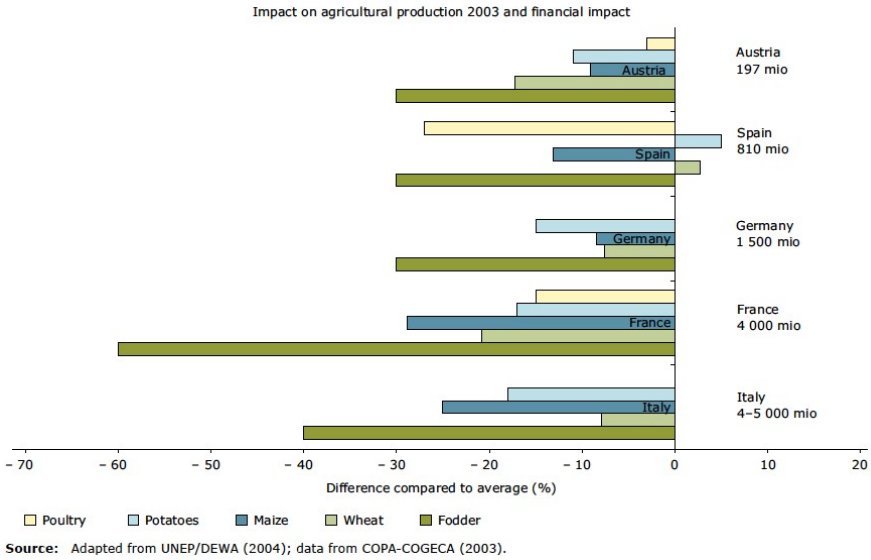
Joonis 9. Külmavabade päevade arv aastas, trend aastatel 1985–2014 (EAA, 2016).

Mitme põllumajanduskultuuri külvi- või istutuskuupäevad on **varasemaks nihkunud**, näiteks Soomes kartuli puhul viis päeva (1965–1999), Saksamaal maisi ja suhkrupeedi puhul kümme päeva (1961–2000) ja Prantsusmaal maisi puhul kakskümmend päeva (1974–2003) (EEA, 2012). **Talinisu** modelleeritud õitsema hakkamise kuupäeva analüüs Euroopas aastatel 1985–2014 näitab üldist ja selget **kiirenevat trendi**, mis on kõige selgem Loode-Euroopas. Modelleeritud õitsemise alguse kuupäev on varasemaks nihkunud kiirusega **kaks kuni neli päeva kümnendi kohta**. Modelleeritud õitsemise alguse kuupäeva varasemaks nihkumine on tõenäoliselt suurem kui tegelikkuses vaadeldud nihkumine, sest taimede reaktsioon päeva pikkusele ja põllumajandustootjate sordivalikud (hilisemad sordid) vähendavad seda seost.

Täheldatud mõjud

Teraviljakultuuride (nisu, mais, oder) **saagikuse** ülemaailmne analüüs näitas **saagikuse vähenemist keskmise temperatuuri tõusu** tõttu. Samalaadseid mõjusid on täheldatud mitmes Euroopa riigis. Temperatuuri tõusu loetakse ka üheks peamiseks põhjuseks, miks Prantsusmaal **ei ole** sordiaretuse arengust hoolimata talinisu **saagikus kasvanud**. **Maisi** saagikus on **Põhja-Euroopas järjekindlalt suurenenud**, samas kui **Lõuna-Euroopas** on see **jäänud varasemale tasemele**. Prantsusmaal ja Itaalias on trend teraviljasaagikuse suuremale varieerumisele, mida seostatakse kuumalainete ja põudade esinemisega. 2003. ja 2007. aastal mõjutasid need äärmuslikud ilmastikuolud põllukultuuride tootlikkust ulatuslikel aladel Lõuna- ja Kesk-Euroopas. Erinevalt teravilja- ja õliseemnekultuuridest näib, et **kartuli** ja **suhkrupeedi saagikus on temperatuuri tõusuga suurenenud**, tõenäoliselt tänu **vegetatsiooniperioodi pikenemisele** (EEA, 2012).
2003. ja 2010. aasta suve kuumalainete ajal ulatusid terasaagi kaod Euroopa mõjutatud piirkondades **20%-ni**. 2004/2005. aasta tugeva põua ajal vähenes teraviljatootmine Pürenee poolsaarel **40%** (IPCC, 2014).

Näiteks 2003. aasta suve kuumalaine ja põud tekitasid Kesk- ja Lõuna-Euroopa põllumajandussektorile tootlikkuse vähenemise ja finantskapitali kadude kaudu olulist kahju (joonis 10).



Joonis 10. 2003. aasta suve kuumalaine ja põua mõju viie riigi põllumajandusele (EEA, 2005).

Vegetatsiooniperioodi projektsioon

Euroopas projitseeritud jätkuva temperatuuritõusu tulemusena projitseeritakse vegetatsiooniperioodi jätkuvat pikenemist ja liikide levimist põhja poole. Suuremas osas Euroopast projitseeritakse 2030. aastaks kevade **viimase öökülma** kuupäeva varasemaks nihkumist **5–10 päeva võrra** ja 2050. aastaks 10–15 päeva võrra (EEA, 2012).
Vegetatsiooniperioodi pikenemine mõjub oodatavasti eriti hästi **Põhja-Euroopale**, kus saab hakata **kasvatama uusi põllukultuure** ja kus kasvu tavaliselt ei piira vee vähene kättesaadavus. Et pääseda suviste kuumalainete ja põudade negatiivsetest mõjudest, võib Vahemere piirkonnas mõne kultuuri kasvatamise **suvehooajalt talvehooajale üle viia** (Minguez *et al*., 2007). Euroopa teistes piirkondades, näiteks Lääne-Prantsusmaal ja paiguti Kagu-Euroopas, ei ole võimalik kultuuride kasvuhooaega talvele nihutada ning saagikus väheneb kuumade ja kuivade suvede tõttu (EEA, 2012).

Agrofenoloogia projektsioonid

Euroopas **vähendab** projitseeritud kliima soojenemine **nende päevade arvu**, mida on vaja teravilja **õitsemise alguseks** ja **valmimiseks**. Õitsemise alguse kuupäevade muutuse modelleerimisel on arvesse võetud sordivaliku muutumise mõjusid õitsemis- ja valmimiskuupäevadele. Kuna paljud Euroopa taimed (sealhulgas teraviljad) vajavad õitsemiseks pikki päevi, on kliima soojenemise mõju õitsemisele väiksem, kui oleks vastupidisel juhul. Projitseeritakse, et **talinisu** õitsemise alguse kuupäev nihkub kõige rohkem **Euroopa lääneosas**, kuigi kindlus selles ei ole kliimamuutuse projektsioonide erinevuse tõttu kuigi suur. **Valmimiskuupäeva** nihe on suurem kui **õitsemise alguse kuupäeva** nihe, mis jätab seemnete valmimiseks vähem aega ja **mõjutab** seetõttu **negatiivselt saagikust**. Sõltumatus uuringus, milles kasutati erinevat fenoloogilist mudelit ja teisi kliimamuutuse projektsioone, leiti talinisu puhul Inglismaal ja Walesis sarnased õitsemiskuupäeva nihked (2050. aastaks 14–16 päeva) (EEA, 2012).

Mõjude projektsioonid

Põllumajandustootmisele avalduva kliimamuutuse mõju piirkondlik jaotus varieerub arvatavasti märkimisväärselt. **Suurimad saagikuse kaod** leiaks aset **Lõuna-Euroopas** (5,4 °C soojenemise

korral 2080. aastaks –25%), sest vihmade tõttu suureneb suvivilja hävimise risk. **Kesk-Euroopas** põhjustaks soojemad ja kuivemad tingimused 2050. aasta paiku põllukultuuride saagikuse **mõõdukat vähenemist**. **Lääne-Euroopas** põhjustaks suurenenud kuumastress õitsemise ajal märkimisväärset nisu saagikuse kahanemist. **Põhja-Euroopa** puhul ei ole tõendid tulevaste mõjude kohta ühesed. Positiivsed saagikuse muutused koos klimaatiliselt sobivate alade laienemisega võivad suurendada põllukultuuride tootlikkust (2,5–5,4 °C piirkondliku soojenemise korral). Teisest küljest võib kliima suurenenud varieeruvus **piirata talivilja leviku** laienemist ja tuua kõrgetel laiuskraadidel kaasa olulise teraviljasaagi hävimise riski. Sajandi lõpus võib olla Soomes võimalik kasvatada troopilise päritoluga suvivilja (näiteks silomais) (IPCC, 2014).
Stsenaariumide B1 ja A2 puhul võib **teravilja saagikus osooni mõjul väheneda** Euroopa Liidus 2030. aastal vastavalt **6 ja 10%**. Piiratud maa kättesaadavuse ja mullaviljakuse tõttu väljaspool mustmullavööndi alasid ei kompenseeriks põllumajanduse nihkumine boreaalsete metsade vöötmesse saagikadusid, mis on tingitud suurenevast kuivusest Venemaa Lõuna-Euroopasse kuuluvates parima mullaga piirkondades (IPCC, 2014).

1.3.4.2 PÜSIKULTUURID

Täheldatud mõjud

Viinapuude ja õunapuude puhul on üle maailma täheldatud (usaldusväärsed tõendid, suur üksmeel) **varasemat õitsemist ning viljade valmimist** (IPCC, 2014).
Aastatel 1961–2000 Saksamaal tehtud vaatluste käigus leiti, et Euroopas toimunud muutused mitme püsikultuuri fenoloogilistes faasides, näiteks **viljapuude vegetatsiooniperioodi alguse varasemaks nihkumine (2,3 päeva kümnendi kohta),** kirsipuude õitsemise varasemaks nihkumine (2,0 päeva kümnendi kohta) ja õunapuude õitsemise varasemaks nihkumine (2,2 päeva kümnendi kohta), on kooskõlas aasta keskmise õhutemperatuuri kuni 1,4 °C tõusuga (EEA, 2012).
Euroopa veinitoodang moodustab üleilmsest toodangust 60% ja panustab oluliselt kultuuriidentiteeti. Kirde-Hispaanias on viinapuude saagikus alates 1960. aastatest vähenenud reproduktiivsete faaside ajal suurenenud veepuuduse tõttu (IPCC, 2014).

Mõjude projektsioonid

Püsikultuuride puhul projitseeritakse paljude vilja- ja pähklipuude jaoks oluliste püsivate külmade ilmade vähenemise jätkumist talvel. Eeldatakse, et enamik veinitootmispiirkondi muutub viinapuu jaoks ebasoodsamaks. Euroopas, USAs ja Austraalias kannatavad **veiniviinamarjade tootmine ning kvaliteet** (IPCC, 2014).
Kliimamuutus **muudab veiniviinamarja sortide geograafilist levikut** (suur usaldusväärsus) ning see omakorda vähendab **Lõuna- ja Kesk-Euroopas** veinitoodete väärtust ja kohalike veinitootmiskogukondade elatist (keskmine usaldusväärsus) ning **suurendab toodangut** Põhja-Euroopas (väike usaldusväärsus) (IPCC, 2014).
Kõrgem temperatuur mõjutab lisaks viinapuude saagikusele arvatavasti mõnes piirkonnas veini kvaliteeti ja viinamarjasorte, sest muutub suhkrute ja hapete suhe. **Lääne- ja Kesk-Euroopas** võivad projitseeritud muutused veini kvaliteeti parandada, aga ka piiritleda uusi potentsiaalseid viinamarjakasvatusalasid (IPCC, 2014).
Kliimamuutuste tingimustes võivad Euroopas kahjusid suurendada lülijalgsetega edasikanduvad haigustekitajad (viirused ja fütoplasmad), viinamarja kobarmähkur ning must-mädanik. Teisalt võib kõrgem temperatuur piirata teiste haigustekitajate, nagu viinapuu jahukaste, levikut (IPCC, 2014).

1.3.4.3 LOOMAKASVATUS

Enamik mõjusid loomakasvatusele on kaudsed, söödatootmise kaudu (muutused karjamaade ja söödataimede tootlikkuses). Kliimamuutuse mõjude kohta loomakasvatusele on vähe tõendeid, välja arvatud kliimamuutusega seotud muutused haigustes (EEA, 2012).

Täheldatud otsesed mõjud

Kliimamuutus võib Euroopas viia oluliste muutusteni siirutajate teel levivate haiguste geograafilises ja hooajalises levikus. Kliima mõjud võivad siirutajate teel levivatele haigustele avalduda siirutajate elutsüklite ja nende tõttu levivate haigustekitajate inkubatsiooniperioodide lühenemisena, mis võib omakorda suurendada vektoripopulatsioonide ja nakkuse ülekanderiski. Pikemas plaanis võivad hooajalised muutused mõjutada nii vektoreid ja peremeesloomi kui ka inimeste käitumist ja maakasutuse mustreid, mis omakorda mõjutaks Euroopas siirutajate teel levivate haiguste geograafilist levikut, hooajalist aktiivsust ning üldist levimust (EEA, 2012).
Loomakasvatusele mõjub negatiivselt **kuumus**. Intensiivtootmises vähendas kuumastress **piimatoodangut** ja **nuumsigade** kasvu, kui ööpäeva keskmine õhutemperatuur tõusis vastavalt üle 18 ja 21 °C. Itaalias esinenud kõrge temperatuur ja õhuniiskus tõstsid sigimisperioodil veiste suremuse riski 60%. **Lõuna-Euroopas** võib kliimamuutus põhjustada piimalehmadel kuumastressi ja selle kaudu mõjutada negatiivselt **piimatoodangut** (keskmine usaldusväärsus) (IPCC, 2014).
Kõrge temperatuuri/niiskuse indeks võib eriti intensiivtootmise piimakarja puhul mõjutada piimatoodangut ja kvaliteeti, suremust, reproduktiivtervist ning vastuvõtlikkust haigustele (EEA, 2016).

Kaudsete mõjude projektsioonid

Loomakasvatussüsteemid sõltuvad põllumajanduskultuuride ja heintaimede saagikusest ja kvaliteedist ning seetõttu on nad väga vastuvõtlikud kliimamuutuse mõjudele nii kohalikul (karjatamine ja omatoodetud sööt) kui ka globaalsel (söödakontsentraatide import) tasandil. Olenevalt sellest, kas tegu on intensiivse või ekstensiivse loomakasvatusega (rohumaadel põhinev), on kliimamuutuse põhjustatud probleemid ja sellega kohanemise strateegiad väga erinevad (EEA, 2016).
Mudelsimulatsioonid (stsenaarium A1B, peenskaleeritud üldise tsirkulatsiooni mudelite (GCM) komplekt) näitavad 21. sajandi lõpuks rohupõhiste loomakasvatussüsteemide puhul Iirimaal ja Prantsusmaal potentsiaalset piimatootmise kasvu ning **Kesk-Euroopas** ja paiguti ka Prantsusmaal **suviti ja sügiseti suuremat tootmistõrgete riski**. 2070. aastateks Kesk-Prantsusmaa jaoks projitseeritud kliimatingimused (stsenaarium A2) vähendasid neli aastat kestnud suurendatud CO_2 kontsentratsiooniga tehtud katses tunduvalt rohumaade toodangut. Samas muutis üksainus eksperimentaalne suvine põud järgneva kahe aasta toodangut (IPCC, 2014).

1.3.5 Veeressursid ja põllumajandus

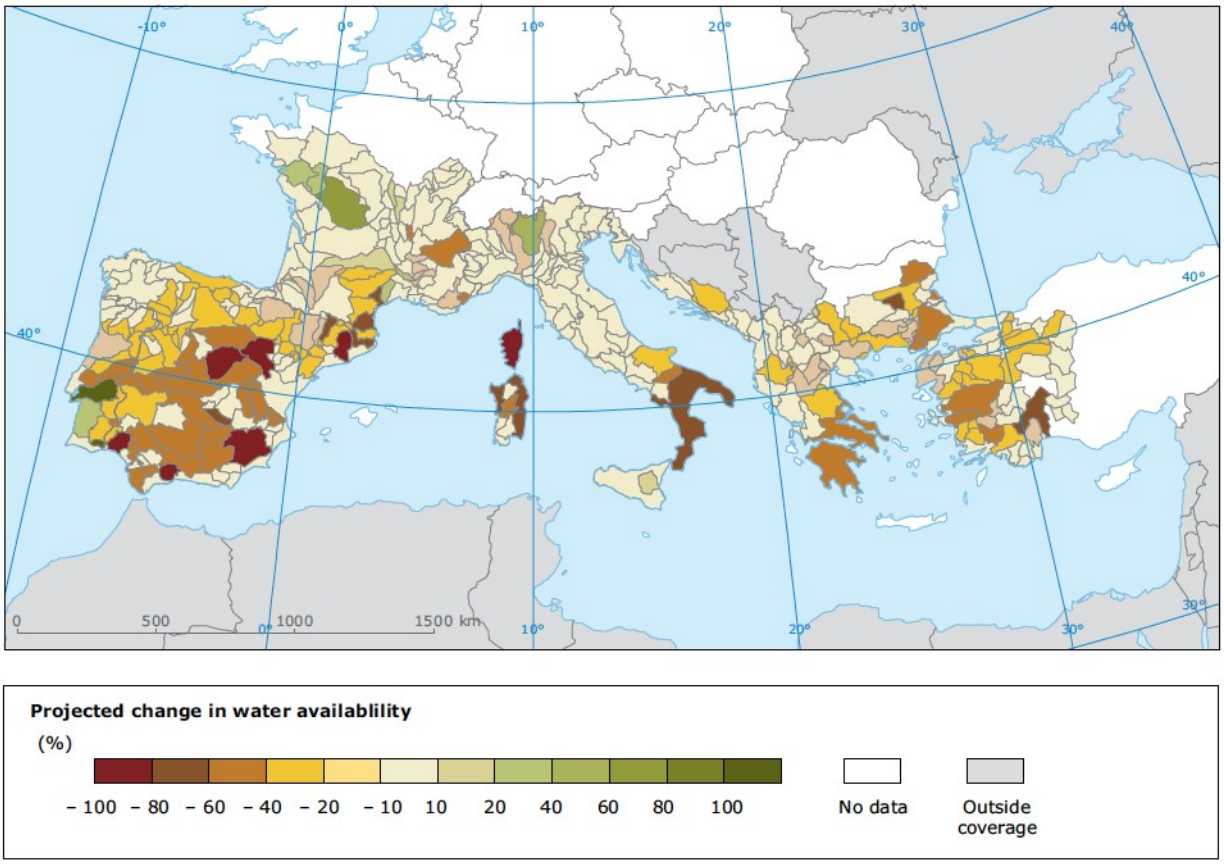
Vaadeldud olukord

Vesi on taimekasvuks vajalik ja taimede biomassi tootmine on transpiratsiooniga seotud: taime veekasutuse efektiivsust (biomassi juurdekasv taimelt aurunud veeühiku kohta) mõjutab nii põllukultuuri liik kui ka põllumajanduslik korraldus. CO_2 kontsentratsiooni suurenemine atmosfääris toob kaasa efektiivsema veekasutuse, sest transpiratsioon väheneb ja fotosüntees hoogustub. Aladel, kus põuda esineb sageli, suureneb põllumajanduses **konkurents kastmisvee pärast**, sest kasvab ka tööstus- ja linnatarbijate veenõudlus (EEA, 2012). Aastatel 1975–2010 suurenes Pürenee poolsaarel ja Itaalias veekogus, mis oli vajalik kastetavate taimede saagikuse taseme säilitamiseks, samas vähenes vajalik kogus mõnes Kagu-Euroopa piirkonnas (EEA, 2012).

Olukorra projektsioonid

Oodatav **evapotranspiratsiooni** kasv tingib suurema kastmisvajaduse põuakartlikel aladel. Praegu toimub Euroopas kastmine põhiliselt **Vahemere** piirkonnas, kus mõnes riigis kasutatakse põllumajanduses rohkem kui 80% kogu mageveevõtust. Kasvav nõudlus kastmise järele suurendab seega konkurentsi veele, eriti kohtades, kus vee kättesaadavus halveneb sademete vähenemise tõttu. Eeldusel, et **linnatarbijate veevajadus** on põllumajanduslikest eesmärkidest

olulisem, ületab proportsionaalne **kastmiseks kättesaadava veehulga** vähenemine veehulga vähenemise aastase äravoolu toimel paljudes Euroopa vesikondades (joonis 11). **Vahemere piirkonnas** projitseeritakse märkimisväärset vee kättesaadavuse **vähenemist**, mis muudab mõnes piirkonnas praegused kastmismeetodid võimatuks (EEA, 2012).



Note: Relative change in water availability for irrigation as projected under the A1B emission scenario by the HIRHAM (DMI) regional climate model for 2071–2100 relative to 1961–1990.

Source: Iglesias et al., 2012.

Joonis 11. Projitseeritud muutus kastmisvee kättesaadavuses Vahemere piirkonnas aastateks 2071–2100 (EEA, 2012).

Veenõudlus põllumajanduskultuuride kastmiseks suureneb, sest vihmast põllumajandustootmiseks ei piisa. Siiski **ei pruugi** suurem kastmine eriti **Vahemere piirkonnas võimalik olla**, sest projitseeritakse koguäravoolu ja põhjavee ressursside vähenemist. Mitmes vesikonnas on veeressursid juba praegu ülelitsentseeritud ja/või ülekasutatud ning neid ohustab kliimamuutuse põhjustatud põhjavee taastootmise vähenemine ja väiksemal määral võimalik kastmisvajaduse suurenemine. Kastmisvajaduse rahuldamiseks võivad **kastmissüsteemi kulud** Lõuna-Itaalias **suureneda 20–27%** ja mõnes piirkonnas võib vajalikuks osutuda uute kastmistaristute ehitamine. Siiski on **majanduslik kasu** tõenäoliselt väike ning kastmisele üleminek eeldab muutusi ametiasutuste ja turgude tingimustes (IPCC, 2014).

1.4 KOKKUVÕTE EUROOPA KOHTA

1.4.1 Täheldatud mõjud ja mõjude projektsioonid põllumajanduses

Suures osas Euroopast on kõrgem õhutemperatuur juba mõjutanud vegetatsiooniperioodi pikkust. Teravilja õitsemise alguse ja koristamise kuupäevad on nihkunud mitu päeva varasemaks. Nende muutuste jätkumist prognoositakse paljudes piirkondades (EEA, 2015).
Üldjoontes võib Põhja-Euroopas põllumajanduse tootlikkus tänu pikemale vegetatsiooni- ja külmavabale perioodile kasvada. Kõrgem temperatuur ja pikem vegetatsiooniperiood võivad võimaldada uute kultuuride kasvatamist. Samas kahandavad Lõuna-Euroopas tõenäoliselt põllukultuuride tootlikkust ekstreemselt kuumad ilmad ning sademete hulga ja vee kättesaadavuse vähenemine. Samuti prognoositakse ekstreemsete ilmastikunähtuste ja teiste tegurite, nagu kahjurid ja haigused, toimel põllumajanduskultuuride tootlikkuse aasta-aastalt suurenevat varieerumist (EEA, 2015).
Ekstreemne kuumus ja veepuudus suvekuudel võivad Vahemere piirkonnas paiguti kaasa tuua selle, et mõnda suvikultuuri hakatakse kasvatama talvel. Euroopa teistes piirkondades, näiteks Lääne-Prantsusmaal ja Kagu-Euroopa osades, ei ole võimalik kultuuride kasvuhooaega talvele nihutada ning saagikus väheneb kuumade ja kuivade suvede tõttu (EEA, 2015).

1.4.2 Euroopa põllumajandustootmise süsteemid kliimapiirkondade järgi

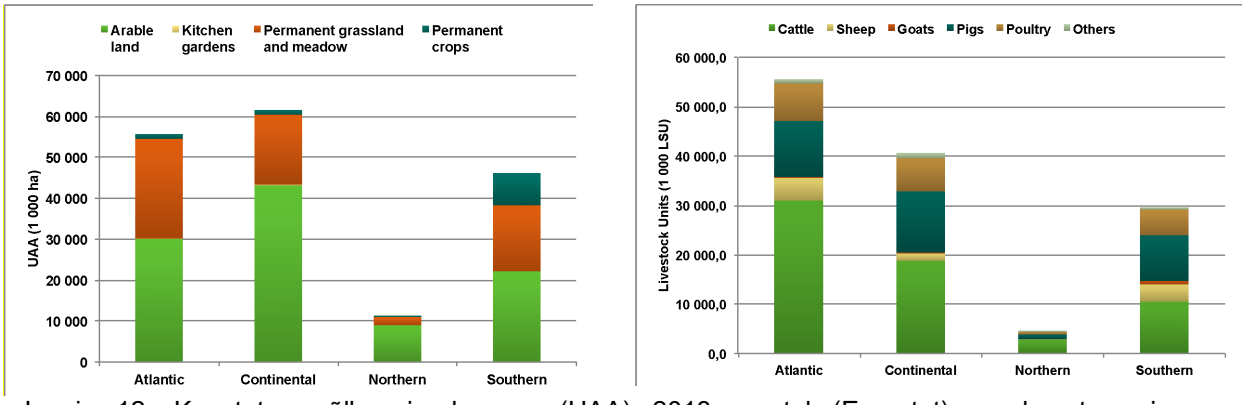
Selleks et lihtsustada ülevaate saamist Euroopa Liidu 28 liikmesriigi peamistest põllumajandusküsimustest, on iga liikmesriik määratud ühteainsasse sarnase kliimaga piirkonda. Üksikasjalik ülevaade kliimavöötmete kaupa on toodud tabelis 1 ja joonisel 12.

Tabel 1. ELi 28 liikmesriigi peamised põllumajandusnäitajad (Eurostat 2013) kliimapiirkondade kaupa

Näitajad	Kokku EL 28	Atlandi	Kesk-Euroopa	Põhja-Euroopa	Lõuna-Euroopa
Põllumajandusettevõtete arv (1000) %	**10 841** **100%**	943 9%	6280 58%	394 4%	3224 30%
Põllumajanduskõlvikud (*utilized agricultural area* (UAA)) (1000 ha) %	**174 351** **100%**	55 701 32%	61 593 35%	10 983 6%	46 075 26%
% Põllumaa / UAA % Püsirohumaa ja heinamaa / UAA % Püsikultuurid / UAA	**60%** **34%** **6%**	54% 44% 2%	70% 28% 2%	81% 18% 0%	48% 35% 17%
Tööjõud (1000 aasta tööühikut (ATÜ)) %	**9345** **100%**	1327 14%	5015 54%	307 3%	2696 29%
Põllumajandusettevõtete keskmine suurus (ha)	**16,1**	59,1	9,8	27,9	14,3
Loomühikud (1000) %	**130 320** **100%**	55 568 43%	40 643 31%	4492 3%	26 196 23%
Standardtoodang (mln eurot) %	**331 568** **100%**	122 663 37%	100 883 30%	12 067 4%	95 955 29%

Atlandi: Belgia, Taani, Prantsusmaa, Iirimaa, Luksemburg, Holland ja Ühendkuningriik.
Kesk-Euroopa: Austria, Bulgaaria, Tšehhi, Saksamaa, Ungari, Poola, Rumeenia ja Slovakkia.
Põhja-Euroopa: Eesti, Soome, Läti, Leedu ja Rootsi.
Lõuna-Euroopa: Küpros, Horvaatia, Kreeka, Itaalia, Malta, Portugal, Sloveenia ja Hispaania.

Kesk-Euroopa põllumajandusettevõtete arv moodustab ELi 28 koguarvust **58%**, sest Rumeenias on põllumajandusettevõtete arvukus suur, järgneb Lõuna-Euroopa **30%**-ga.



Joonis 12. Kasutatav põllumajandusmaa (UAA) 2013. aastal (Eurostat) maakasutuse ja kliimapiirkonna kaupa (vasakul), loomühikud 2013. aastal (Eurostat) kliimapiirkonna kaupa (paremal).

Kasutatavat põllumaad on kõige rohkem Kesk-Euroopa ja Atlandi piirkonnas, vastavalt **35%** ja **32%**, järgnevad Lõuna-Euroopa **26%**-ga ja Põhja-Euroopa **6%**-ga. Loomühikuid on kõige rohkem Atlandi piirkonnas – **43%**, järgnevad Kesk- ja Lõuna-Euroopa **31%** ja **23%**-ga ning viimasena Põhja-Euroopa **3%**-ga. Standardtoodangu (mln eurot) poolest on esikohal Atlandi piirkond **37%**-ga, järgnevad Kesk- ja Lõuna-Euroopa **30%** ja **29%**-ga ning viimasena Põhja-Euroopa **4%**-ga.

1.5 KASUTATUD KIRJANDUS

AEA, 2007: Adaptation to climate change in the agricultural sector. AEA Energy & Environment and Universidad de Politécnica de Madrid. Report to European Commission Directorate - General for Agriculture and Rural Development, AGRI-2006-G4-05.

EEA, 2005: Vulnerability and adaptation to climate change in Europe. EEA Technical report No 7/2005, European Environment Agency.

EEA, 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 — An indicator-based report, EEA Report No 12/2012, European Environment Agency.

EEA, 2013: Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. EEA reports No 3/2013, European Environment Agency.

EEA, 2014: Irrigation water requirement. Indicator Assessment, Data and maps, European Environment Agency.

EEA, 2015: Agriculture and climate change. Article, signals – Toward clean and smart mobility, European Environment Agency.

EEA, 2016: Global and European temperature. Indicator assessment, Data and maps, European Environment Agency.

EEA, 2016: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report, European Environment Agency.

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 [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688.

JRC, 2012: Assessing Agriculture Vulnerabilities for the design of Effective Measures for Adaptation to Climate Change (AVEMAC Project). European Commission, Joint research Centre, Institute for Environment and Sustainability.

2 Põhja-Euroopa kliimapiirkond

2.1 ÜLEVAADE

Võrreldes teiste Euroopa kliimapiirkondadega on Põhja-Euroopa kliimapiirkonnas põllumajandusettevõtete osakaal (4%) ja kasutatud põllumajandusmaa osakaal (6%) küllaltki väike (tabel 2). Põllumajandusmaad kasutatakse peamiselt põllumaa (81%) ja eri rohumaadena (18%), püsikultuurid katavad alla 1% põllumajanduskõlvikutest.

Tabel 2. ELi 28 liikmesriigi ja Põhja-Euroopa kliimapiirkonna peamised põllumajandusnäitajad (Eurostat 2013) ning Eesti osakaal Põhja-Euroopa kliimapiirkonnas.

	Kokku EL 28	**Põhja-Euroopa**	**Eesti**
Põllumajandusettevõtete arv (1000) %	**10 841** **100%**	394 4%	19 5%
Põllumajanduskõlvikud (1000 ha) %	**174 351** **100%**	10 983 6%	958 9%
% Põllumaa / UAA % Püsirohumaa ja heinamaa / UAA % Püsikultuurid / UAA	**60%** **34%** **6%**	81% 18% 0%	66% 34% 0%
Tööjõud (1000 aasta tööühikut (ATÜ)) %	**9345** **100%**	307 3%	22 7%
Põllumajandusettevõtete keskmine suurus (ha)	**16,1**	27,9	49,9
Loomühikud (1000) %	**130 320** **100%**	4492 3%	310 7%
Standardtoodang (mln eurot) %	**331 568** **100%**	12 067 4%	676 6%

Põhja-Euroopa: Eesti, Soome, Läti, Leedu ja Rootsi.

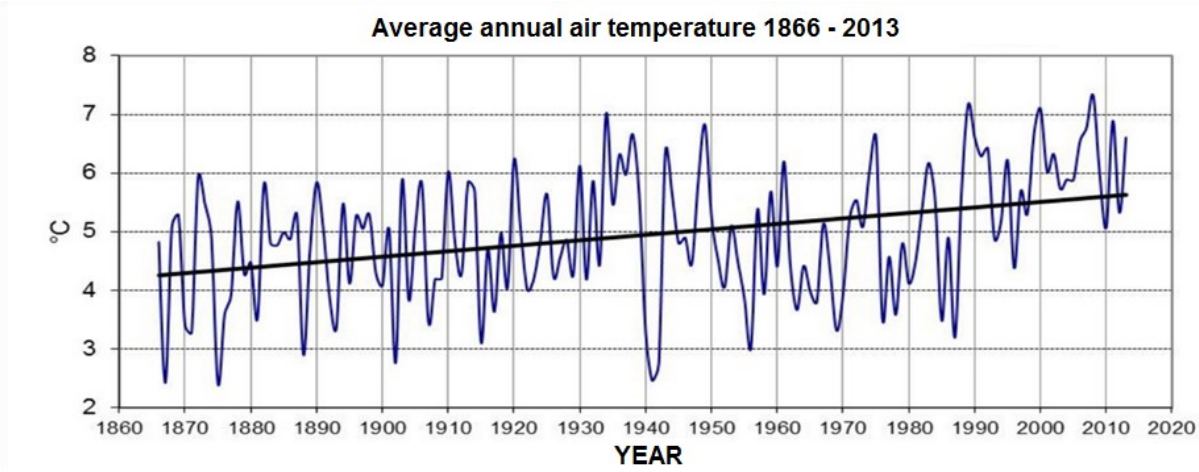
2.2 EESTI FOOKUS

2.2.1 Kliimatrendid ja riiklik kohanemise arengukava

Eesti kliimamuutustega kohanemise arengukava (keskkonnaministeerium, 2016) väljatöötamist alustati 2013. aastal ja arengukava eelnõu koos rakendusplaaniga valmis 2016. aasta kevadel. Arengukava üldeesmärk oli saavutada valmisolek ja võimekus kliimamuutuste tagajärgedega kohanemiseks kaheksas põhivaldkonnas. Üks valdkondadest oli biomajandus, mis hõlmab põllumajandust, metsandust, kalandust, ulukimajandust ja jahindust, turismi ning turba kaevandamist.

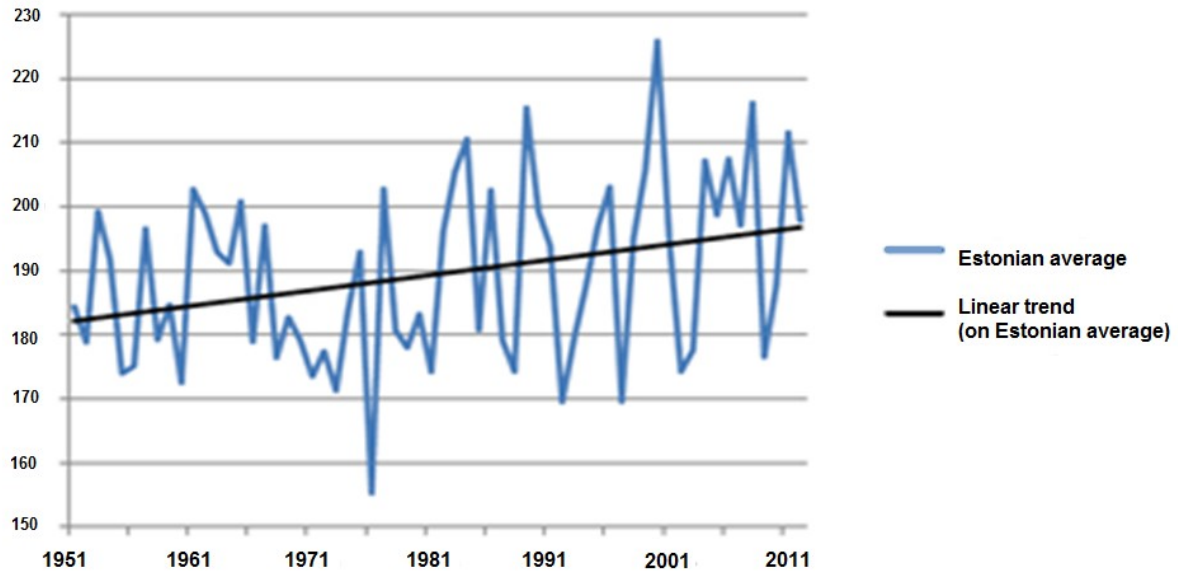
Eesti riikliku kliimamuutuste mõjudega kohanemise arengukava eelnõu ja selle rakendusplaan töötati välja kooskõlas valitsustevahelise kliimapaneeli (IPCC) viimase raporti AR5 tarbeks tehtud globaalsete kliimaprojektsioonide CMIP5 (koostatud kahe 2100. aastani tehtud globaalse kliimastsenaariumi RCP4.5 ja RCP8.5 põhjal) piirkondlike peenskaleeringutega (Luhamaa *et al.* 2014). Eestile ennustatakse 21. sajandi jooksul mitmeid olulisi muutusi, kuigi mitte nii ekstreemseid kui paljudes teistes Euroopa Liidu ja maailma piirkondades. Alates 20. sajandi teisest poolest tõuseb temperatuur Eestis kiiremini kui maailmas keskmiselt (joonis 13). Seega ilmselt kaob püsiv jää- ja lumikate talvel, suved pikenevad ning kuumalainete ja põuarisk

suureneb, tõenäoliselt toimuvad muutused mitmes loodusprotsessis, nagu taimekasv ja võõrliikide (sealhulgas taimekahjurid ja haigustekitajad) kohanemine, maa liigniiskeks muutumine takistab masinate kasutamist saagikoristusel, oletatavasti muutuvad hooajalised energiatarbimistipud jne.



Joonis 13. Aasta keskmine õhutemperatuur Tartu-Tõravere ilmajaamas Kagu-Eestis (Luhamaa *et al.*, 2015).

Luhamaa *et al.* (2014) projitseeritud kliimastsenaariumide kohaselt soojeneb talv aastatel 2040–2070 2,3–3,1 °C võrra ja kevad 2,4–3,4 °C võrra, samas kui suvel ja sügisel tõuseb temperatuur ainult 1,6–2,2 °C. Kuude võrdluses toimub kõige suurem temperatuuritõus arvatavasti märtsis, sest kevadel puudub lumikate ja tänu sellele tõuseb mullatemperatuur varem. Seega võime arvutada, et aktiivsete temperatuuride (>10 °C) summa (standardne keskmine on Eestis muide 1700–1900° (Aruksaar *et al.*, 1964)) tõuseb umbes 250 °C vegetatsiooniperioodi kohta. Teisisõnu ei ole oodata suve keskmise temperatuuri suurt tõusu, küll aga tuleb ette rohkem kuumi ja põuaseid perioode. Mudelite põhjal projitseeritakse suurenevat ekstreemsete konvektsionaalsete sademete hulka, mis võivad põhjustada äikesejärgseid kohalikke üleujutusi: järgmise 50 aasta jooksul kasvab nende esinemise tõenäosus suvel 124–165%, ükskõik millises Eesti kohas ükskõik mis päeval juunist augustini esinevad nad tõenäosusega 0,54% (Luhamaa *et al.*, 2014). 21. sajandi lõpuks projitseeritakse mudelite põhjal olulist lumikatte vähenemist: kui kontrollperioodil 1971–2000 püsis lumikate aprillis keskmiselt 1–6 päeva, siis nii RCP4.5 kui ka RCP8.5 näitavad sajandi lõpus aprillis ainult väikest lumetõenäosust (Luhamaa *et al.*, 2015). Talve ja osaliselt ka kevade tuulekiiruse gradient võib tõusta, sest Atlandi ookeanilt saabub Eesti kohale rohkem tsükloneid.
2015. aastal viidi ellu projekt BioClim „Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja -rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades“ ning töötati välja riikliku kliimaga kohanemise strateegia töödokument ja looduskeskkonna ning biomajanduse tegevuskava. Analüüsiti kliimamuutuse mõjusid ja registreeriti olemasolevad kohanemismeetmed riskide, haavatavuse ja kliimamuutuse mõjude kaupa keskkonnale ning majandussektoritele. Viimaks töötati välja riiklike kohanemismeetmete soovitused neljaks ajajärguks: kuni aastani 2020, kuni aastani 2030, aastateks 2021–2050 ja 2051–2100.
Kõige olulisemateks kliimamuutuse mõjudeks põllumajandusele on hinnatud muutused liigilises koosseisus, pinnase sulamine talvel ja mullaviljakuse vähenemine (Kaasik *et al.*, 2015). Eesti asub kliimapiirkonnas, kus projitseeritud muutused, nagu vegetatsiooniperioodi pikenemine, võivad põllumajanduses kaasa tuua uusi võimalusi (joonis 14). Siiski võivad väga muutlikud ilmastikuolud põhjustada põllukultuuride saagikuse ja saagi kvaliteedi kõikumist (keskkonnaministeerium, 2016). Üldiselt arvatakse, et kliimamuutuse peamine mõju avaldub positiivsena põllukultuuridele ja rohumaadele (Kallis *et al.*, 2014). Siiski tuvastati BioClimi projekti käigus hulk haavatavusi, mis võivad ilmneda 30 aasta jooksul.



Joonis 14. Keskmine vegetatsiooniperioodi pikkus Eestis aastatel 1951–2012 (Viru, 2014).

Eesti põllumajandust mõjutavad eelkõige keskmise temperatuuri tõus ja temperatuuri varieerumine. Teised olulised kliimaga seotud ja probleeme tekitavad abiootilised tegurid on prognoositud CO_2 kontsentratsiooni kasv atmosfääris, sademerežiimi muutused ning ekstreemsete ilmastiku- ja kliimanähtuste esinemise oht. Ilmast tingitud positiivsed mõjud eri põllumajandussektoritele on samuti enamasti seotud temperatuuriga. Siiski võib ilmneda teatud kasu seoses CO_2 kontsentratsiooni kasvuga, mis mõjutab taimede füsioloogiat, ja UV-kiirguse vähenemisega kõrgetel põhjalaiustel, mis suurendab biotõrjes kasutatavate mikroobsete pestitsiidide tõhusust ja konkurentsivõimet. Paljud taimekasvatuse probleemid mõjutaksid eelkõige loomasööda ja koresööda biomassi kaudu ka loomakasvatust.
Kliimamuutuse kõige olulisemateks mõjudeks võivad osutuda abiootiliste, aga ka biootiliste protsesside põhjustatud häiringud ja vapustused. Teisalt võivad keerulised ilmaolud luua uue ja võõra keskkonnaseisundi, mis on põllumajandustootmisele senitundmatu. Kliimateguritest tingitud saagi hävimine võib olenevalt pinnasest kohati varieeruda, aga üldiselt suureneb põllumajandustootjate haavatavus kehvema majandusliku konkurentsivõime tõttu.
Lisateavet Eesti kohanemisstrateegia, poliitika ja seotud teemade kohta leiab Euroopa kliimamuutustega kohanemist käsitlevalt veebilehelt (ingliskeelne):
http://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/estonia

2.2.2 Kliimaga seotud vahendid ja teenused

Eesti peamine kliimat käsitlev asutus on riigi ilmateenistus (http://www.ilmateenistus.ee/). Andmed on saadaval riigi tasandil. Riigi ilmateenistus avaldab andmeid ilmavaatluste, ilmastikunähtuste, kliimanormide ja rekordite kohta. Olenevalt jaamast registreeritakse umbes 20 näitajat: maksimum-, miinimum- ja keskmist temperatuuri, sademeid, suhtelist õhuniiskust, tuule kiirust ja suunda, maapinna temperatuuri jm.

2.2.3 Kohanemist käsitlevad projektid põllumajanduses

Kliimamuutustega kohanemist ruumilises planeerimises hinnati projektis „ASTRA – kliimamuutustega seotud poliitikate ja adaptsioonistrateegiate arendamine Baltimere regioonis“ (ingliskeelne veebileht: http://www.astra-project.org) aastatel 2005–2007. Projekti ASTRA peamine eesmärk oli hinnata globaalsete kliimamuutuste kohalikke mõjusid ning töötada välja kliimamuutustega kohanemise strateegiad ja poliitikasuunad. Eestist osalesid Tallinna ülikooli

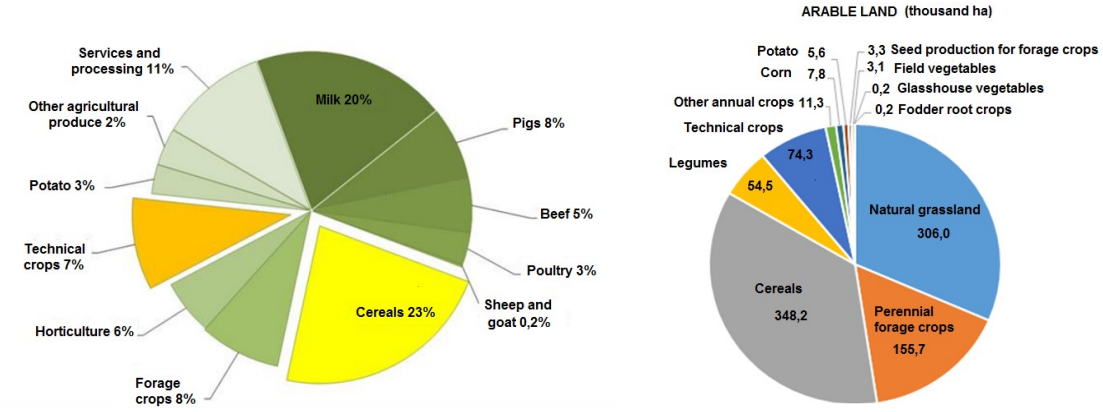
ökoloogia instituudi Tartu osakond ja Eesti geoloogiakeskus (EGK), koordinaator Are Kont, Tallinna ülikool, Eesti.
Aastatel 2010–2013 ellu viidud projektis BaltADAPT (ingliskeelne veebileht: http://www.baltadapt.eu) keskenduti Läänemere piirkonna kliimamuutustega kohanemise strateegia ja tegevusplaani väljatöötamisele fookusega merel ja rannikualadel. Eesti partnerit esindas Andres Kratovitš Tartu ülikooli Eesti mereinstituudist.
Projektis BaltCICA (ingliskeelne veebileht:http://www.baltcica.org), pealkirjaga „Kliimamuutuste mõju, nendega kohanemine ja kaasnevad kulutused Läänemere piirkonnas“ (2009–2012), keskenduti lähiajal ähvardavatele probleemidele, mida kliimamuutus Läänemere piirkonnas tõenäoliselt põhjustab. BaltCICA projektis tegelesid kohalikud ja piirkondlikud partnerid piirkondade ning omavalitsustega, et aidata neil muutuva kliimaga toime tulla. Eesti partnerit Eesti geoloogiakeskust (EGK) esindasid V. Petersell, S. Suuroja, T. All ja J. Kivisilla.
Projektis BalticClimate (http://balticclimate.org/ee), pealkirjaga „Kliimamuutusest tulenevad ülesanded ja võimalused kohalikul ja piirkondlikul tasandil Läänemere riikides“ (2009–2012), keskenduti peamiselt kõigi Läänemere piirkonna riikide väikeste ja keskmise suurusega linnade ning maapiirkondade arengu toetamisele. Üks projekti eesmärke oli kindlaks teha, kuidas kliimamuutus saab kliimamuutustega seotud teabe selgitamisel omavalitsuste ja piirkondade pikaajalistes strateegiates ja plaanides peale nende arengu takistamise ka võimalusi luua. Eesti partnerid olid Harju maavalitsus, Rapla maavalitsus, Harjumaa ühistranspordikeskus, Saku, Kehtna ja Kohila vald. Tööpaketi 5 kliimamuutuse Läänemere piirkonna kohalikuks ja piirkondlikuks kasutamiseks mõeldud IKT tööriista valmimist koordineeris Eestis P. Kuldna Stockholmi keskkonnainstituudi Tallinna keskusest (SEIT)/EE.
Projekti BaltClim (ingliskeelne veebileht: http://www.bef-de.org/index.php?id=52), pealkirjaga „Kliimamuutuste ärahoidmise ning nende leevendamise kohalikud ja regionaalsed strateegiad Balti riikides“ (2011–2013), eesmärk oli toetada keskkonnaministeeriume kliimamuutusega kohanemise strateegiate väljatöötamisel. Selleks koostati tegevuskava ja taustdokument, milles on toodud sihtriikides riiklike kohanemisstrateegiate koostamisel esineda võivad probleemid, takistused ja võimalikud tegevused. Eesti partnerid olid Balti keskkonnafoorum (BEF), mida esindasid L. Remmelgas ja S. Oisalu, ning keskkonnaministeerium, mida esindas R. Jakobi.
Põllumajandussektori kohanemisega tegelevate projektide nimekiri on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Eesti põllumajandussektori kohanemisega tegelevate projektide nimekiri.

Projekt	Põllumajandus -süsteem	Ulatus	Kontaktisik
PA1-RUP-018 „Agrometeoroloogilised prognoosid ja kokkuvõtted (01.01.2015−31.12.2018)“	Põllukultuurid	Riiklik	Jüri Kadaja
ES1106 „Euroopa põllumajanduse veekasutuse ja (varjatud) kaubanduse hinnang kliimamuutuse tingimustes (EURO-AGRIWAT) (18.04.2012−17.04.2016)“	Põllukultuurid	Riiklik	Jüri Kadaja
Eesti Põllukultuuride Innovatsiooniklaster	Põllukultuurid	Riiklik	Kaido Väljaots
616215780025 „Eesti tingimustesse sobivate sojaoa sortide viljelustehnoloogiate väljatöötamine kõrge valgusisaldusega seemne kasvatamiseks (02.02.2016−31.12.2017)“	Põllukultuurid	Riiklik	Lea Narits
PA1-RUP-011 „Agroökoloogiliste vahekultuuride kasutuselevõtmine tootmise tõhustamiseks ja mullaomaduste parandamiseks maheköögiviljade kasvatamisel (01.02.2015−31.01.2018)“	Põllukultuurid	Riiklik	Kalvi Tamm

2.2.4 Agroklimaatilised näitajad

Eesti põllumajandustööstuse toodangu väärtus (joonis 15) oli 2015. aastal 935,1 miljonit eurot, sellest moodustas põllukultuuride toodang 50% (Maanso, 2016). 2016. aastal kasvatati põllukultuure 673 000 hektaril, sellest rohkem kui poolel alal kasvatati teravilja. 2015. aastal kattis talinisu 28%, rukis 4%, suvioder 37% ja suvinisu 21% kogu teravilja all olevast pindalast. Rapsi- ja rüpsiseemet koristati 70 800 hektarilt ja kartulit 5800 hektarilt. Avamaaköögivilju kasvatati 3100 hektaril ja õunaistanduste pindala moodustas kõigi puuvilja- ja marjaistanduste pindalast peaaegu poole (6600 ha).



Joonis 15. Eesti põllumajandussektorite jaotus toodangu väärtuse järgi 2015. aastal (vasakul) ja põllumaa kasutus (1000 ha) Eestis 2016. aastal (paremal). Allikad: Statistikaamet, Lauringson, E., 2016.

2015. aastal oli Eestis veiseid 256 200, sellest piimalehmi 90 600. Sigu oli 304 500, lambaid ja kitsi 90 900 ning kodulinde 2,1 miljonit. Keskmine piimatoodang lehma kohta on aastate jooksul kasvanud - 2015. aastal oli see 8851 kg ja 2016. aastal 9294 kg.

2.2.4.1 PÕLLUKULTUURID

Järgnevates tabelites 4-7 sisalduvad andmed on saadud peamiselt nõupidamistelt eksperdikomiteega ja projekti BioClim vahearuandest (Kaasik *et al.*, 2015), kui pole eraldi viidatud.

Tabel 4. Eesti põllukultuuride agrokliimaatiline maatriks.

Põllu-kultuurid	Kliimaga seotud riskid	Kliimaga seotud võimalused
Kõik kultuurid	**Kõrgenenud temperatuur ja/või põud** (veepuudus) enne idanemist, võrsumist, pealoomist või seemnete valmimise ajal võib põhjustada otsest saagikuse või kvaliteedi kadu. **Liigne vesi** − pikemad sajuperioodid juulis ja augustis (koristuseelne aeg) võivad põhjustada suurt kvaliteedikadu. **Liigne vesi** − tugevad vihmad (pealoomise või seemnete valmimise ajal) võivad põhjustada lamandumist ja otsest saagikuse kadu ning võivad takistada mehhaniseeritud saagikoristust, kui maa on kogu koristuseelse aja liigniiske. **Kõrgenenud temperatuur ja/või põud** (veepuudus) enne pealoomist või seemnete valmimise ajal võib põhjustada otsest saagikuse või kvaliteedi kadu.	Potentsiaalne saagikus ja kvaliteet on paremad optimaalsetes tingimustes.

Talinisu	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega talvitumiskahjustusi, sealhulgas -haigusi. **Kõrgem talvine temperatuur** põhjustab lumikatte puudumist. Keskmised külmad (< –25 °C) võivad olla talvitumisel kriitilise tähtsusega. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Veepuudus** − veepuudus võrsumise ajal (kevadpõud pärast lume sulamist) võib põhjustada olulist saagikuse kadu.	Eelistatud kultuur rasketel (savi/lubi) muldadel (Older, 1999). Saagikus on kuni 10,5 t/ha. Temperatuuritõus võib parandada terade kvaliteeti, sest kuivemas kliimas on valgusisaldus suurem.
Talirukis	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega talvitumiskahjustusi, sealhulgas -haigusi. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Liigne vesi** − tugevad vihmad maist juulini (terade valmimise ajal) võivad põhjustada lamandumist ja otsest saagikuse kadu ning võivad takistada mehhaniseeritud saagikoristust, kui maa on kogu koristuseelse aja liigniiske. **Kõrgenenud temperatuur** − kuna rukis õitseb vara ja vegetatsiooniperioodi algus nihkub varasemale ajale, võib õitsemise ajal esineda kahjulike tagajärgedega hiliseid öökülmasid (**ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine**).	Rukis on talvekülmale kõige vastupidavam kultuur (–35 °C, välja arvatud teatud hübriidsordid) ja teiste teraviljadega võrreldes vähem tundlik mulla happesuse suhtes (Older, 1999). Eelistatud kultuur kergete muldade puhul, sest talvitumiskahjustused on raskete muldade korral suuremad (Older, 1999). (Saagikus kuni 10,4 t/ha) Potentsiaalse saagikuse tõus, kui keskmine temperatuur peaks tõusma. Varasem kevadine areng, kui vegetatsiooniperioodi algus nihkub varasemale ajale.
Talioder	**Kõrgem talvine temperatuur** põhjustab lumikatte puudumist. Kerged külmad (< –15 °C) võivad olla talvitumisel kriitilise tähtsusega. **Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega talvitumiskahjustusi, sealhulgas -haigusi. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Veepuudus** − veepuudus võrsumise ajal (kevadpõud) võib põhjustada olulist saagikuse kadu.	Hea saagikusega (kuni 12,5 t/ha), kuna saavutab küpsuse 7−8 päeva enne talinisu, on ta hea (varane) eelvili teistele talikultuuri-dele, et koristushooaega pikendada. Võrreldes suviodraga kvaliteetsem, mistõttu sobib suviodrast paremini õlle tootmiseks (Tõnisson, 1964). Kõrgenev temperatuur võib kaasa tuua kvaliteedi paranemise.

Taliraps	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega talvitumiskahjustusi, sealhulgas -haigusi. **Kõrgem talvine temperatuur** põhjustab lumikatte puudumist. Keskmised külmad (< –20 °C) võivad olla talvitumisel kriitilise tähtsusega. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine juunis ja juulis:** rahekahjustused (Paul, 2003).	Suvirapsist parem potentsiaalne saagikus, varasem koristamine, sobib koristusaja poolest paremini taliteraviljade eelviljaks. Eelistatud kultuur suure orgaanilise aine sisaldusega muldadel, aga ei sobi kergetele põuale vastuvõtlikele muldadele (Polna, 1964).
Talirüps	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega talvitumiskahjustusi, sealhulgas -haigusi. **Kõrgenenud temperatuur ja veepuudus** (põud), mis järgnevad kevadel pikale jahedale hooajale, võivad õitsemisfaasis põhjustada füsioloogilist viljatust ning selle tagajärjel saagikuse kadu (Paul, 2003). **Liigne vesi** (üleujutused) ja **ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** (rahekahjustused) võivad põhjustada taimede hävimist (Paul, 2003)	Võrreldes talirapsiga on talirüps talvele vastupidavam, tal on vähem kahjureid ja haigusi, ta õitseb ja valmib varem. Hea alternatiiv viljavaheldusel.
Suviraps	**Liigne vesi – sügisvihmad augustis ja septembris:** Koristus võib lükkuda hilisemaks. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine juunist septembrini:** rahekahjustused (Paul, 2003).	Saagikus kuni 4,2 t/ha. Ei ole ohtlikku talvitumisperioodi. Eelistatud kultuur suure orgaanilise aine sisaldusega muldadel, aga ei sobi kergetele põuale vastuvõtlikele muldadele (Polna, 1964).
Suvinisu	**Veepuudus** − sademeteta varakevad (lume sulamine) idanemise ja võrsumise ajal (kevadpõud) võib põhjustada olulist saagikuse kadu. **Kõrgem temperatuur ja veepuudus** (hiliskevade kuumalained) võrsumise ajal võivad tingida arengufaasi kiirema läbimise, nii et areneb vähem võrseid ning saagikus jääb võimalikust väiksemaks. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu.	Võrreldes suviodraga on suvinisu kvaliteetsem ja kõrgema hinnaga. Suvinisu idaneb varem kui teised suviteraviljad ja tema idandid on vastupidavad hilistele öökülmadele (–7...–9 °C) (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). Seetõttu võib külvikuupäev vegetatsiooniperioodi varasema alguse tõttu varasemaks nihkuda.

		Kasvab suurema potentsiaalse saagikusega sortide kasvatamise võimalus.
Suvioder	**Veepuudus** (sademete puudus) idanemise ajal aprilli lõpus ja mais (kevadpõud) võib põhjustada olulist saagikuse kadu. **Kõrgem temperatuur ja veepuudus** (hiliskevade kuumalained) võrsumise ajal (mai teine ja kolmas nädal) võivad tingida arengufaasi kiirema läbimise, nii et areneb vähem võrseid ning saagikus jääb potentsiaalsest väiksemaks. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** Suured hilised öökülmad (–7 °C) võivad kevadel kahjustada arenevaid idandeid, kuna need on nisu ja kaera idanditest vähem vastupidavad (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962).	Suvinisuga võrreldes on suvioder vähem vastuvõtlik haigustele ja tal on väiksem sisendite nõudlus (taimekaitsevahendid, väetised). Saagikus kuni 8,6 t/ha. Võrreldes teiste suviteraviljadega on suvioder kõige vähem tundlik jaheda vegetatsiooniperioodi alguse suhtes, kuigi tema idandid on hilistele öökülmadele (–4...–6 °C) vähem vastupidavad kui suvinisu idandid (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). Kõige varajasem põllukultuur, põuakindlaim ja võrsub paremini kui teised suviteraviljad, lisaks on suviodra potentsiaalne saagikus kuival suvel suurem kui nisul (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962).
Kaer	**Veepuudus** (sademete puudus) võrsumise ajal (kevadpõud) võib põhjustada olulist saagikuse kadu (Kaasik *et al*., 2015), eriti hilisema külvikuupäeva korral (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). **Kõrgem temperatuur** ja **veepuudus** (põuakahjustus) idanemise ajal ning 10−15 päeva enne pealoomist võivad põhjustada kuumakahjustusi (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). **Veepuudus** (hilinenud idanemine) või **liigne vesi** koristuseelsel ajal võivad põhjustada suurt kvaliteedi ja/või saagikuse kadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** − varajased –2…–4 °C külmad tekitavad piimküpsuse faasis külmakahjustusi pärast jahedat ja niisket aastaaega, mis on koristamise edasi lükanud (Brassovtseva ja Pihlaste, 1962). Kaera kasvutsükkel on loomulikult pikk (pikapäevataim), aga jahedal ja vihmasel suvel pikeneb see veelgi.	Orgaanilise teravilja tootmises peamine sissetulekuallikas. Suviodraga võrreldes on kaer vähem vastuvõtlik haigustele. Sobib kasvatamiseks peaaegu kõigil muldadel (välja arvatud liigniisked või läbikuivanud) ja mõõduka temperatuuriga niiske vegetatsiooniperioodi puhul (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). Idandid on tõenäoliselt vastupidavad kergetele hilistele külmadele (–3…–4 °C) (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962).

Põld-hernes	**Liigne vesi** − tugevad vihmad (pealoomise või seemnete valmimise ajal) võivad põhjustada lamandumist ja otsest saagikuse kadu ning võivad takistada mehhaniseeritud saagikoristust, kui maa on kogu koristuseelse aja liigniiske. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Veepuudus** − põldhernes (determinantsed sordid) on õitsemise ajal tundlik põua suhtes, mis võib põhjustada olulist saagikuse kadu (Older, 1999).	Põldhernes on haigustele vastupidavam kui põlduba. Hea eelvili taliteraviljadele (välja arvatud talirapsile). Saagikus kuni 6,8 t/ha.
Põlduba	Võrreldes põldhernega on põlduba haigustele vastuvõtlikum. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine juunis ja juulis:** rahekahjustused (Paul, 2003).	Ei lamandu enne koristamist, hea kultuur koristushooaja pikendamiseks.
Soja	**Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine juunis ja juulis:** rahekahjustused (Paul, 2003). **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu.	Soojadel muldadel heade tulevikuväljavaadetega kaunvili, arenguks vajalik temperatuur 10–11°C. Pikem vegetatsiooniperiood võib soja arengut soodustada. Eestis on juba praegu talu, kus kasvatatakse soja seemneks 9 hektaril. Hea turunduspotentsiaal, sobib hästi taimetoitlaste menüüsse.
Tatar	**Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** − idandid ja noored taimed on külmaõrnad, kahjustused tekivad temperatuuril −2...−5 °C (Eichenbaum, 1964). **Kõrgenenud temperatuur** (30…35 °C) ja **veepuudus** õitsemise ajal põhjustavad olulist saagikuse kadu (Eichenbaum, 1964). **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine juunis ja juulis:** rahekahjustused (Paul, 2003).	Indeterminantne, tänu suurele toiteväärtusele sobib hästi tervislikku (nt gluteenivaba) menüüsse. Kõrge arengukünnise tõttu (7...8 °C) vajab soojemat ilma (Eichenbaum, 1964). Eelistatud kultuur soojal ja niiskel suvel (Eichenbaum, 1964). Tatra kasvutsükkel on lühike, ta on hea kultuur viljavahelduseks ja koristushooaja pikendamiseks.
Kartul	**Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − teise paarumistüübi ilmnemine võimaldab kartuli lehemädaniku tekitajal (*P. infestans*) suguliselt paljuneda. Selle käigus tekivad vastupidavad oospoorid, mis jäävad põllumulda elujõulisena	Soojem vegetatsiooniperiood soodustab hiliste sortide arengut, samas kui varaste

	püsima. Kartul nakatub seetõttu juba juunis ja maksimaalse potentsiaalse saagikuse saavutamiseks tuleb pidevalt kasutada fungitsiide. **Liigne vesi / veepuudus** suvel on peamised saagikust mõjutavad tegurid, teised keskkonnategurid ja agrotehnoloogilised võtted ei suuda nende mõju kuigivõrd muuta (Saue, 2011). **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** − hilise ja varase külma tekitatud kahjustused (0...−2 °C) (Bessovtseva ja Pihlaste, 1962). Olulistes kliimategurites võivad avalduda piirkondlikud erinevused.	liikide jaoks pole tingimused sobivad, et realiseerida kogu saagikuse potentsiaal (Saue, 2011).
Maasikas	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega ja pakaseline ilm (< −20 °C) ilma lumikatteta **(kõrgem temperatuur)** võivad raskendada talvitumist. **Hiliste külmade** põhjustatud kahjustused kevadise õitsemise ajal võivad kaasa tuua olulise saagikuse kao. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. Kõrgem temperatuur ja kõikuv sademete hulk (**liigne vesi / veepuudus**) võivad põhjustada saagikuse ja kvaliteedi kadu.	Teised, soojema kliimaga (**kõrgem temperatuur ja pikem vegetatsiooniperiood**) kohastunud sordid. Külmakahjustused võivad mõjutada kahjurite talvitumisedukust.
Köögi-viljad	**Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** − suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Kõrgenenud temperatuur** ja **veepuudus** (põud) idanemise või valmimise ajal võivad põhjustada otsest saagikuse kadu või kvaliteedi halvenemist. Vastuvõtlik rahekahjustustele, mis põhjustavad kvaliteedi kadu (**ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine**). **Veepuudus** tekitaks kastmisvajaduse, mis suurendaks otsest tootmiskulu.	Pikem vegetatsiooniperiood võib köögiviljade arengut soodustada – **kõrgem temperatuur ja pikem vegetatsiooniperiood**. Pikem külmavaba periood ja kõrgem temperatuur võimaldavad kasvatada soojema kliimaga kohastunud kultuure (nt tomatit ja paprikat avamaal).

Lähitulevik (kuni aastani 2030)

Mudelite põhjal ei ole lähitulevikuks veel olulisi kliimatingimuste muutusi ette nähtud. Seega võime ennustada, et ilmastikunähtused järgivad ka edaspidi praegusi trende ja haavatavuses pole ette näha märkimisväärset muutust. Siiski võib ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemise risk mõnes kohas ootamatult probleemiks kujuneda. Kliimamuutuse positiivne tagajärg võib olla põllukultuuride saagikuse märgatav suurenemine.

2.2.4.2 PÜSIKULTUURID

Püsikultuuride puhul seostatakse kõige levinumaid kliimaga seotud riske (tabel 5) ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemise sagenemisega (madalrõhulohk, rahekahjustused, kuumastress). Need ilmastikunähtused toovad kaasa viljade kahjustumise ja kvaliteedi halvenemise. Kliimaga seotud võimalus on kasvatada soojema kliimaga kohastunud sorte.

Tabel 5. Eesti püsikultuuride agroklimaatiline maatriks

Püsi-kultuurid	Kliimaga seotud riskid	Kliimaga seotud võimalused
Viinapuu	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega taime puhkeperioodist väljumise, mille järel muutub see külmakahjustuste suhtes tundlikuks. **Kõrgem temperatuur** – kevade varasem algus võimaldab võrsetel arenema hakata ja see muudab taime hilistele külmadele vastuvõtlikuks. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** – rahekahjustused võivad põhjustada kvaliteedi kadu; otsest tootmiskulu suurendab vajadus kasutada katteid, mis kaitsevad rahe- ja talvekahjustuste eest. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** – suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Liigne vesi** ja nakkused (**kahjurite ja haiguste suurenenud arvukus**) võivad põhjustada marjade lõhenemist ning sellega kaasnevat kvaliteedi kadu.	**Kõrgem temperatuur** parandab kvaliteeti, suurendades suhkrusisaldust ja langetades happesuse soovituslikule tasemele. Suure potentsiaaliga kultuur, sest tõusev temperatuur muudab praegused veinitootmispiirkonnad liiga kuumaks ja põhjustab marjade liigset suhkrusisaldust, samas kui kuivade veinide tootmine nihkub põhja poole. Teised, soojema kliimaga (**kõrgem temperatuur ja pikem vegetatsiooniperiood**) kohastunud sordid (nt 'Riesling', 'Pinot Noir'). **Kõrgem temperatuur** võimaldab lauaviinamarju kasvatada välitingimustes (siiani ainult polüetüleenist tunnelites või kasvuhoonetes).
Õunapuu	**Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** – suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** – rahe- ja äikesekahjustused.	Kõrgem temperatuur võimaldab kasvatada soojema kliimaga kohastunud sorte (nt 'Royal Gala', 'Red Prince').
Mustikas	**Kõrgem temperatuur ja suurem sademete hulk novembrist märtsini** – väga muutlikud tingimused koos sooja- ja külmalainete ning vedelate sademete esinemisega talvel põhjustavad suure tõenäosusega taime puhkeperioodist väljumise, mille järel muutub see külmakahjustuste suhtes tundlikuks. **Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine** – vajadus kaitsva talvekatte järele suurendaks otsest tootmiskulu. **Suurenenud kahjurite ja haiguste arvukus** – suurem kahjurisurve ning uute kahjurite ja haigustekitajate avaldumine võivad põhjustada otsest või kaudset saagikadu.	Pikem vegetatsiooniperiood võimaldab kasvatada hiliseid sorte, mis suurendaks talvitumisedukust. Heade tulevikuväljavaadetega supermari, mille järele nõudlus üha kasvab ja mida on hea turustada.

Lähitulevik (kuni aastani 2030)

Püsikultuure võivad kõige rohkem kahjustada rahe ja äike. Samuti võivad olulisi kahjustusi põhjustada hilised öökülmad.
Lähitulevikus on viinamarjakasvatuse puhul oodata rohkem kliimaga seotud võimalusi kui riske. Praegu on marjade suhkrusisaldus veinitegemiseks liiga väike ja happesus liiga suur, kõrgem temperatuur võib kaasa tuua soovitud sisalduse. Samas tõenäoliselt sageneb kahjurite ja haiguste esinemine, mis suurendab vajadust kasutada pestitsiide.

2.2.4.3 LOOMAKASVATUS

Otsesed mõjud

Tänu võimalusele sisetingimustes mikrokliimat kontrollida on kliimamuutuse otsesed mõjud (tabel 6) maata ja intensiivsele loomakasvatussüsteemile (linnu- ja seakasvatus) väiksemad kui ekstensiivsele ja segatüüpi loomakasvatussüsteemile. Siiski on suuremad investeeringud vajalikud, et arendada jahutussüsteeme lautades. Samuti võib kuumastress pikema aja jooksul suurendada haigustele vastuvõtlikkust, vähendada sööda tarbimist, viljakust, piimatootmist ja kaaluiivet (Özkan *et al.*, 2016). Soojemad talved ja kevade varasem saabumine võimaldavad tõenäoliselt osal parasiitidel ja haigustekitajatel paremini elus püsida.

Tabel 6. Eesti loomade agroklimaatiline maatriks (otsesed mõjud)

Loomad	Kliimaga seotud riskid	Kliimaga seotud võimalused
Piimakari, lihakari, lambad, kitsed, sead, kodulinnud	**Suurenenud kasvuhoonegaaside, ammoniaagi ja lõhnade emissioon** Põud (**veepuudus**) − joogivee ja koresööda väiksem kättesaadavus. Suvel suureneb loomade kuumastress (**kõrgem temperatuur**) (Kaasik *et al.*, 2015) ja seetõttu on vaja jahutussüsteeme, mis kasvatavad otsest tootmiskulu. Kuumastressi tõttu (**kõrgem temperatuur**) väheneb sööda tarbimine, sigimine (nii isastel kui ka emastel), kasvukiirus, heaolu ja piimatoodang ning muutub piima koostis (väiksem valgu- ja rasvasisaldus, suurem somaatiliste rakkude arv).	**Kõrgem keskmine temperatuur** võimaldab ehitada odavamaid (isoleerimata) loomakasvatushooneid ja vähendab talvist küttekulu. Pikem vegetatsiooniperiood suurendab väetiste, sealhulgas sõnniku kasutamist ja vähendab seega vajadust sõnnikuhoidlate järele. Pikem vegetatsiooniperiood võimaldab varuda rohkem koresööta: saab teha enam niiteid, kuigi teise ja hilisemate niidete väärtus on väiksem kui esimesel niitel.
Vesiviljelus	Temperatuuristress (**kõrgem temperatuur**) ja põuaperioodid (**veepuudus**) võivad ammendada veeressursid.	Kõrgem talvine temperatuur suurendaks kalade talvitumisedukust ja tootlikkust. Mõõduka temperatuuriga kohastunud kalaliikide, nagu karpkala tootmise tulevikuväljavaated on paremad.

Kaudsed mõjud

Tabel 7. Eesti loomade agroklimaatiline maatriks (kaudsed mõjud)

Söödakultuurid	Kliimaga seotud riskid	Kliimaga seotud võimalused
Rohumaad	Kevadine põud (**veepuudus**) võib takistada heintaimede arengut.	Pikem vegetatsiooniperiood toob kaasa pikema karjatamisperioodi ja suurema koresöödakoguse.
Maisisilo	Mais on kasvuperioodi alguses tundlik madala temperatuuri suhtes ja pikk jahe aeg võib kasvu takistada (**ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine**), noored taimed taluvad kerget külma (–3 °) (Tääger, 1964). Vastuvõtlik liigniiskusele (**liigne vesi**), happelisele mullareaktsioonile (Tääger, 1964) ja varase külma tekitatud kahjustustele (**ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine**), mis toob kaasa koristushooaja lühenemise ja kvaliteedi halvenemise.	Suure energiasisaldusega silokultuur ja suur biomassi tootlikkus. Madalam arengukünnis 10–13 °C. Vegetatsiooniperioodi alguses on mais põuakindel (Tääger, 1964). Silomaisi kasvatamist soodustavad kõrgem keskmine temperatuur ja rohked sademed vegetatsiooniperioodi teises pooles.
Teraviljad ja valgurikkad taimed	Vaata tabel 4	Vaata tabel 4

Lähitulevik (kuni aastani 2030)

Kõrgem temperatuur, suurem sademete hulk ja vähenenud lumikate soodustavad loomakasvatuses traditsiooniliste meetodite kasutamist. Rohumaad võivad kevadel varem roheliseks muutuda ja sügisel hiljem kolletuda, kuid peavad sagedamini taluma pikemaid põudu. Põudade sagenemine võib suveperioodil loomakasvatust sööda nappuse tõttu raskendada. Kliimamuutus võib Põhja-Euroopa kliimapiirkonnas rohumaade tootlikkust suurendada. Hiljuti Põhja-Ameerikas tehtud uuringus hinnati, et 2100. aastaks pikeneb vegetatsiooniperiood viie nädala võrra ja rohumaade aastane tootlikkus kasvab 18% võrra (Hufkens *et al.*, 2016). Höglind *et al.* (2013) hindasid kliimamuutuse mõjusid lähitulevikus (2040–2065) võrreldes perioodiga 1960–1990 kahele heintaimeliigile – timutile (talvekindel) ja raiheinale (väiksem talvekindlus) – 14 kohas Põhja-Euroopas (Islandil, Skandinaavias, Balti riikides). Nad leidsid, et Põhja-Euroopa idaosa kuivemate tingimuste tõttu suureneb heintaimede saagikus seal vähem kui lääneosas. Saagikuse kasvuprognoosi (keskmiselt 11–14%) tingis peamiselt aasta jooksul tehtavate **niidete arvu**, mitte saagikuse suurenemine. Timuti talvekahjustuste risk Põhja-Euroopas tõenäoliselt väheneb, kuid rannikualadel kohati veidi kasvab jäätumisrisk ja sagenevad kevadkülmad. Samas uuringus prognoositi, erinevalt teistest kohtadest, Jokioinenis (Soome) ja Tartus **talviste külmakahjustuste riski** tõusu (lumikatteta päevade arvu suure vähenemise tõttu, mis jätab taimed külma eest kaitseta).

Põhja-Euroopas on probleem saastumine *Fusarium*'i mükotoksiinidega, eriti deoksünivalenooli (DON) ja zearalenooniga (ZEN), aga see sõltub siiski märkimisväärselt piirkondlikest kliimatingimustest. Liigniiskus, ekstreemne temperatuur, õhuniiskus, põuatingimused, putukakahjustused, maaviljelussüsteemid ja mõningad agronoomilised meetodid võivad põhjustada stressi ning määravad mükotoksiinidega saastatuse ulatuse. DONi ja ZENi tootvad *Fusarium spp.* on tavaliselt seotud jaheda ja vihmase kasvuhooajaga. Üldiselt võivad jaheda ja mõõduka kliimaga riikides temperatuuri tõustes probleemiks osutuda ka aflatoksiinid (Battilani *et al.*, 2016).

Kliimamuutuse tagajärjel võivad sageneda elektrikatkestusi põhjustavad tormid, kusjuures elektriliste automatiseerimisseadmete rikked võivad olla loomadele raskete tagajärgedega (Kaasik *et al.*, 2015). Soojema kliimaga seostatud nakkusi ja siirutajaid leitakse üha rohkem aladelt, kus neid varem pole kohatud.

2.2.5 Kasutatud kirjandus

Aruksaar, H., Liidemaa, H., Martin, I. Mürk, H. Nei, I., Põiklik, K. 1964. Üld- ja agrometeoroloogia. Koost. K. Põiklik, Eesti Raamat. 768 pp.

Battilani, P., Toscano, P., Van der Fels-Klerx, H.J., Moretti, A., Camardo Leggieri, M., Brera, C., Rortais, A., Goumperis, T., Robinson, T. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. Sci. Rep. 6 doi: 10.1038/srep24328.

Bessovtseva, A.; Pihlaste, L. 1962. Põllumajanduskultuuride kasvutingimuste agroklimaatiline iseloomustus (Agro-climatical characterization of the growing conditions of the agricultural crops). in: Eesti NSV agroklimaatiline teatmik, ed.: Ruubel, H. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 196 pp.

Eichenbaum, Ed. 1964. Tatar (Buckwheat). In: Taimekasvatus, ed. Tääger, A. Eesti Raamat, Tallinn, p. 181-193.

Hufkens, K., Keenan, T., Flanagan, L., Scott, R.L., Bernacchi, C.J., Joo, E., Brunsell, N., Verfaillie, J., Richardson, A. 2016. Productivity of North American grasslands is increased under future climate scenarios despite rising aridity. Nature Climate Change. doi: 10.1038/nclimate2942.

Höglind, M., Thorsen, S. M., Semenov, M. A. (2013). Assessing uncertainties in impact of climate change on grass production in Northern Europe using ensembles of global climate models. Agricultural and Forest Meteorology, 170, 103-113.

Kaasik, A., Kauer, K., Kruus, E., Lauringson, E., Leming, R., Mänd, M. 2015. Põllumajandus. in: Suškevič, et al. (ed.) BioClim: Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades. III vahearuanne, 30.06.2015. http://www.klab.ee/kohanemine/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/2016-04-07-BIOCLIM_Lopparuanne.pdf

Kaasik, A., Maasikmets A. 2013. Concentrations of airborne particulate matter, ammonia and carbon dioxide in large scale uninsulated loose housing cowsheds in Estonia. Biosystems Engineering, 114, 223–231.

Kallis, A.; Kull, A.; Roose, A.; Järvet, A.; Kriis, E.; Abroi, E.L.; Põdersalu, H.; Laas, I.; Võrno, I.; Jaagus, J.; Kriiska, K.; Eerme, K.; Lember, K.; Rannik, K.; Aidla, K.; Kaar, K.; Kaare, K.; Sakkeus, L.; Kaasik, M.; Mandel, M. ... Suursaar, Ü. (2014). Eesti Kuues Kliimaaruanne. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. Tallinn: -.260 pp, http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf

Keskkonnaministeerium, 2016. Kliimamuutuste mõjuga kohanemise arengukavas aastani 2030. http://www.envir.ee/sites/default/files/kliimamuutustega_kohanemise_arengukava_aastani_2030_0.pdf

Leming, R.; Aart, M.; Kaasik, A.; Karp, K.; Kauer, K.; Keres, I.; Kruus, E.; Lauringson, E.; Mandel, M.; Ots, M.; Põldma, P.; Saue, T.; Uustal, T., 2017. Expert consultations for the LIFE 2015: Sustainable adaptation of typical EU farming systems to climate change. Minutes of the meeting. EMU.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K. 2014. Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti “Eesti riikliku kliimamuutuste

mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine” lisana. Keskkonnaagentuur. 94 pp.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K. 2015. Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100. Lõpparuanne. Keskkonnaagentuur. 35 pp. http://www.klab.ee/kohanemine/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/2016-04-07-KAUR_Lopparuanne.pdf

Maanso, A. 2016. Põllumajandus/Agriculture. Eesti Statistika aastaraamat 2016/Statistical Yearbook of Estonia. p283-286.

Older, H. 1999. Teraviljakasvatuse käsiraamat (Handbook of cereal production). EV Põllumajandusministeerium, EMVI. 342 pp.

Paul, V.H. 2003. Raps. Krankheiten, Schädlinge, Schadpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer. 208 pp.

Polna, H. 1964. Suviraps (Summer rapeseed). In: Taimekasvatus, ed. Tääger, A. Eesti Raamat, Tallinn, p. 690-693.

Saue, T. 2015. Projekti “Kliimamuutuste mõju põllukultuuridele” lõpparuanne. ETKI, 8pp.

Tõnisson, H. 1964. Talioder (Winter barley). In: Taimekasvatus, ed. Tääger, A. Eesti Raamat, Tallinn, p. 102.

Tääger, A. 1964. Mais (Maize). In: Taimekasvatus, ed. Tääger, A. Eesti Raamat, Tallinn, p. 194-210.

Viru, B. (2014) Pikaajalised muutused vegetatsiooniperioodi algus- ja lõpukuupäevades ning kestuses Eestis perioodil 1951–2012. Bakalaureusetöö loodusgeograafias. TÜ Loodus- ja tehnoloogiateaduskond, Ökoloogia ja maateaduste instituut, Geograafia osakond. 35 lk.

Özkan, S.; Vitali, A.; Lacetera, N.; Amon, B.; Bannink, A.; Bartley, D. J.; Blanco-Penedo, I.; de Haas, Y.; Dufrasne, I.; Elliott, J.; Eory, V.; Fox, N. J.; Garnsworthy, P. C.; Gengler, N.; Hammami, H.; Kyriazakis, I.; Leclère, D.; Lessire, F.; Macleod, M.; Robinson, T. P.; Ruete, A.; Sandars, D. L.; Shrestha, S.; Stott, A. W.; Twardy, S.; Vanrobays, M.-L.; Vosough Ahmadii, B.; Weindl, I.; Wheelhouse, N.; Williams, A. G.; Wilson, A. J.; Østergaard, S.; Kipling, R. P. (2016): Challenges and priorities for modelling livestock health and pathogens in the context of climate change. Environmental Research, 151, 130-144 p.

3 Atlandi kliimapiirkond / Prantsusmaa

3.1 ÜLEVAADE

Isegi kui Prantsusmaa lõunaosa on vahemerelise kliimaga, on seal valdav Atlandi kliimapiirkonna mõju. Prantsusmaa olukord esindab Atlandi kliimapiirkonda küllaltki hästi, kuna selle regiooni põllumajandusettevõtetest ja kasutatavatest põllumajanduskõlvikutest (UAA) 50% asub Prantsusmaal. Sama kehtib loomakasvatuse kohta: kogu ELi loomühikutest 43% on Atlandi kliimapiirkonnas ja Atlandi kliimapiirkonna loomühikutest 39% on Prantsusmaal. Põllukultuuride kasvatamine on Prantsusmaal küllaltki mitmekesine. Kõige rohkem on seal põllumaad, mille osakaal UAA-st on 67%, järgnevad püsirohumaad (30% UAA-st) ja püsikultuurid (3% UAA-st). Vaatamata sellele, et veised moodustavad kõigist loomühikutest poole, on ka loomakasvatus Prantsusmaal küllaltki mitmekesine.

3.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES

3.2.1 Põllukultuurid

On tõestatud, et teraviljasaagikuse seisaku on Prantsusmaal põhjustanud kliimaga seotud mõjud, eriti põua ja kõrge temperatuuri sagedasem esinemine taimede kasvutsükli lõpus. Üldiselt piiravad kliimaga seotud riskid Prantsusmaa lõunaosas tugevalt põllukultuuride saagikust, samal ajal kui riigi põhjaosas võib saagikus suureneda ja tekkida võimalus uute kultuuride kasvatamiseks.
Lähitulevikus (2030. aasta paiku) intensiivistuvad täheldatud kliimatrendid ning süveneb saagikuse vähenemine taime kasvutsükli lõpus esineva kõrge temperatuuri ja veestressi tõttu.

3.2.2 Püsikultuurid

Püsikultuuride, näiteks viinamarjaistanduste ja puuviljaaedade puhul on kliimamuutuse tagajärjel toimuv fenoloogiliste etappide (õitsema hakkamine ja koristuskuupäev) varasemaks nihkumine hästi jälgitav ning põllumajandustootjad märkavad seda rohkem kui üheaastaste kultuuride puhul. Olenemata viinamarjasordist või Prantsusmaa piirkonnast toimub viinamarjade koristamine vähemalt kaks nädalat varem kui 1988. aastal. Tuleviku murekohad on veini kvaliteet ja võimalik kastmissüsteemidele üleminek Lõuna-Prantsusmaal.
Puuviljakasvatuses on kliimaga seotud riskid jaotunud kogu aastale (iga aastaaeg on mõjutatud): kõrge temperatuur kevadel ja suvel mõjutab saagikust ning viljade suurust, madal temperatuur talvel puhkeperioodi.
Kliima mõju puuviljaaedadele ja viinamarjaistandustele suureneb lähitulevikus (2030. aasta paiku), aga sellega on võimalik kohaneda tootmisviisi muutmise kaudu; kaugemas tulevikus (sajandi lõpp) on kohanemiseks vaja kasutusele võtta uusi sorte ja/või paremate kliimatingimustega kasvukohti.

3.2.3 Loomakasvatus

Kliimamuutuse otsesed mõjud on peamiselt seotud loomade tootlikkuse (piima või liha tootmine) vähenemisega kõrge temperatuuri ja kuumalainete tõttu. Kõrge temperatuur on probleem nii sise- kui ka välitingimustes (karjatamishooaeg).

Loomakasvatustalude puhul on olulisim kliimaga seotud risk kaudne mõju, mis avaldub söödakasvatusmaa saagikuse vähenemise tagajärjel. Nende talude kliimaga seotud probleemid olenevad söödakasvatusmaa liigist ja sellest, kas söödaks kasutatakse peamiselt maisisilo (või sorgosilo) või saadakse see põhiliselt rohumaadelt.
Lähitulevikus (2030. aasta paiku) on seega kliimamuutusega seotud muutused väikesed või pigem positiivsed ning kohanemiseks palju teha pole vaja. Siiski on Lõuna-Prantsusmaa loomakasvatussüsteemid ja -talud haavatavamad seoses söödatootmise muutlikkusega aastate lõikes.

4 Kesk-Euroopa kliimapiirkond / Saksamaa

4.1 ÜLEVAADE

ELi põllumajanduskõlvikutest umbes 35% asub kaheksat riiki hõlmavas Kesk-Euroopa kliimapiirkonnas. Sellest põllumajandusmaast ligi 27% asub Saksamaal. Seega saab põllumajanduse puhul vaadelda Saksamaad Kesk-Euroopa kliimapiirkonna esindajana. 2014. aastal oli 15,3% Saksamaa talude peamine tegevusala põllukultuuride tootmine, 6,1%-l püsikultuuride tootmine (viinamarja- ja puuviljakasvatus) ning 57,5%-l loomakasvatus. Ülejäänud 21,2% taludest olid peamiselt segatüüpi (16,3%) ja tegelesid aiandusega (4,9%). Segatüüpi talud on need, mille puhul ükski tootmissüsteem ei too sisse üle 50% kogutulust.

4.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES

4.2.1 Põllukultuurid

Nii Baden-Württembergi liidumaal kui ka kogu Saksamaal tekitavad põllukultuuride puhul suurimat riski kõrgem temperatuur, kuumastress ja liigne vesi (seente areng, koristusmasinate pääs põllule). Nende kliimaga seotud riskide mõju avaldub enamasti põllukultuuri saagikuse ja/või kvaliteedi halvenemises ning kahjurite arvukuse suurenemises. Mõnel juhul on kliimamuutusega seotud ka uued võimalused. Temperatuuri tõus võib kaasa tuua maisikasvatuspiirkonna laienemise, köögiviljade vegetatsiooniperioodi pikenemise ja kahjurite arvukuse kahanemise niiskes keskkonnas.
Ilmajaamaandmete analüüsidest ilmneb, et kevadise põua esinemine märtsis ja aprillis sageneb ning kuumastress talinisu õitsemise ajal suureneb. Kuna kliimaprojektsioonidest (2030. aasta paiku) nähtub, et aasta keskmine temperatuur tõuseb, suureneb kõrgema temperatuuriga seotud haavatavus ja Saksamaal paiguti ka liigse veega seotud haavatavus.

4.2.2 Püsikultuurid

Kõige levinumaid kliimaga seotud riske seostatakse ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemise sagenemisega, näiteks põhjustavad rahekahjustused ja kuumastress puuviljade kahjustumist ning kvaliteedi halvenemist. Kliimaga seotud võimalus on kasvatada mõlemal juhul soojema kliimaga kohastunud sorte. Viinamarjakasvatuses on enamik kliimariske seotud veini kvaliteediga ega mõjuta (või kui, siis väga vähe) viinapuid endid. Viinapuud tulevad kõrgema temperatuuri ja kuumastressiga küllaltki hästi toime. Saksamaalt Reini jõe piirkonnast pärit viinamarjasort ’Riesling’ vajab kvaliteetse veini saamiseks siiski jahedaid öid ja mõõdukat kliimat. Seda sorti mõjutab Saksamaal kliimamuutus kõige rohkem, eriti kõrgem temperatuur.
Lähitulevikus (2030. aasta paiku) kahjustab püsikultuure tõenäoliselt enim rahe, teisena hilised külmad. Baden-Württembergi liidumaal on tähtsuselt teine risk veepuudus, Elbe alamjooksul aga hilised külmad.

4.2.3 Loomakasvatus

Peamine otsene risk tuleneb kuumastressist, mis on põhjustatud õhutemperatuuri tõusust (piimakarja tootlikkuse vähenemine, sigade ja kodulindude suurem suremus). Söödataimede puhul põhjustab veepuudus vegetatiivse kasvu ajal väiksemat saagikust ja võib muuta püsirohumaa taimekooslust. Ka liigne vesi on igal juhul risk, sest võib takistada karjatamist ja

masinate ligipääsu. Kui liigse vee tõttu tuleb edasi lükata koristusaega, võib halveneda sööda kvaliteet.
Lähitulevikus (2030. aasta paiku) on vaja ladustada rohkem silo ja heina ning vähendada söödaratsioone, et kompenseerida ootamatut söödahulga kahanemist ajal, kui sööta ei ole võimalik koristada.

5 Lõuna-Euroopa kliimapiirkond / Hispaania

5.1 ÜLEVAADE

Hispaania põllumajandustoodang moodustab ELi toodangust 12,1%. Olulisimad põllumajandussektorid, mis moodustavad 50% riigi põllumajandustoodangust, on puu-, köögi- ja teraviljade tootmine ning viinamarjaistandused ja oliivisalud. Teravilja kasvatatakse kuni 40%-l Hispaania põllumajanduskõlvikutest ja kolmel neljandikul põllumaast. Teiste ELi riikide puhul vähemolulisi püsikultuure kasvatatakse umbes ühel kolmandikul põllumajandusmaast. Siiski ei ole need arvud proportsioonis nende alamsektorite majandusliku tähtsusega. Majanduslikult on tulusad kastetavad alad, eriti need, millel kasvatatakse köögivilju, tehnilisi kultuure ja teatud püsikultuure

5.2 KLIIMAMUUTUSTEGA KOHANEMISE PROBLEEMID PÕLLUMAJANDUSES

5.2.1 Põllukultuurid

Hispaania üks peamisi kultuure on teravili, millele avaldub märkimisväärne kliimamuutuse mõju vee- ja kuumastressi ning põua tõttu. ELi põllumajandustootmisega võrreldes on teraviljade tootlikkus tugevas seoses vee kättesaadavuse ja muldade sobivusega. Hispaania teraviljakasvatuses on valdavad taliteraviljad, mida ei kasteta ja mille saagikus on tunduvalt väiksem kui Kesk-Euroopas.
Lähitulevikus süvenevad eespool kirjeldatud kliimatrendid ja nende agronoomilised tagajärjed. Peamised üldised tagajärjed on saagikuse vähenemine, põllumajandustingimuste halvenemine ja põllumajanduseks sobivate alade kahanemine, mida enamasti põhjustavad kõrge temperatuur ja veestress. Väga olulised on ka ekstreemsed ilmastikunähtused, eriti põllumajandussüsteemide puhul, mille tootlikkus on väike ja ebaregulaarne (teraviljad, mida ei kasteta), ning neid kasutavate talude konkurentsivõime halveneb tõenäoliselt alla jätkusuutliku taseme. Mõne kastetava kultuuri tuleviku puhul on otsustav tegur vee kättesaadavus. Kliimamuutuse ja teiste seotud probleemide tagajärjel tekkival veepuudusel (teiste sektorite veenõudlus, riiklikud prioriteedid) on suur mõju

5.2.2 Püsikultuurid

Hispaanias on kõige suurem viinamarjaistanduste pindala – peaaegu 1,2 miljonit hektarit, mis moodustab kogu maailma istanduste pindalast 14%. Geograafiliste ja kliimatingimuste ning suure muutlikkuse tõttu aastate lõikes on tootmine siiski väga kõikuv. Praegu leidub nii traditsioonilisi istandusi, mida ei kasteta, kui ka uusi kastetavaid istandusi (viimase 15 aasta jooksul on nende pindala kasvanud 40%). Kastetavate istandustega kaasnevad keskkonnaprobleemid, nagu põhjavee ülekasutamine ja pinnase sooldumine, mis esinevad ka tulevikus aladel, kus kliima muutub ja viinamarjaistandusi kastetakse.
Lähituleviku ainuke positiivne arengusuund on see, et 2050. aastaks saavutavad Vahemere piirkonna mäestikud veinitootmiseks sobiva Huglini indeksi (GDD-ga sarnane mõiste) väärtuse ja mõnes põhjapoolsemas puuviljakasvatuspiirkonnas saab hakata kasvatama uusi liike, mis praegu ei sobi liiga madala temperatuuri tõttu. Kõige halvem on olukord hiljuti poolkuivadesse piirkondadesse rajatud puuviljaaedades ja viinamarjaistandustes, mis vajavad investeeringuid kastmissüsteemidesse, et saavutada konkurentsivõimeline saagikus. Sobivate kasvutingimuste kadumine (talve kadumine, kõrge temperatuur viljade valmimise ajal jne) ja veepuudus võivad

tulevikus muuta need uued põllumajandusalad ebasobivaks ajal, kui need peaksid saavutama suurema tootlikkuse.

5.2.3 Loomakasvatus

Loomakasvatus moodustab riigi põllumajandustootmisest 40% ja kasutusel on mitmekesine valik loomakasvatussüsteeme. Umbes 30% riigi pindalast (50 mln ha) on põllumajanduslikus kasutuses.
Kliimamuutuse mõju loomakasvatussektorile on keeruline, kuna tootmissüsteemid on mitmekesised ja mõjutegureid (vee kättesaadavus, mullastik, põllumajandustootmine) on palju.