

# EESTI KESKKONNAKASUTUSE VÄLISMÕJUDE RAHASSE HINDAMISE ANALÜÜS, I ETAPP

LISA 10 CO<sub>2</sub> – analüüs Eesti kasvuhoonegaaside heitest Eestis põhjustatud keskkonnamõju kvantitatiivse hindamise ja rahalise väärtuse arvestamise võimalikkusest DPSIR-kontseptsiooni arvestava meetoodika abil

Autorid:

Antti Roose  
Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ  
(Tartu Regiooni Energiaagentuur)

Vastutav täitja: Toomas Pallo, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ

1. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise eest vastutav ametnik:  
Keskkonnaministeeriumi keskkonnakorralduse osakonna  
nõunik Aire Rihe  
(tel. 626 2983, e-post: [aire.rihe@envir.ee](mailto:aire.rihe@envir.ee))

2. Projektijuht:  
Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ  
(tel 611 7692, e-post: [katrinv@environment.ee](mailto:katrinv@environment.ee))

3. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüsi I etapi finantseerimine:



KIK 2015. aasta Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammi keskkonnakorralduse programmi eelarvest, projekti nimetus „Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüs.“

Koostaja ja toimetaja: Anne Aan, Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ  
Korrektuur: OÜ Avatar  
Kujundus: Lemmikmeedium OÜ



# SISUKORD

SISUKORD.....	3
SISSEJUHATUS.....	4
CO <sub>2</sub> ja teiste KASVUHOONEGAASIDE HEITE KESKKONNAMÕJU HINDAMISEST.....	5
1 Taust ja mõjude hindamise meetodika.....	5
2 Rahalise väärtuse hindamise meetodika.....	10
3 Seisund.....	12
4 Surve.....	12
5 Mõju elusloodusele.....	15
6 Mõju inimesele.....	16
7 Kokkuvõtte CO <sub>2</sub> hindamisest.....	17
Kasutatud taustamaterjalid.....	19

## SISSEJUHATUS

Selles osas käsitletakse CO<sub>2</sub> ja laiemalt kasvuhoonegaaside (edaspidi – KHG) heite välismõjusid. Erinevalt teistest välismõju hindamise teemadest, milles põhjus-tagajärg seos avaldub kohalikus või piirkondlikus mõjuväljas ja -ahelas, on kasvuhooneefekti ja kliimamuutuse puhul tegemist üleilmse protsessiga, millesse Eesti n-ö panustab oma suhteliselt suure KHG heitega. Rahvusvaheliselt ja kliimadiplomaatias käsitletakse kliimamuutuste leevendamist ehk heite vähendamist kui kliimamuutustega kohanemist üleilmses solidaarsuses ja vastutuses, kuivõrd kliimaprotsesse EI saa juhtida ega mõjutada kontinentaalselt või riiklikult. Samas rakendatakse leevendamispoliitikat KHG vähendamiseks riikide ühendustes, Eesti puhul Euroopa Liidus, ja riiklikult.

Töö lähteülesanne CO<sub>2</sub> välismõjude hindamise osas nägi ette olemasolevatele uuringutele ja meetodikatele tuginevat Eesti CO<sub>2</sub> emissioonide (edaspidi: heide) keskkonnamõjude kirjeldamist ja nende kvantitatiivset suuruste hindamist, st Eesti heite poolt Eestis otsest keskkonnamõju tekitavate põhjuste ja tagajärgede seoseid ning selle uurimiseks kasutatavat meetodikat, mõjude suurust ja avaldumise tõenäolisi perioode. Paraku ei ole kliimamuutuse mõjud, sh välismõjud, mitte mingis seoses antud geograafilise piirkonna või riigi heitekogustega ehk siis üksiti ja eraldi käsitletud Eesti KHG heite kliimamõjude kvantitatiivne määratlemine Eesti territooriumil ja merealadel pole võimalik (lähteülesande tingimus). Nii KHG inventuuri, leevendamis- ja kohanemistegevuste osas järgib Eesti ÜRO kliimamuutuse raamkonventsiooni ning viib ellu eesrindlikku EL kliimapoliitikat.

Samuti jätab lähteülesanne mõneti lahtiseks, kas eesmärgiks on seatud kõigi kliimakonventsioonis inventeeritavate KHGde arvestus või saab hindamisel piirduda energiakasutuses tekkiva CO<sub>2</sub> heitega, mis on Eesti heite arvestuses massiivselt otsustav.

Alljärgnevas osas on esitatud mõjude hindamise üldtunnustatud meetodid ja erisused võrreldes teiste keskkonnakasutustega, samuti KHG hinnastamise põhimõtted ja esinduslikud näited. Ülevaاتlikult on välja toodud nii KHG inventuuri üldistused ja suundumused kui ka kliimamuutuste olulised mõjud Eestis. Lisas on toodud nii EL kui ka maailma KHG hinnastamise ja maksustamise aluseid, mis määratlevad kokkuleppelises standardis, KHG heiteinventuuri ja normide alusel ning globaalsetes ja regionaalsetes kahjufunktsioonides (vs. majandusvõimekustes) CO<sub>2</sub> ühiskondlikku hinda (*social cost*). Solidaarsuspõhimõtte kohaselt on kliimapoliitikas jagatud KHG heite vähendamise jõupingutused vastavalt SKT tasemele, vähendamiseefektile ja kulutõhususele ning vastavalt ka kohaldatud survestavaid või ergutavaid majandusmeetmeid, sh KHG maksustamist.

# CO<sub>2</sub> JA TEISTE KASVUHOONEGAASIDE HEITE KESKKONNAMÕJU HINDAMISEST

## ➡ Kokkuvõte CO<sub>2</sub> hindamisest

*Kasvuhoonegaaside heite mõjud avalduvad üleilmselt kasvuhooneefektis. Kasvuhoonegaaside heide on Eestis 2013.–2014. a seoses majanduskasvuga mõneti kasvanud, seejuures maakasutuslik sidumine on järjest vähenenud ning lähenemas nullile. Globaalsed kiirgustingimused ning atmosfääriprotsessid on juba muutnud Eesti kliimat, mis on tõstnud Eesti ühiskonna ja ökosüsteemide haavatavust. Kasvuhoonegaaside heidet põhjustavatel tegevustel, eelkõige fossiilkütustel põhineval energiakasutusel on oluliselt teravnev ja kasvavalt negatiivne välismõju ka Eestile, mis avaldub tormi- ja üleujutuskahjudena ning negatiivsete tervisemõjude ja liigsuremusena eeskätt suvistes kuumalainetes. Teisalt on Eesti nii kliimamuutuste mõjude esinemiselt kui ka intensiivsusest üks vähem haavatavaid paiku Euroopas ja maailmas, kus on võimalikud ka positiivsed mõjud, näiteks produktiivsem põllumajandus ja metsandus, soojusenergia tarbimise vähenemine ja suveturismi kasv.*

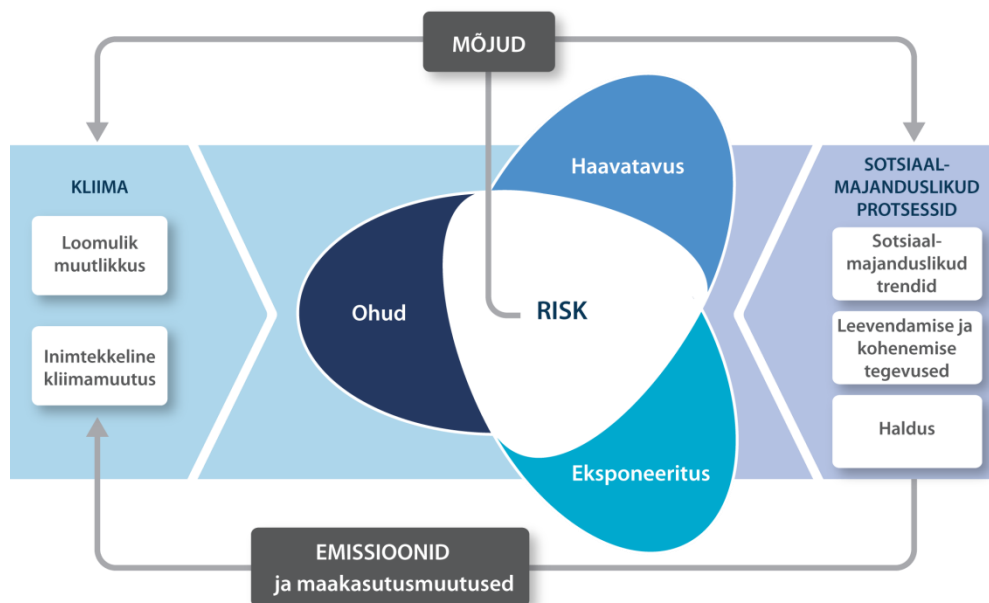
## 1 Taust ja mõjude hindamise metoodika

Süsinikuheide on vältimatu kaasnähtus inimtegevuses, sh tootmistegevuses ja põletamisprotsessides. Ühiskondliku ja majanduskasu negatiivsed kõrvalmõjud avalduvad kasvuhooneefektis ehk siis globaalsed kiirgustingimused ning atmosfääriprotsessid muudavad piirkondlikku kliimat, muutes ühiskonna ja ökosüsteemi haavatavaks. Tegevustel, millega kaasneb kasvuhoonegaaside (edaspidi – KHG) heide, on oluliselt teravnev ja kasvav negatiivne välismõju (IPCC 2014).

Kliimamuutusi saab leevendada, vähendades kasvuhoonegaaside heitkoguseid, kuid vältimatult tuleb kliimamuutustega ka kohaneda. Nii leevendamispoliitika kui ka kohanemispoliitika vajavad üleilmset ja rahvusvahelist rakendamist ÜRO kliimamuutuse raamkonventsiooni (UNFCCC, Eesti Vabariigi poolt ratifitseeritud 1994. aastal<sup>1</sup>) kohaselt, kuigi meetmed ise sõltuvad riiklikust panustamisest ja võimalustest nende kulutõhusaks elluviimiseks. Ka Euroopa Liidu kliima- ja energiapoliitika lähtub ühelt poolt subsidiaarsuse põhimõttest ja teiselt poolt solidaarsusest, mille kohaselt jagatakse heite vähendamise jõupingutused vastavalt SKT tasemele, vähendamiseefektile ja kulutõhususele.

---

<sup>1</sup> <https://www.riigiteataja.ee/akt/13101704>



**Joonis 1.** IPCC kliimarisikide, mõjude ja ühiskonnaseoste põhimõtteskeem (IPCC 2012)

Kliimamuutuse mõjude hindamisel rakendatakse enamasti riskihindamise meetodikaid, milles kategoriseeritakse mõjud riskide tõenäosusliku esinemise ja ühiskonna haavatavuse alusel (joonis 1 ja IPCC 2014). Seejuures on kliimaprotsesside ja nende mõjude viibeaegu ning kliimapoliitika perspektiivi kuni aastani 2050 käsitledes oluline arvestada pikale prognoosile iseloomulikke usalduspiire ja tõenäosuslikkust. See annab võimaluse suhteliselt suuremaks lõtkuks nii hindamise kui ka elluviimise hindamise meetodikates. **Tabelis 1** on esitatud kliimarisiki meetodika võrdlus DPSIRi meetodikaga. Riskihindamise meetodikad, näiteks *ClimateXChange* ja Ühendkuningriigi ASC (Adaptation Sub-Committee) meetodika, põhinevad mõjutatuse, eksponeerituse ja haavatavuse muutustel, mis väljendavad ühtlasi kohanemist ega tarvitse olla üldse otseses (ajalis-ruumilises) seoses survestatavate kliimanäitajatega. DPSIR meetodikas toimub tagasisidestamine ja kohanemistsükkel põhiliselt (vastu)meetmete (R) ja/või vallapäästvate tegurite (D) muutmise või iseenesliku muutumise kaudu. Arvestada tuleb ka rahvusvahelise kliimapoliitika pikaajalisust nagu ka selle aluseks olevate analüüside ja tõendite meetodilist stabiilsust ja usaldusväärsust (kokku leppimise ja muutumise kohmakust).

**Tabel 1.** DPSIRi ja riskihindamise meetodite võrdlus indikaatorikomponentide alusel (ASC 2012; Martin and Moss 2013)

CXC ClimateXChange	CXC ja ASC indikaatorid	DPSIR
Kliimamuutus	Riskiindikaatorid	Vallapäästev jõud
Ekspositsioon Haavatavus		Surve
Mõju	Mõjuindikaatorid	Seisund
Meede/tegevus	Tegevusindikaatorid	Mõju
		Meede

KHG heite reguleerimine on Eestis toimunud ÜRO kliimamuutuse raamkonventsiooni (UNFCCC) ja Kyoto protokollil alusel ning ELi õiguse ja kliimapoliitika kohaselt. Eesti ratifitseeris UNFCCC 1994. a, Kyoto protokollil 2002. a ning kõige värskemana Pariisi kliimakokkuleppe 2016. aastal. 2017. aasta aprillis kehtestatud kliimapoliitika põhialused väljendavad KHG heite vähendamist ligikaudu –70% 2030. aastaks

ja ligikaudu –80% 2050. aastaks, võrreldes baasaastaga 1990. Selle saavutamiseks on rakendamisel terve rida majandus- ja keskkonnameetmeid: EL KHG heitkogustega kauplemise süsteem ETS ja jõupingutuste jagamise süsteem, taastuenergia regulatsioon ja toetused, energiatõhususe ja hoonete regulatsioon ja toetused, ökodisain ja energiamärgised, ressursitõhususe meetmed, elektrienergia ja kütuste aktsiisid, keskkonnatasud, säästva metsanduse põhimõtted, põllumajanduse keskkonnatoetused jne. Sel viisil on kliimapoliitika horisontaalseks teemaks madala süsinikuheitega ühiskonna (*low carbon economy*) edendamisel. Liikumapanevateks jõududeks (*driver*) või päästikuks (*trigger*) on majandusvaldkonnad ja tarbimine, eeskätt energeetika, tööstus, elamumajandus, transport, jäätmemajandus, metsandus ja maakasutus, aga ka looduslikud protsessid ja kliimasüsteem ise.

KHG vähendamise meetmed on loetletud lisa 11 faili *DPSIR3* töölehel. Kliimapoliitika eduka rakendamise tulemusena väheneb KHG heitkogus ning koos sellega paraneb energiatõhusus ja väga olulisena keskkonnaseisundis õhukvaliteet, samuti väheneb energiakandjate import, mis omakorda mõjutab riigi makromajandust ja kaubandusbilanssi. Kliimapoliitika elluviimist mõõdetakse mitmete makronäitajatega, näiteks KHG heide tonnides inimese kohta, energiakasutuse CO<sub>2</sub> heide inimese kohta, energiakasutuse CO<sub>2</sub> heide energiatarbimise (toe) kohta, taastuenergia osakaal energiatarbimises jne.

**Kliimamuutuste keskkonnamõjude põhjuslike seoste kirjeldamine**, mõju määrade ning tõenäosuse hindamine toimub tavaliselt kolmes etapis:

- ühekordsed ja sündmusepõhised keskkonnamõjud;
- struktuursed keskkonnamuutused (näiteks ökosüsteemi struktuuri ja funktsioonide muutus);
- ühiskonna kohanemine muutustega (Niemeijer ja de Groot 2008).

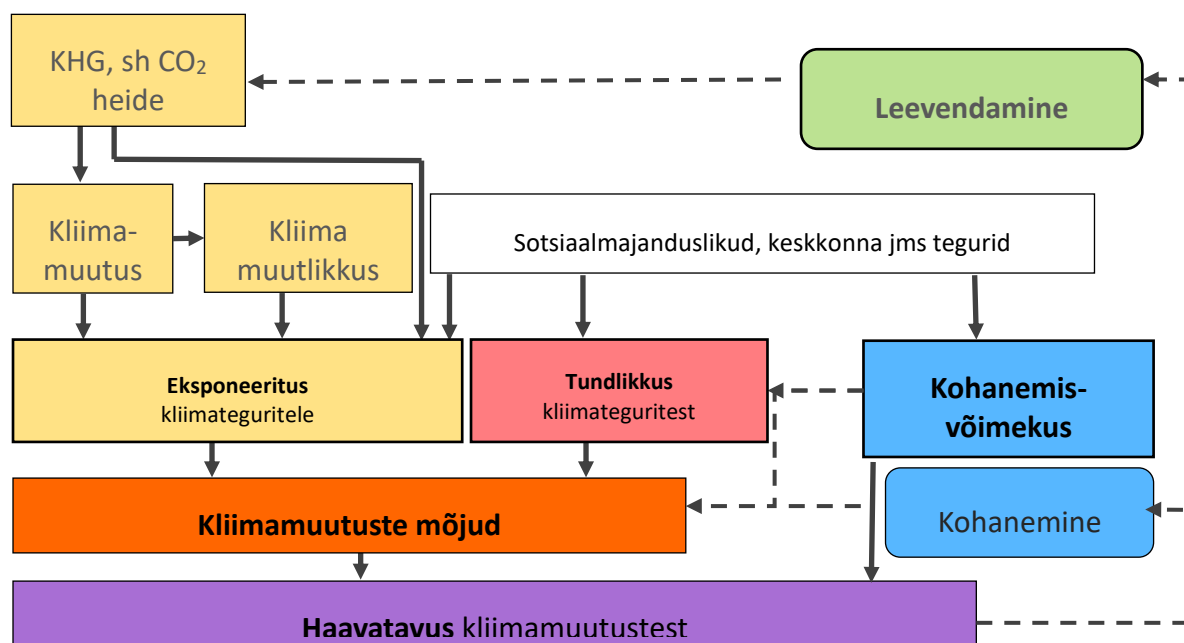
**Lähteülesande püstitus, millised on Eesti KHG heite mõjud Eestis, pole kliimamuutuse kui globaalprotsessi tõttu riiklikes või ka kohalikes põhjuslikes seostes teostatav.** Nii inimtekkelisest KHG heitest võimendatud kasvuhoooneefekt kui ka viimastel kümnenditel kiirenenud kliimamuutus on olemuslikult ja põhimõtteliselt üleilmne protsess, mis kätkeb Maad kui planeeti tervikuna. Kliimamuutusel on küll piirkondlikud tagajärjed, kuid need ei ole mitte kuidagi põhjuslikus seoses antud piirkonna KHG heitkoguste ega süsinikuvoogudega. Teatavaid üldistusi tehti ka heite inventuuride esitamisel, vältimaks väiksema usaldusväarsusega detailide ülevõimendamist fossiilkütuste energiakasutuse ning põlevkivienergeetika ja -tööstusega seotud CO<sub>2</sub> heiteinventuuri arvelt.

**Kliimamuutuste mõjude hindamise metodoloogia** seostab kliima-, keskkonna- ja inimtegevuse/olemise tegureid. Mõjude olulisus ja teravus ei sõltu ainult kliimateguri ja selle mõju erakorrallisusest, vaid mõju avaldumisest inimestele, ühiskonnale ja ökosüsteemidele ning nende haavatavusest. Kliimamuutustega kohanemine sõltub suuresti vaadeldava süsteemi – näiteks linna või ökosüsteemi kui kompleksse süsteemi – haavatavusest.

Haavatavus sõltub **eksponeeritusest, tundlikkusest ja kohanemisvõimest**, kus eksponeeritus on viis, ulatus ja sagedus, kuidas süsteem puutub kokku kliimateguritega, tundlikkus on määr, kui palju kliimastressorid vaadeldavat süsteemi mõjutavad ning kohanemisvõime on süsteemi potentsiaal kliimamuutustega toimetulekuks (**joonis 2**). Tundlikkuse all mõistakse inimesi, inimloodud vara ehk ehitisi ja infrastruktuure, bioloogilisi liike ja ökosüsteeme (IPCC 2014). Kokkupuude või ka eksponeeritus ja tundlikkus üheskoos määravad ära kliimamuutuse võimaliku mõju süsteemile. Riigi või selle piirkonna potentsiaali kliimamuutuse mõjuga toimetulekuks kirjeldab selle kohanemisvõime. Kõik eelnimetatud tegurid kokku määravad haavatavuse kliimamuutuste suhtes.

Kuigi Eestis pole kliimamuutused nii äärmuslikud kui paljudes teistes maailma riikides, on oodata õhutemperatuuri tõusu (Eestis kiirem kui maailmas keskmiselt, juba +2 °C), sellest tulenevalt jää- ja lumikatte vähenemist, kuuma- ja põuaperioodide sagenemist ja pikenedamist, sademete hulga suurenemist, eriti talveperioodil, talvetormide sagenemist, muutusi taimekasvus, võõrliikide ja haigustekitajate levikut, hooajalist energiatarbimise muutust, inimeste terviseprobleemide sagenemist, üleujutusi ja jõgede äravoolu suurenemist, jõgede kaldaerosiooni, vajadust hoonete ümberpaigutamiseks, kaevandusvete pumpamismahu suurenemist, merepinna tõusu ja sellest tulenevat

kaldaerosiooni, ohtu kaldarajatistele, ehitusriskide võimendumist, tormiriske taristule, ehitistele ja inimestele (Keskkonnaministeerium 2016). Süsteemid vajavad mitte ainult uusi standardeid ja riskiennetust, vaid ka süsteemide „stressi“, pingetaluvuse teste ja neis nõrgimate lülide tuvastamist.

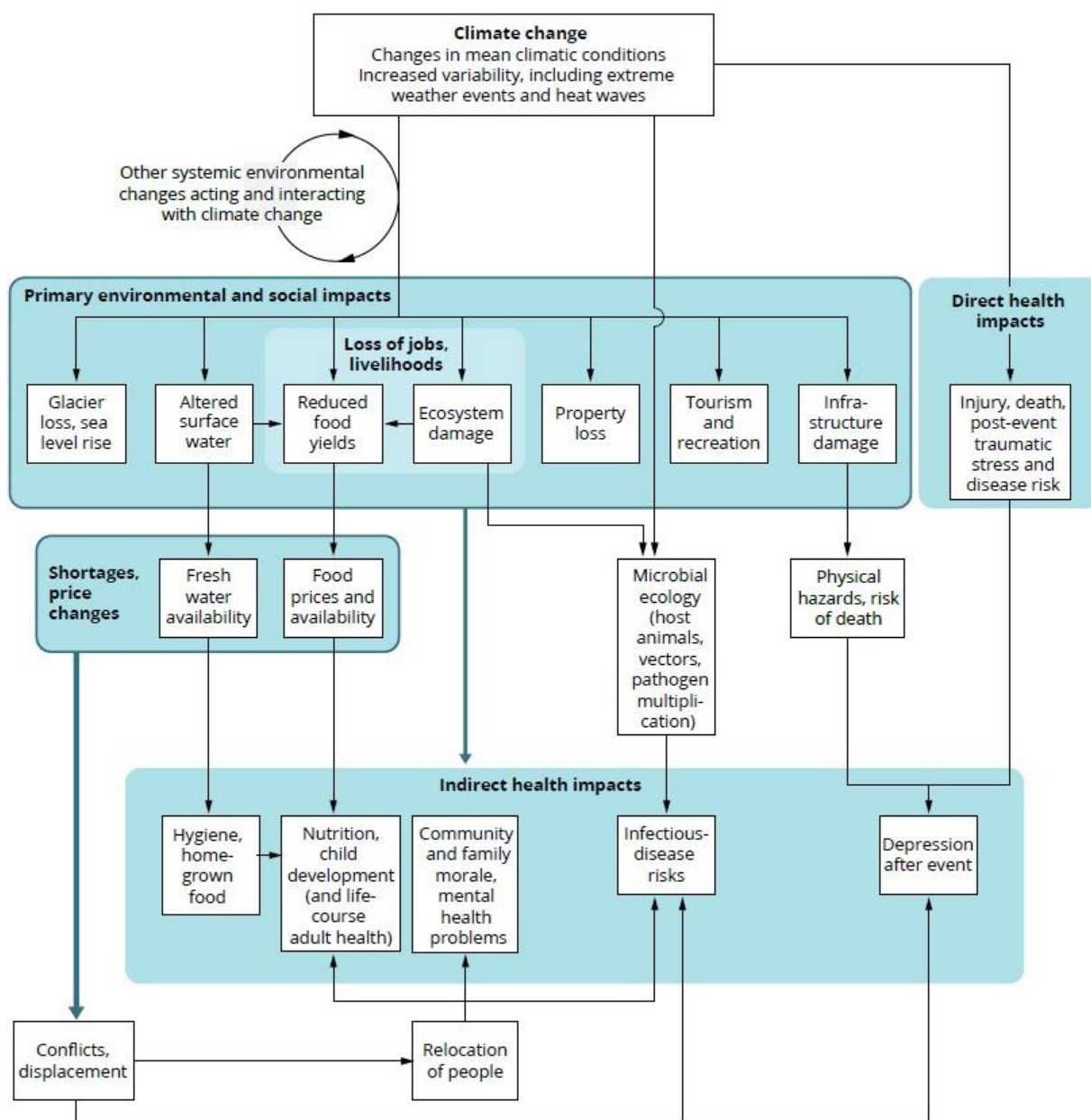


Joonis 2. Kliimamuutuste mõjude hindamise raamistik (Füssel and Klein 2006 järgi)

Tulenevalt sellest on kliimamuutused keskkonnakorralduses olnud kiiresti tõusev ja meetodiliselt uuenev teema. Kliimamuutus nii otsese kui ka kaudse tegurina põhjustab välismõjude avaldumist, teravnemist ja võimendumist seostatuna teiste keskkonnakasutuse valdkondadega. Kliimamuutused avaldavad mõju kõigile keskkonnakasutuse valdkondadele, kusjuures põhjuslikud seosed ja mõjuahelad päästik- asjaoludest seisundi ja mõjuni on keerukad, kompleksed ning üldiselt ka tasahilju täienevad ja pikaajalised, n-ö viitsütikuga pommid. Füüsikalise-keemilised mõjud, näiteks üleujutused ja kuumalained, metsapõlengud ja liikide hävinemine, näiteks liigniiskuse või põua tõttu, võivad avalduda kohe ja kiiresti või vastupidi avalduda eutrofeerumise protsessides ja veereostuses pikemaajaliselt ja kuhjuvalt. Seetõttu hinnatakse seoste esinemist tõenäosuslikult, rakendades hindamismetoodikat täistsüklis liikumapanevast jõust, KHG heitest ja temperatuuritõusust või erakorraliste ilmaolude sagenemisest kuni kohanemismeetmeni. Sageli tuleb ka kvalitatiiivsetes hinnangutes leppida üsna madala hindamistäpsuse ja suure määramatusega. Seetõttu koheldakse mõjusid juriidilises ja majanduspraktikas sageli vääramatu jõuna.



Andmete osas on mõneti probleemiks kliimateaduse füüsikaline konservatiivsus (mõõtmisstandardid, mis on jäide, mis on kuumalaine jne). See asjaolu ei võimalda indikaatorlikult väljendada näiteks lühiajalisi erakordseid ilmastikunähtusi, millel on ometi suurenev tervise- ja majandusmõju. Kuhjuvate pikaajaliste kliimamuutuste käsitlemisel on probleemiks globaalsete ja regionaalsete prognoosmudelite kohaldamine Eesti territooriumile (mis on küll väike, aga suurte erinevustega). Pealegi on suur osa kliimamuutuste mõjust ära määratud mitte keskmiste, vaid erakorraliste sündmuste esinemissageduse muutustest – seda kliimamudelid ei väljenda.



**Joonis 3** Kliimamuutuse mõjuahelad inimtervisele (McMichael 2013)

Kuivõrd mitmetahuline on kliimamõju inimtervisele, seda ka läbi teisest keskkonna- ja sotsiaalsete tegurite, on esitatud **joonisel 3** (esitatud erandlikult inglise keeles, kuna annab lisaks seostele ülevaate ka ingliskeelsest terminoloogiast ja kuna joonise eesmärk on eelkõige anda ülevaate süsteemi kaasatud elementide paljususest). Eestit puudutavates inimtervise mõjude hinnangutes on kirjeldavalt ja

oletuslikult võetud arvesse teiste, kliimamuutuste väliste tegurite rolli, mis avalduvad enamasti kaudselt. Eesti uuringud ega antud käsitlus ei hõlma seda põhimõttejoonist täies ranguses ega kõigis mõjuahelates, vaid keskenduvad olulistele ja suurenevatele terviseriskidele Eestis (Tartu Ülikool 2016). Eesti puhul tuleb tervisemõjude juures arvesse võtta ühiskonna üleminekuid, mis jätkub ja avaldub nn heaoluühiskonnastumise foonil vastuoluliselt.

**Kuivõrd oli projekti lähteülesande oluliseks küsimuseks kohaliku mõjuahela selgitamine, siis olgu selgitatud ka CO<sub>2</sub> heite ainus kohalik mõjuahel – nn Jacobsoni efekt.** USA Stanfordi ülikooli professori Mark Jacobsoni väitel võib teatavates atmosfääritingimustes tekkida kohalik kõrgema CO<sub>2</sub> sisaldusega õhulont, mistõttu võib tõusta nii maapinnalähedase osooni kontsentratsioon kui ka peenosakeste sisaldus (Jacobson 2008). Kohalikku CO<sub>2</sub> mõju on uuritud üksikutes USA ja Hiina suurlinnastutes, tegemist on marginaalse uurimissuunaga, mis pole kliimateaduslikku ega kliimapoliitilist tähelepanu pälvinud. Ehkki Eesti riiklikus seireprogrammis CO<sub>2</sub> sisaldust linnade välisõhus ei mõõdeta, võib analoogsete näidete varal väita, et näiteks Tallinna või Narva välisõhus, näiteks inversiooni või teistes õhukvaliteeti halvendavates tingimustes ei esine kõrgenenud CO<sub>2</sub> sisaldust ega avaldu Jacobsoni efekt. CO<sub>2</sub> täppisseiret tehakse Eesti metsa- ja sooladel mitmetes TÜ ja EMÜ kliimamuutuse ja ökosüsteemi uurimisprojektides.

## 2 Rahalise väärtuse hindamise meetodika

Kliimamuutuste leevendamist võib pidada üheks nüüdisaja suurimaks turutõrkeks, mida reguleeritakse kolme tüüpi võtetega:

- 1) süsiniku hinnastamine maksudega;
- 2) süsinikukvootidega kauplemine ja süsinikuheite reguleerimine;
- 3) investeringutoetused madalsüsinik- ja süsinikuheiteta tehnoloogiatesse.

Kliimapoliitika elluviimise keskseks võtteks peab olema KHG (kasvuhoonegaaside) heite negatiivsete välismõjude hinnastamine/maksustamine. Iga CO<sub>2</sub> või CO<sub>2</sub> ekvivalendi (tulenevalt suuremast globaalsoojenemise potentsiaalset teistel KHGdel) heitetonn tekitab võrdse kahju, sõltumata heiteallika asukohast või heite intensiivsusest, sest KHGd segunevad atmosfääris kiiresti. Tulenevalt sellest peab hind olema samavõrdne, sõltumata asukohast või valdkonnast. Igal heidetud süsinikutonnal on üks sotsiaalne- ehk ühiskonnahind (*social cost of carbon*), mis peab võrduma KHG vähendamise piirkuluga, sõltumata riikidest, tehnoloogiatest või ettevõtetest. Ühelt poolt määratleb süsinikuheite hinna kvoodikaubandus, mida on ELis negatiivselt mõjutanud tugev ülepakkumine, mis on viinud süsinikutonni hinna alla 6–7 €. Seevastu määravad riiklikult kehtestatud süsinikumaksud (energiaaktsiiside ja saastetasudena) hinna otseselt.

Umbes 40 riiki (põhiliselt OECD, nõ arenenud riigid), sh Eesti, on süsinikuheidet maksustanud, rakendades süsinikuheite sotsiaalset ja majanduslikku hinnastamist kliimapoliitiliste eesmärkide saavutamiseks. Ometi katab majandusmehhanismi ja heite hinnastamine vaid veerandit maailma KHG heitest.

Süsiniku sotsiaalse hinnastamisega on kliimapoliitika kujundamisel kõige põhjalikumalt tegelenud USA ja Ühendkuningriigid. USA's on süsiniku sotsiaalse hinnastamise kohta vastu võetud vähemalt 75 seadusandlikku akti, sisulised probleemid on seotud diskonteerimismäära ja teiste mudeli määramatuse küsimustega. Ühendkuningriigis ja paljudes ELi riikides tuginetakse süsiniku hinna modelleerimisel EL ETS (*Emissions Trade System*) kauplemissüsteemi kvootidele ning makromajanduslikele ja energiaturu prognoosidele. Ühendkuningriigi CO<sub>2</sub> prognooshind on keskmises stsenaariumis 5,94 €/tCO<sub>2</sub>, tõustes kõrgstsenaariumis (kiire majanduskasv, pikk 16 a täpne ettevaade) väärtuseni 20,79 €/tCO<sub>2</sub> (2015. a seisuga).

CO<sub>2</sub> heidet reguleeritakse Eestis ELi kliimapoliitika raames, vastavalt kuni aastani 2020 kehtivale Kyoto protokollile, ELi 2020 kliima- ja energiapaketi ning 2016. aastal vastu võetud 2030. aasta tähtajaga kliima- ja energiaraamistikule (KHG –40%). Eestis kehtivad kütuse- ja energiaaktsiisid, sh põlevkivile. Vastavalt keskkonnatasude seadusele on CO<sub>2</sub> saastetasumäär tonni kohta 2 eurot.

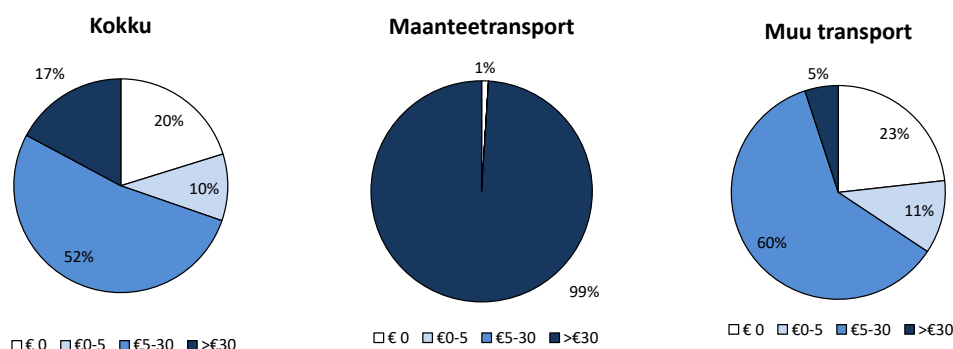
Ülevaatlilikult ja arenenud riikide võrdluses toob OECD tõhusad süsiniku hinnamäärad välja oma aruandes *Effective Carbon Rates* (2016). Alljärgnev tabel 2 näitab, millist osa katab Eestis EL ETS ja millist osa (energia- ja keskkonna)maksud. Sarnast Eesti ametkondade või autorite koondanalüüsi kliimapolitiika maksuhoobade või konkreetsemalt süsinikuheite maksustamise kohta pole tehtud. Ernst & Young Baltic AS uuris enne 2013. a kliimapaketi pehendamismeetmeid (makromajanduslike ja kliimainvesteeringute üldsummadena, mitte taandatuna süsinikuheite vähendamise erikulule või sotsiaalsele hinnale CO<sub>2</sub> kohta). SEI-Tallinn ja TÜ analüüsid keskkonnatasusid uuringus „Keskkonnatasude mõjuanalüüs“ (2013), kuid ka siin taandub fookus energia- ja kliimateemalt klassikalisele toruotsakäsitlusele.

**Tabel 2.** Eesti süsinikuheite hinnastamise jaotus ja hinnasignaalid maksude ja ELi ETSi kauplemisüsteemi jaotuses (OECD 2016)

Valdkond	CO2 heide t	Maksud		ETS		Maksude ja ETS kattuvus	Täiesti maksustamata
		Keskm.hind €/t	Maksustatud	Keskm.hind	Maksustatud		
Põllumajandus&Kal	277	41,25	91%	0,00	0%	0%	9%
Elektritootmine	6533	4,20	100%	7,24	95%	95%	0%
Tööstus	5295	4,77	58%	7,24	38%	23%	27%
Elamu- ja äri sektor	2301	24,75	16%	7,24	1%	0%	84%
Maanteetransport	2166	161,28	99%	0,00	0%	0%	1%
Muu transport	110	148,29	100%	7,24	3%	3%	0%
<b>Kokku</b>	<b>16683</b>	<b>25,50</b>	<b>75%</b>	<b>3,56</b>	<b>49%</b>	<b>45%</b>	<b>20%</b>

75% CO<sub>2</sub> heitest energiakasutuses on maksustatud, 49% on kaetud EL ETS hindadega. Elektrienergia on maksustatud sajaprotsendiliselt. Kvoodihinnaga on kaetud 95% elektrienergia tootmisel tekkinud süsinikuheitest ning 38% tööstuslikust süsinikuheitest. Alljärgneval joonisel 4 on näha, et CO<sub>2</sub> heidet energeetikas, maantee- ja teistes transpordiliikides maksustatakse erinevalt. Energiaaktsiis transpordikütustele on üsna kõrge, 11,58 €/GJ, võrrelduna 0,39 €/GJ soojusenergiaga ja 0,43 €/GJ elektrienergiaga.

Eeldatakse, et 30 € on konservatiivne hinnang 1 tonnile CO<sub>2</sub> heitele kliimakahjust. 23% CO<sub>2</sub> heitest, mis hõlmab põhiliselt väike-soojusenergiat, on maksuvaba. 65% heitemahust jääb vahemikku 5–30 € ning vaid 5% ületab 30 € läve (OECD 2016).



Joonis 4. Tõhusate süsiniku hinnamäärade jaotus Eestis (OECD 2016)

Üleuroopalise rahalise hindamise standardi määratleb ETS, kasvuhoonegaaside saastekvootide kauplemisüsteem (EC 2013), mille alla käib kogu Eesti põlevkivienergeetika. Eesti on ETS'ist suurt kasu lõiganud tänu lähteaastast 1990 rohkem kui kahekordselt vähenenud CO<sub>2</sub> heitele.

Teisalt tuleb ETS kriitikana möönda, et tugeva ülepakkumise jm põhjustel on süsinikukvoodi hind olnud selle käivitamisest saati mitte-stimuleerivalt madal ega motiveeri süsinikuheidet vähendada ja

taastuvenergiale üle minema (14.10.2016 oksjonihind 5,65 €). Kliimapoliitika 2030 pakett laiendab kvoodikaubandust valdkondlikult ning hindab ümber investeringute vabaduse. Pariisi kokkuleppe täitmiseks peaks tõusma ETS süsinikutonni hind 40 euroni, ent ka kõige optimistlikumad prognoosid ei näe ette hinnatõusu üle 14 €.

Lisades tootja-vastutusele ja reostaja-maksab põhimõttele tarbimispõhise süsinikuheite arvestuse ja poliitikainstrumentid, saaks jõulisemalt mõjutada tarbijakäitumist ja seeläbi leevendada kliimamuutust. Seejuures tuleb arvestada, et kindlasti üle poole süsinikuheitest moodustavad Eestisse imporditud tooted-teenused.

Kliimapoliitika elluviimise pikaajalist makromajanduslikku mõju on hinnanud ühtsetel alustel ja ka riigiti Euroopa Komisjon. EK tellitud *Enerdata* aruanne prognoosib Eestile 2030. aastaks kliimapoliitika elluviimisest täiendavat kulu 0,13% SKT'st ja samas väga arvestatavat õhukvaliteedi paranemise kasu 0,86% SKT'st.

### 3 Seisund

Seisundiindikaatoriks DPSIR metoodika rakendamisel on nii CO<sub>2</sub> sisaldus kui ka kliimanäitajad. Otseselt ja üleilmse standardina väljendab seisundit Hawaiiil Mauna Loa observatooriumis mõõdetav CO<sub>2</sub> kontsentratsioon. Seisundiindikaatoriteks on erakorraliste ilmastikunähtuste esinemine, näiteks tormisus, füüsilise keskkonna ja ökosüsteemi häiringud. Piirkondlikult on kliimamuutuse kinnituseks normkliima näitajad ja nende muutus (30 aasta keskmisena). Kliimamuutust väljendavad aasta keskmine õhutemperatuur, aastaegade ja kuu keskmised õhutemperatuurid, sademete aastasumma ning aastaegade ja kuude sademete summad, püsiva lumikatte kestus, kuumalaine (üle 30-kradiste) päevade arv jne. Praktilises energiakulu arvestuses rakendatakse aastaste temperatuurierinevuste tasandamiseks kütte kraadpäevade arvestust (HDD, *heating degree-day*, Eestis baastemperatuuriks enamasti +18 °C, üle mille kütmine pole vajalik). Perioodil 1980–2009 on kütte kraadpäevad vähenenud Eestis ligi 20 võrra. Samuti on kliima soojenemisel Eestis peatselt vältimatu jahutuse kraadpäevade arvestamine (CDD, *cooling degree-day*, jahutust vajavate päevade arv, Eestis baastemperatuuri pole seni rakendatud, Kesk-Euroopa riikides +18 °C kuni +22 °C), sest laialdasemalt rakendatakse hoonetes jahutussüsteeme.

Ettepanekuna esitatud seisundiindikaatorid on kirjeldatud ka lisa 11c faili *DPSIR3* tulpades 8 ja 9. Väljapakutud kliimaindikaatorite usaldusväärsus on hinnatud käesoleva töö raames kõrgeks ning määramatus keskmiseks.

### 4 Surve

**KHG heide surveindikaatorina tuleneb fossiilkütuste kasutamisest**, elamu- ja transpordienergiast, põllumajandusheitest, aga ka näiteks maakasutusmuutustest ja metsaraiest. Kasvuhoonegaaside arvestus (P – surve) toimub ÜROs ja Euroopa Liidus kokku lepitud ja standarditud CO<sub>2</sub> ekvivalentkogustel põhineva inventuurimetoodika kohaselt (IPCC 2006). UNFCCC'le esitatakse igal aastal Eesti riiklik aruanne (NIR, Keskkonnaministeerium 2016<sup>2</sup>), mille põhiosa on kasvuhoonegaaside (KHG) inventuuriandmestik osas I, koostatud UNFCCC aruandlusjuhendi 24/CP.19 alusel, samuti ELi inventuuripõhimõtete ja seiremehhanismi alusel (No. 525/2013). Üleilmselt on kasutusele võtmisel ühtne aruandlustarkvara (*Common Reporting Formats*, CRF). KHG, sh CO<sub>2</sub>, heite inventuurimetoodikat on Eestis 2010. aastatel põhjalikult täiendatud, parandades andmete täpsust, täielikkust ja kooskõla. Teiste KHGde seas käsitletakse ammendava põhjalikkusega CO<sub>2</sub> heidet atmosfääri. Lisaks IPCC heiteteguritele jt lähtearvudele ja riikliku statistika andmetele kasutatakse energeetika ja töötleva tööstuse KHG arvutusteks ettevõtte- ja tehnoloogiapõhiseid algoritme ja andmestikke, mis võimaldavad iga-aastaselt arvesse võtta tehnoloogilisi muutusi põlevkivitööstuses. Inventuuri kõigis valdkondlikes allosades on

---

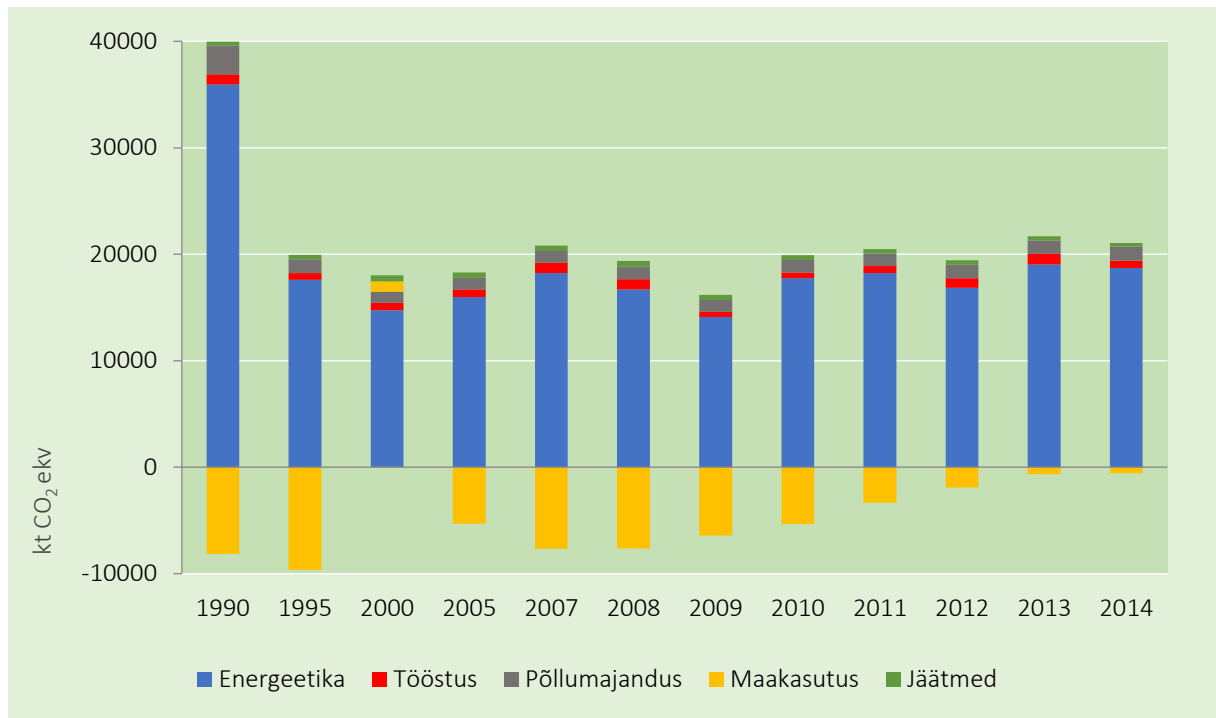
<sup>2</sup> [https://www.envir.ee/sites/default/files/nir\\_est\\_1990-2014\\_15042016.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/nir_est_1990-2014_15042016.pdf)

antud arvutuslikele heitekogustele täpsushinnang. Alternatiivseid akadeemilisi või erialaspetsiifilisi meetodikaid riiklikuks KHG inventuuriks pole.

**CO<sub>2</sub> on väga pika elueaga gaasiline ühend**, mis levib globaalselt ja püsib atmosfääris tuhandeid aastaid (IPCC 2014). DPSIRi meetodika kohaselt on CO<sub>2</sub> heitkogus survenäitajaks. CO<sub>2</sub> globaalsoojenemise potentsiaal (GWP) on referentsväärtuseks (1, näiteks metaanil 25), moodustades 56% inimtekkeliste KHGde panusest kasvuhooneefekti. KHG sisaldus on saavutanud atmosfääris vähemalt 800 000 aasta kõrgeima taseme, seejuures oli CO<sub>2</sub> sisalduse suurenemine kümnendite lõikes 2002.–2011. a ajaloo kiireim ( $2,0 \pm 0,1$  ppm/a) (IPCC 2014). Hinnates Eesti positsiooni üleilmselt, on Eesti CO<sub>2</sub> heite absoluutkoguselt maailma riikide reas 86. kohal, heitelt elaniku kohta seisab Eesti üsna kõrgel – 22. kohal.

**Inimtekkeline KHG ja CO<sub>2</sub> heide Eestis.** Kokku raporteeris Eesti riik ÜROle 2014. aastal KHG heidet veidi üle 21 miljoni (21 059 240) tonni CO<sub>2</sub> ekv. Kuivõrd on mõjuahelas tegemist globaalprotsessiga, kerkib küsimus Eesti panusest kogu maailma KHG heitesse. UNFCCC meetodikas pole võimalik seda leida, kuivõrd aruandlusnõuded on erinevad konventsiooni lisas I loetletud riikidele, kuhu kuulub koos arenenud riikidega Eesti, ja seal loetlemata riikidele. Kogu maailma heite summaarsel hindamisel saab aluseks võtta Rahvusvahelise Energiaagentuuri (IEA), *Carbon Dioxide Information Analysis Center*'i (CDIAC, USA), *World Resources Institute*'i (WRI, USA) ning EL Teadusuuringute Ühiskeskuse (*EU Joint Research Center – JRC*) andmeid. Usaldusväärne on IPCC viies hindamisaruanne (2014), mis kasutab üleilmsetes summades USA süsinikukeskuse *CDIAC Global Carbon Project* andmeid (GCP, 2014) ning Euroopa Komisjoni Teadusuuringute Ühiskeskuse EDGARi andmekogu. Hollandi Keskkonnaagentuuri (PBL) hinnangul ei tohiks erinevad arvestusmeetodikad Eesti arenguastmel riikides põhjustada üle 10% viga. EDGAR andmetel moodustab Eesti CO<sub>2</sub> heide 0,51% maailma kogusest (JRC 2014). Teiste arvutuste kohaselt moodustab Eesti KHG heide koos maakasutuskomponendiga 0,63% maailma KHG heitest (WRI 2012). Sarnaste KHG maailmatabelite juures **peab pöörama tähelepanu iseäranis algandmete päritolule**, milliseid KHG summeeritakse, samuti mil määral sisaldab bilansiarvestus maakasutuslikku, kaudset jm komponenti. Isegi tunnustatumate sekundaarsete süsinikukalkulaatorite kasutusel erines Eesti maailmapanus üsna laias vahemikus, 0,45–0,70%. Eesti puhul võiks asjakohaseks ja täpseks pidada üksiti CO<sub>2</sub> heite arvestust, kuivõrd see väljendab põhiliselt fossiilkütuste põletamist. Suhtarvuliselt SKT ja inimese kohta on Eesti KHG heide EL'i üks kõrgemaid – 2,5 korda kõrgem EL keskmisest. Inimese kohta on Eesti tagant teisel kohal pärast Luksemburgi, 16 t inimese kohta (EL keskmine on 8,4 t, ligikaudu 2 korda kõrgem).

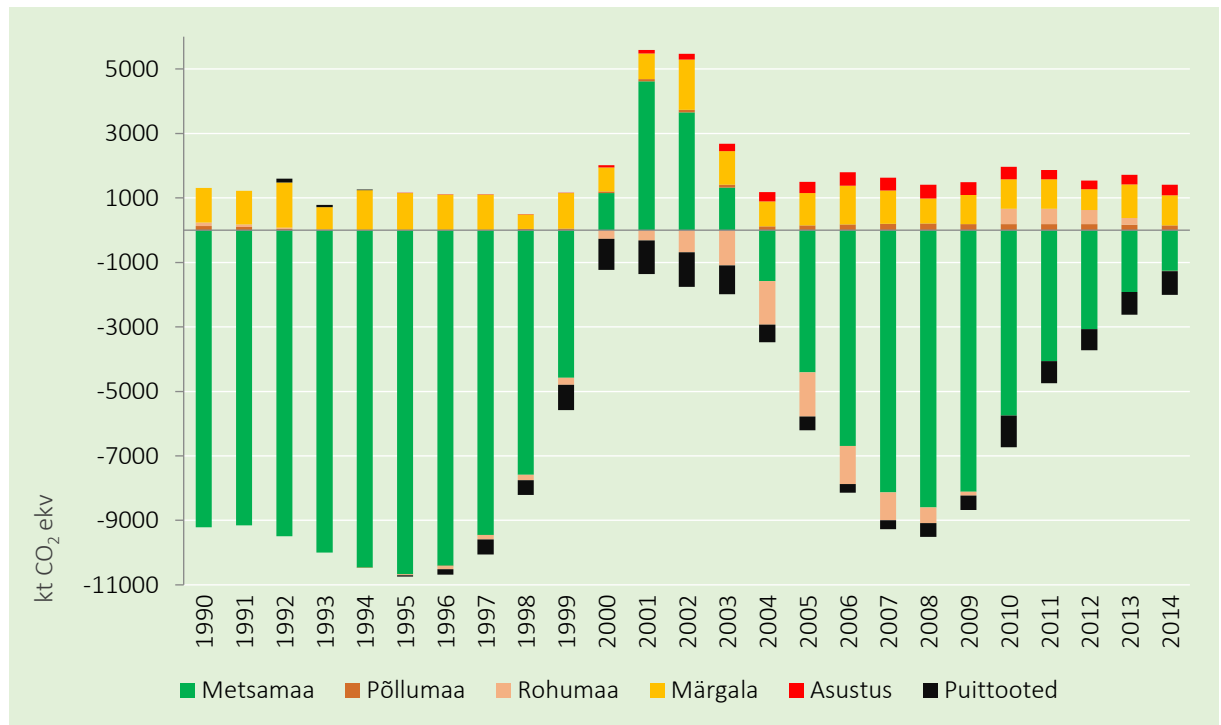
Valdkondlikus jaotuses paisati kasvuhoonegaase välisõhku põhiliselt energiakasutuses (88,8%, 18 697 kt CO<sub>2</sub> ekv), millele järgnevad põllumajandus (6,3%), tööstus (3,4%) ja jäätmemajandus (1,6%) (2014, v.a LULUCF) (**vt joonis 5**). Alates 2009 on energiasektori KHG otseselt sõltunud elektrienergia ekspordimahust. Võrreldes 2013. aastaga vähenes KHG koguheide 3%, kuid viimastel aastatel on suurenenud transpordi (energeetika allsektor) ja põllumajanduse süsinikuheide sektori intensiivistamise tõttu ning vähenenud maakasutuslik sidumine raiemahtude suurenemise tõttu (Keskkonnaministeerium 2016).



**Joonis 5.** Eesti KHG heide valdkondade lõikes 1990–2014 (Keskkonnaministeerium 2016). Negatiivsed väärtused näitavad CO<sub>2</sub> looduslikku sidumist

CO<sub>2</sub> inventuuris vajab täpsustamist tahkete kütuste, eriti põlevkivi põletamise küsimus, seda eriti seoses uute põletus- ja õlitootmistehnoloogiate laiendamisega. Põlevkivitööstuse süsinikuheide põhineb 3. määramistasandil, välisõhu saasteloal. Kindlasti vajavad sagedamat täpsustamist süsinikuheite tegurid, mis juba 2006. aastast on CEF põlevkivi-tolmpõletamine = 27,85 tC/TJ; CEF põlevkivi keevkihis põletamine = 26,94 tC/TJ (määrus 2006). Eesti KHG inventuuri määramatus on rahvusvahelises inventuuristandardis 4,13% summaarsest kogusest (koos maakasutuse ja metsandusega 7%). Ometi on Eesti inventuuri lisades raporteeritud tahkete kütuste CO<sub>2</sub> heite suhtelist määramatust koguni 39% (Keskkonnaministeerium 2016).

Summaarselt on oluline **maakasutuse, selle muutuse ja metsanduse komponent (Land Use and Land Use Change, LULUCF)**, mis 2014 oli KHG sidujaks ulatuses 577 kt CO<sub>2</sub> ekv (joonis 6). Nii meetodikaid kui ka Eesti inventuuri on täpsustatud maakasutuse muutuse ja loodusliku heite arvestuses, eeskätt märgalade osas, kuid suhteliselt ebatäpsem, tõenäoliselt alahinnatud on loodusliku sidumise pool. Tagasiulatuvalt on arvestuse aluseks võetud Rootsi ja teiste riikide inventuurimetoodikaid. Looduslik KHG heite ja sidumise maht ei sõltu ainult metsaraiest, metsaistutusest ja maakasutusmuutusest, vaid kohalikest temperatuuri- ja niiskustingimustest, pinna- ja pinnaseveetasemest, mullastikust jpm-st, mida suurtel aladel on usaldusväärselt aasta keskmisena üsna võimatu hinnata.



**Joonis 6.** Eesti KHG heide maakasutuse ja metsanduse osas (LULUCF) 1990–2014 (Keskkonnaministeerium 2016)

## 5 Mõju elusloodusele

Mõjuindikaatorid peavad väljendama ökosüsteemide talituse muutust. Käesolevas osas on kõige värskem ja üldistavam uuring EMÜ BIOCLIM uuring „Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja -rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades“, milles hinnati Eesti valmisolekut kohanemiseks, analüüsiti kliimamuutuste eeldatavaid mõjusid looduskeskkonnale ja biomajandusele ning tehti ettepanekud kohanemismeetmeteks. Uuringute meetodikad olid erialaspetsiifilised, põhinedes varasemate uuringute sünteesil ja uuendamisel. Keskseks tõusis ökosüsteemiteenuste hindamise küsimus, mis on Euroopas laiemalt, aga ka Eestis kontseptuaalses arendusfaasis. Kirjeldamata siinkohal hindamismetoodikaid, esitatakse alljärgnevalt põhilised üldistused kliimamuutuse võimalike mõjude kohta elusloodusele.

**Elurikkus.** Kui Euroopas uuritustest on 14% kooslustest ja 13% liikidest kliimamuutuste surve all (EEA 2017), siis Eesti eluslooduse seire ega hinnangud ei ole sellise täpsuseni oma hinnangutes jõudnud ega väljenda, millises ulatuses ja esinemises on Eesti kooslused ja liigid survestatud. Ohustatud ning ka tavalistel liikidel võivad kliimamuutuste tagajärjel muutuda levilapiirid, eriti mõjutatud on levila piirilal olevad liigid, tingituna keskmise temperatuuri tõusust ja äärmuslikest kliimasündmustest, ka merejää kestuse vähenemisest ning mereveetaseme tõusust. Kliimamuutused võivad põhjustada liikide kohasuse ning paljunemisedukuse vähenemist ning liikidevahelisi suhteid. Samuti võivad muutused kliimas suurendada invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele, nt põhjustades uute invasiivsete liikide esinemist ja juba olemasolevate mõju ja leviku muutumist. Positiivseks võib pidada üldist liigirikkuse taseme säilimist.

**Kliimamuutused võivad ohustada Eesti rohumaaja ja põllumuldade huumusesisaldust** ja seega muldade viljakust. Muldade viljakust mõjutavad väga oluliselt ka tuleviku maaharimise iseärasused ja viljelustehnikad, sh (kultuuride) muutused maakasutuses. Temperatuuri tõus toob kaasa taimede kasvuperioodi pikenedamise ja produktiivsuse kasvu. Kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist ja tõstab muldadest lähtuvat CO<sub>2</sub> emissiooni. Poollooduslikel rohumaadel mõjutab temperatuuri tõus koosluste liigilist koosseisu ja/või liikide ohtrussuhteid. Sademete hulga suurenemine võib kaasa tuua talviseid ja varakevadisi üleujutusi.



**Metsanduses** soodustavad kliimamuutused süsinikuringe kiirenemist ja puiduproduktiooni kasvu, mis suurendab potentsiaalset raiemahtu, mõjudes positiivselt riigi majandusele. Samas võivad suuremad raiemahud ohustada metsaelupaiku ja elurikkust. Temperatuuri tõusu tõttu ei külmu talvel maapind läbi, mis raskendab raietööde läbiviimist. Rikutakse mulla struktuuri, tekivad lokaalsed liigniisked alad, väheneb mullaviljakus ja suureneb mullast lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon. Sagenevad põuad võivad suurendada metsatulekahjude ohtu ning sagenevad tormid suurendavad tormikahjustuste esinemist metsaaladel.

**Magevee-ökosüsteemides** muutub kliimatingimuste tõttu jäärežiim, jääkatteta perioodi veetemperatuur, vee keemiline koostis ja elustik. Temperatuuri tõusust tulenevalt sagenevad veeõitsengud, halveneb suvine hapnikurežiim, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad ning tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele. Väikejärvede puhul on võimalik vee segunemistüübi muutumine ning tugevam ja pikem veesamba termiline kihistumine, mis toob kaasa hapnikuvaese tsooni laienemise ning suurema sisereostuse settest. Temperatuuri tõusu ning sademete hulga suurenemise koosmõju suurendab toitesoolade ja süsiniku ärakannet valgalalt. Väga suure tõenäosusega looduslik süsinikuheide veekogudest suureneb. Kliima muutumise positiivseteks mõjudeks on sademete hulga suurenemisest tingitud veekogude ühtlasem hüdroloogiline režiim, kõrgemad veetasemed ja suuremad vooluhulgad ning parem hapnikuga varustus talveperioodil.

**Kalandus** kui looduslikel populatsioonidel põhinev majandusharu on kliimamuutustest tugevasti haavatav. Kliimamuutustel võib olla vastassuunaline mõju külmaveeliste (nt lõhilased, räabis, siig, luts, tint) ja soojaveeliste kalade (nt karplased, koha) varude suurusele. Veetemperatuuri pikaajalisel järkjärgulisel muutusel võib olla kalavarudele väiksem mõju kui järskudel režiimimuutustel (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemeres), mis võivad kalade elukeskkonda lühikese aja jooksul drastiliselt muuta.

## 6 Mõju inimesele

Kliimamuutustega kohanemise kohta on 2015.–2016. a TÜ, EMÜ ja SEI poolt läbi viidud mahukad uuringud. Asustuse, inimeste ja päästevõimekuse temaatikat üldistab TÜ **KATI** uuring, kliimamuutuse ühiskonna- ja majandusmõjusid käsitleb TÜ **RAKE** uuring (Eesti riikliku kliimamuutustega kohanemise strateegia kohaste prioriteetsete valdkondade (majandus ning ühiskond, teadlikkus ja koostöö) kliimamuutuste mõjude hindamine ja sobilike kohanemismeetmete väljatöötamine, 2015). Taristutemaatikast käsitleb SEI **ENFRA** uuring (Eesti taristu ja energiasektori kliimamuutustega kohanemise strateegia, 2015). Kokkuvõtvalt ja ametkondliku kokkuleppena on mõjud esitatud Eesti kliimamuutustega kohanemise arengukavas 2030. aastani. Alljärgnevalt esitatakse olulisemad mõjud kohanemise arengukavast ning valdkondlikest uuringutest.

**Riskialad ja riskirühmad.** Kliimamuutustel on ka Eestis märkimisväärsed majanduslikud ja sotsiaalsed tagajärjed, mis iseäranis avalduvad riskipiirkondades ja riskisektorites ning haavatavatele sotsiaalsetele gruppidele (vanemaealised, vaesemad leibkonnad). Eesti riigi ja rahvastiku haavatavust kliimarisikidest on hinnatud oluliselt kõrgemaks Põhjala ja Lääne-Euroopa riikides, ehkki kliimamuutused ilmnevad siin mõneti pehmemalt ja võivad eluolule kaasa tuua ka positiivset muutust (ESPON 2013).

**Tormi- ja üleujutuskahju.** Erakorraliste ilmastikutingimuste mõju hindamisel võtab Euroopa Keskkonnaagentuur aluseks München Re kindlustusandmed. Kokku on hinnatud ilmast ja kliimaga seotud majanduskahju perioodil 1980–2015 101 miljonit € (2015. aasta vääringus), millest kolmandik oli kindlustatud, enamasti sundkindlustatud kinnisvara (Münchener and Rück 2015). Inimese kohta on kahjusumma Euroopa riikide seas väiksem. Hukkunute arvuks märgib edasikindlustaja 9, mis tõenäoliselt sisaldab külmunuid (kodutuid). Kahjude täpsem tõlgendamine on võrdlemisi keerukas, kuivõrd summa väljendab võrdlemisi pikal perioodil suurt hulka juhtumeid, milles omakorda on üksikud suurt kahju tekitavad sündmused, Eesti puhul kindlasti suurimana 2005. aasta jaanuaritorm.

**Üleujutused.** Päästevõimekuse aspektist tuleb esmajoones arvestada üleujutusega tiheasustusalal ja ulatusliku metsa- ja maastikutulekahjuga. Üleujutus esinemistõenäosusega üks kord 10 aasta jooksul ohustab rannikuasulates ligi tuhandet, kord 100 aasta jooksul 6600 ja kord 1000 aasta jooksul ligi 15 000



elanikku. Üleujutus tõenäosusega kord 10 aasta jooksul ohustaks 843 eluhoonet, kord 100 aasta jooksul ligi 3200 ja kord 1000 aasta jooksul ligi 6400 eluhoonet. Võrreldes rannikualadega hinnatakse siseveekogude üleujutusrisiki oluliselt madalamaks. Maailmamere taseme tõusu, lääne-edelatornide sagenemise ja talvise jääkatte vähenemise koosmõjul järgmistel aastakümnetel Eesti rannikualadel kulutusprotsessid tõenäoliselt intensiivistuvad, mistõttu võivad ohtu sattuda rannavööndi vahetus läheduses asuvad objektid, sh kultuuripärand, ning võib kannatada rannaturism.

**Kuumalained.** Inimeste tervisele avaldab kõige otsesemat negatiivset mõju õhutemperatuuri tõus ja kuumalainete sagenemine. Kõrgemad temperatuurid suurendavad kuumapäevade ja kuumalainete arvu, mis omakorda põhjustab kuumaga seotud haigestumiste ja surmade sagenemist. Kuumade ilmade mõju on ilmnenud juba praegu, sest aastatel 1996–2013 oli kuumade ilmade ajal (> +27 °C) suremus suhteliselt kõrge. Eriti oluliselt mõjutas Eesti elanike tervist 2010. aasta kuum suvi, kui suremus suvekuudel oli eeldatavast ligi 30% suurem. Kuna kliimamuutuste tõttu kuumalained sagenevad, on pikemas perspektiivis oodata liigsuremuse kasvu. Kuumalainete mõju võimendab soojussaare efekt, mis tekib lisaks linnadele ka väiksemates asulates.

**Õhukvaliteet.** Tervisele avaldab olulist mõju õhukvaliteet. Kõige otsesem õhukvaliteeti puudutav kliimamuutuste mõju on õietolmu leviku suurenemine (uued allergeensed taimeliigid). Muutuv kliima mõjutab siirutajate levikut, kes võivad edasi kanda ohtlikke nakkushaigusi. Paduvihmadega võib keskkonnast vette kanduda ohtlikke aineid ja liigseid toitaineid (millest esimesed võivad otseselt ohustada inimeste tervist ja teised põhjustada intensiivsemat eutrofeerumist) ning hulgaliselt parasiite (joogivee reostumise risk). Toiduohutusega seotud riskiks on taimehaiguste ning mükotoksiinide laialdasem levik. Prognooside kohaselt suureneb tulevikus kokkupuude ultraviolettkiirgusega eeldatavalt veelgi, mis suurendab nahavähki haigestumise tõenäosust (Eestis on kasv viimastel aastatel olnud 2–4% aastas). Kokkuvõttes võivad kliimamuutused põhjustada Eestis olulisi keskkonnamuutusi, mis tõstavad terviseriske ning halvendavad elukvaliteeti.

**Positiivne mõju primaarsektorile.** Kliimamuutusest tingitud mõju Eesti majandusele, tootlikkusele ja turgudele ei pruugi märkimisväärselt avalduda, st majandus absorbeerib selle oma kohandamisprotsesside kaudu, kuid kindlasti tuleb hoopis kriitilisemalt arvestada mõjude ja muutustega väljaspool Eestis (energiahinna ja toorainehinna tundlikkus, tarnetõrked, kliimapagulased jne). Eesti tingimustes on olulised positiivsed muutused seotud primaarsektoriga põllumajanduses (vegetatsiooniperioodi pikenemine) ja metsanduses (juurdekasvu kiirenemine). Kasvatatavate kultuuride valik hakkab sõltuma nii liigniiskuse kui ka põua taluvusest. Suuremat lisandväärtust andvate põllukultuuride jaoks sobilike põllumaade vähenemine võib näiteks kaasa tuua kartuli, rapsi ja teraviljade külvipindade vähenemise ja seetõttu rohumaade pindala suurenemise.

**Taristus** on kliimamuutusest haavatavad elektrivõrk, kanalisatsioonivõrk, hooned ja transporditaristu. Vähendamaks elektrivarustuse katkemist ekstreemsete kliimasündmuste avaldumisel, on õhuliinide maakaabliga asendamise kõrval vaja üle minna elektri- ja soojusenergia hajutatud tootmisele ning panustada tarbijate oma ja avarielektrivarustuse võimekuse loomisesse. Ka hoonestandardeid ja ehitusnõudeid tuleb kohandada kliimamuutustele. Positiivse mõjuna transpordisektorile võib kliima soojenemine kaasa tuua nii rohkem kergliiklejaid kui ka kütuse kokkuhoidu. Tõusnud aasta keskmine tuulekiirus võimaldab tulevikus rohkem tulu saada kodumaisest tuuleenergia ressursist, sh avamere tuulikuparkides, ning soojemate talvede tõttu võib eeldada hoonete vähenenud kütmisvajadust. Teisalt võivad negatiivsete mõjudena kuumemad suved kaasa tuua hoonete suurenenud jahutusvajaduse, sagenevad tormid tekitada tänasest enam elektrikatkestusi ja lõhkuda hoonestust.

**Kliimamuutuste välismõjude rahasse hindamise aspekti käsitletakse lähemalt põhjaruandes esitatud metoodika aluspõhimõtete kirjelduses (vt põhjaruande alapeatükk 10.10).**

## 7 Kokkuvõtte CO<sub>2</sub> hindamisest

**Kasvuhoonegaaside heite mõjud avalduvad üleilmselt kasvuhooneefektis.** Globaalsed kiirgustingimused ning atmosfääriprotsessid on juba muutnud Eesti kliimat, mis on tõstnud Eesti ühiskonna ja

ökosüsteemide haavatavust. Kuivõrd kasvuhooneefekt ja kliimamuutus avalduvad globaalprotsessina, pole **Eestis atmosfääri paisatud kasvuhoonegaaside (KHG) heitekogustel mitte mingit kvantifitseeritavat põhjuslikku seost kliimamõjudega Eestis.**

**Kasvuhoonegaaside heidet põhjustavatel tegevustel**, eelkõige fossiilkütustel põhineval energiakasutusel on oluliselt **teravnev ja kasvavalt negatiivne välismõju** (IPCC 2014). Teisalt on Eesti nii kliimamuutuste mõjude esinemiselt kui ka intensiivsusest üks vähem haavatavaid paiku Euroopas ja maailmas, kus on võimalikud ka positiivsed mõjud, näiteks põllumajanduses, metsanduses, soojusenergia tarbimises ja suveturismis.

Eesti süsinikuheide, 70% osas põlevkivienergeetikast, on Euroopa riikide võrdluses üks mahukamaid (SKT ja inimese kohta) ning seetõttu on leevendamispoliitika vastavuskontroll ELi ja keskkonnaaktivistide teravdatud tähelepanu all. Leevendamispoliitika seire toimub ÜRO kliimakonventsiooni ja Euroopa 2020 strateegia raames. DPSIRi meetodika kohaselt on KHG, sh CO<sub>2</sub> heitkogus survenäitajaks. Seejuures on oluline jälgida arvestusmeetodika nüansse, näiteks, kas arvestatakse vaid otsest heidet, kas on liidetud lennundusheide või maakasutuslik komponent (LULUCF).

**Kliimamuutuste otsene mõju Eestis väljendub suuresti erakorralistes ja kahju tekitavates ilmasündmustes**, eriti arvestades nende sagenemist. Kliimatundlike tervisemõjude ja loodusemõjude seire ja hindamine on killustatud ja mitmetahuline. **Usaldusväärseid tervise- ja loodusemõjude aegridasid, milles keskendutakse kliimaaspektidele, puudutavaid kompleksseid mõjuahelaid hinnatakse ühekordsetes teadusprojektides.** Kuivõrd mõjusid ja nende muutusi on üldjuhul võimalik väljendada kvalitatiivselt ja hinnanguliselt, mitte arväärtustes, siis on viimasel kümnel aastal IPCC juurutanud oma raportites n-ö kalibreeritud keelt. Lausestuses väljendatakse muutuse ja riski esinemise olulisust, sagedust ja usaldusväärset. Eesti keskkonnanaruannetes kohtab tõenäosuslikku üldistust harva ning see võiks olla laiemalt juurutatud, eriti juhtudel, kus arvandmed ja kvantitatiivne analüüs on piiratud.

**Üle Euroopa on läbi viidud kliimamõjude kulude ja kahjude valdkondlikke prognoose, mis üldjuhul ei võimalda riiklike väljavõtteid.** Seda põhjusel, et kahjud erinevad riigiti suurel määral, olles oluliselt suuremad eeskätt Lõuna-Euroopas. Majandusvaldkondadest eeldab kliimamuutuse arvestamine üsna põhimõttelisi ümberhindamisi Eesti põllumajandus- ja metsanduspoliitikas ja -praktikas. ELis tervikuna on seni kehtestamata kliimamuutuse indikaatorite süsteem, kuna see sõltub mõjutatuse, eksponeerituse ja haavatavuse väljundites demograafilistest, maakasutuse, rahvatervise ja sotsiaalmajanduslikest tingimustest. Väljatöötamisel ja laiemal üleeuroopalisel juurutamisel on mõjuseoseid lihtsustavalt ja kommunikatiivsetel eesmärkidel väljendavad indeksid (ohutasemed, metsatulerisk, veeammutamine jne). ELi kohanemispoliitika seiresüsteem loodetakse käivitada katseliselt 2017. aastal, mil enamik riike on jõustanud kohanemisstrateegiad.

**Probleemiks on teadmussiire.** Teadus üleilmastub, poliitikakujundus euroopastub, kliimadiplomaatia seisab kõrgemal, riigihaldusest ja ettevõtlusest eraldi. Alusteadus põhineb pikaajalistel uurimisprogrammidel ja teenib rahvusvahelist publitseerimist, olles võõrandunud ELi kliima- ja keskkonnaõigusest ning poliitikatoest siin ja praegu. ELi kohanemispoliitikates esineb ülemäära standarditud ja ühetaolist lähenemist. Samas on kliimateema ametkondade kaalutuspiiride algusjärgus. ELi poliitikate hilinev harmoneerimine Eestis on tekitanud kampaanialikku vormilisust, liiasust ja kiirustamist. Arvestades kliimamuutuste suhteliselt väiksemaid ja isegi positiivseid mõjusid tuleb vältida probleemide ülehindamist ja ülevõimendamist.

Kokkuvõttes on kliimamuutused Eesti keskkonnakorralduses kiiresti arenev ja meetodiliselt täienev teema, mis vajab täpsemat ja tihedamat, süsteemsemat seostamist ülejäänud keskkonnakorralduse ja -arvestusega, kuivõrd kliimamuutused on mitmel juhul päästikteguriks keskkonnaseisundi kriitilistes muutustes.

## Kasutatud taustamaterjalid

1. ASC (2012) *Climate change – is the UK preparing for flooding and water scarcity? Adaptation Sub-Committee Progress Report 2012*. Available at: [www.theccc.org.uk/reports/adaptation/2012-progress-report](http://www.theccc.org.uk/reports/adaptation/2012-progress-report)
2. EEA (2017) *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. EEA Report No 1/2017.
3. Münchener Rück (2015) *NatCatSERVICE*. Munich Reinsurance Company database. [www.munichre.com/natcatservice](http://www.munichre.com/natcatservice)
4. EPA (2015) *Fact Sheet. Social Cost of Carbon*. <https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/social-cost-carbon.pdf>
5. EU (2013) Regulation (EU) No. 525/2013 of the European Parliament and of the Council on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gases. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex:32013R0525>
6. EC (2013) *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*. European Commission. [http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet\\_ets\\_2013\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet_ets_2013_en.pdf).
7. EC (2017) *Country Report Estonia 2017*. <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/2017-european-semester-country-report-estonia-en.pdf>. SWD(2017) 72 final
8. EC-JRC/PBL (2016). *Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), version 4.3*. Internet: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/index.php>
9. EC-JRC/PBL (2015). *Trends in global CO2 emissions 2015*. [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/jrc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2015-trends-in-global-co2-emissions-2015-report-98184.pdf)
10. ESPON (2013) *ESPON Climate: Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe*. 2013. Luxembourg
11. Füssel, H.-M. & Klein, R. J. (2006). *Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking*. *Climatic Change*, 75(3), 301–329.
12. IPCC (2014). *IPCC Fifth Assessment Report*. Geneva. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
13. IPCC (2012) *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 582 pp.
14. IPCC (2006) *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. [Eggelston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K (eds)]. Hayama: Institute of Global Environmental Strategies (IGES).
15. Jacobson, M.Z. (2008) *On the causal link between carbon dioxide and air pollution mortality*, *Geophysical Research Letters*, 35, doi:10.1029/2007GL031101.
16. Keskkonnaministeerium (2013) *Eesti 6. kliimaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni rakendamise kohta*. Keskkonnaministeerium. [https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article\\_files/kliimaruanne\\_et.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaruanne_et.pdf)
17. Vabariigi Valitsus (2017). „Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030“ ja selle rakendusplaani aastateks 2017–2020 heakskiitmine. [RT III, 07.03.2017, 2](http://rt.ee/III/07.03.2017_2)
18. Keskkonnaministeerium (2016) *Greenhouse gas emissions in Estonia 1990-2014. National inventory report*. 681 pp. [https://www.envir.ee/sites/default/files/nir\\_est\\_1990-2014\\_15042016.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/nir_est_1990-2014_15042016.pdf)
19. Martin, S and Moss, A. (2013) *A Summary of the ClimateXChange Adaptation Indicator Framework*. Available at: [www.climateXchange.org.uk](http://www.climateXchange.org.uk)
20. Niemeijer D. and de Groot R. (2008) *A conceptual framework for selecting environmental indicator sets*. *Ecological indicators* 8, pp. 14–25
21. OECD (2016) *Effective carbon rates: Pricing CO2 through taxes and emissions trading systems*. <https://www.oecd.org/tax/tax.../effective-carbon-rates-on-energy.pdf>
22. Lahtvee, V., Nömmann, T., Runnel, A., Sammul, M., Espenberg, S., Karlõseva, A., Urbel-Piirsalu, E., Jüssi, M., Poltimäe, H., Moora, H., Keskkonnatasude mõjuanalüüs, SEI Tallinn ja Tartu Ülikool, RAKE, 2013.
23. Tartu Ülikool (2016) *Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimestevise ja päästevõimekuse teemas*.
24. *Updated short-term traded carbon values used for UK public policy appraisal*. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/477540/Updated\\_short-term\\_traded\\_carbon\\_values\\_used\\_for\\_UK\\_policy\\_appraisal\\_2015\\_.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/477540/Updated_short-term_traded_carbon_values_used_for_UK_policy_appraisal_2015_.pdf)
25. Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi heitkoguse määramismeetod. RT 22. 11.2006. 85. 1546. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12757215>
26. White House (2013) *Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis -Under Executive Order 12866*. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government. [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeq/social\\_cost\\_of\\_carbon\\_for\\_ria\\_2013\\_update.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeq/social_cost_of_carbon_for_ria_2013_update.pdf)