

## Mida tähendab kliimamuutus?

Tänapäeval kui räägitakse kliimamuutusest, siis räägitakse kliima muutumist selle ajaperioodi jooksul, mil inimene on liigina eksisteerinud.

Pärast tööstusrevolutsiooni (ehk siis seda, kui inimene hakkas tootma rohkelt energiat tänu kaevandamisele ja tootma tehastes, enne 18. sajandi lõppu ja 19. sajandi algust tehaseid jms veel ei olnud olemaski) on looduslikele kliimat muutvatele teguritele lisandunud inimtegevusest põhjustatud kliima soojenemine. See muudab elutingimusi suuremal osal Maast inimese ja Maal praegu elavate teiste liikide jaoks ebasoodsamaks.

Seega, praegune kliima muutumine tegelikult tähendab kliima soojenemist inimtegevuse tagajärjel – see tähendab, et keskmised näitajad muutuvad. Kuna aga maailma eri paigus võivad terve planeedi peal toimuva soojenemise tagajärjel aga hoopis ilmad koledamaks (vihmasemaks ja tormisemaks) muutuda, räägitakse pigem kliimamuutustest.

### Kasvuhoooneefekt

Kasvuhoooneefekt on looduslik ilming, mis on hädavajalik maakera elustikule. Kui soojus kiirguks maapinnalt takistuseta tagasi, siis maakera keskmine temperatuur oleks  $-18$  kraadi praeguse  $+15$  kraadi asemel. Kogu maakera oleks siis kaetud jääga ja eluks kõlbmatu.

Suurem osa lühilainelisest päikesekiirgusest jõuab läbi atmosfääri maapinnale, osa sellest neeldub, ülejäänud peegeldub tagasi. Neeldumise tagajärjel maapind soojeneb ning hakkab omakorda kiirgama energiat, kuid juba pikalainelise soojuskiirgusena (infra-punakiirgusena). Lühilaineline päikesekiirgus läbib atmosfääri kergesti, kuid suur osa maapinnalt kiirguvast pikalainelisest soojuskiirgusest neeldub niinimetatud kasvuhooonegaasides.

Need soojuskiirgust neelavad gaasid töötavad nagu kasvuhooone klaaskatus – lasevad läbi Päikeselt Maale tuleva kiirguse, kuid takistavad soojuse tagasipeegeldumist Maalt maailmaruumi. Umbes pool Maalt soojuskiirgusega lahkuvast energiast kiiratakse kasvuhoooneefekti tõttu tagasi maapinnale.

Looduslik kasvuhoooneefekt on Maa kui elukeskkonna jaoks ülioluline. Probleem tekib siis, kui inimtegevuse mõjul suureneb kasvuhooonegaaside hulk oluliselt ja väga kiiresti. Maa keskmine temperatuur tõuseb ning kaasnevad kliimamuutused toimuvad kiiremini ja ulatuslikumalt, kui inimkond ja kõik ülejäänud elusorganismid suudavad sellega kohaneda.

### Peamised kasvuhoooneefekti põhjustavad gaasid

**H<sub>2</sub>O** – veeaur on suhteliselt nõrk kasvuhooonegaas, kuid atmosfääris on teda suhteliselt palju - kuni 4%. Inimtegevus ei mõjuta otseselt veeauru kontsentratsioon atmosfääris, see kasvab globaalsest soojenemisest tuleneva õhutemperatuuri tõusu tõttu.

**CO<sub>2</sub>** – süsinikdioksiidi ehk süsihappegaasi kontsentratsioon atmosfääris on tõusnud tööstusrevolutsiooni algusest 200 aasta jooksul 280 osakeselt miljoni osakese kohta praeguse 380 osakeseni miljoni osakese kohta. Kontsentratsiooni looduslik vahemik püsis eelneva 650 000 aasta jooksul 180 ja 300 osakese vahel miljoni osakese kohta. Süsihappegaasi soojendav mõju on ligikaudu  $1,66 \text{ W/m}^2$ , mis on ligi kaks korda rohkem kui teiste kasvuhooonegaaside (v.a veeauru) oma kokku. Süsinikdioksiid tekib peamiselt fossiilkütuste põletamisel, lageraiete tagajärjel, taimede, loomade ja inimeste hingamisel ning elusorganismide jäänuuste lagunemisel.

**CH<sub>4</sub>** – metaani eluiga on küll lühike, kuid 10 aasta jooksul neelab see 20–25 korda rohkem soojuskiirgust kui süsinikdioksiid terve sajandi jooksul. Inimtekkeline metaan on põhiliselt pärit energia tootmisest, gaasileketest, põllumajandusest (eelkõige riisipõllud) ning jäätmetest. Palju tekib metaani ka tselluloosi lagunemisel ka rohusööjate (näiteks lehmade) seedeprotsessis.

### Kliimamuutuse ajaloost

Kliimaolud on ajaloo jooksul muutunud kogu aeg. Maa viimase 400 000 aasta jooksul on olnud kolm perioodi, mil maakera keskmine temperatuur on olnud kõrgem kui praegu, ja alati on olnud soojenemise kaaslaseks süsihappegaasi sisalduse suurenemine atmosfääris. Süsihappegaas mängib olulist rolli atmosfääri peegelduva soojuskiirguse neeldumises maapinnale, püüdes selle kinni.

Kasvuhooneefekt on suurele osale elusorganismidele eluks hädavajalik nähtus, sest ilma kasvuhoonegaasideta atmosfääris oleks Maa keskmine temperatuur ligi 32 kraadi praegusest külmem. Probleem tekib siis, kui inimtegevuse käigus lendub atmosfääri liiga palju kasvuhoonegaase, mis põhjustabki temperatuuri tõusu.

### Mida toob meile kliimamuutus tulevikus?

Inimtegevuse tulemusel atmosfääri vabastatavad gaasid ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) avaldavad Maa kliimasüsteemile tugevat survet. Maa on teel uue tasakaaluseisundi poole, praegusest erinevasse ja soojemasse kliimastaadiumisse.

Soojemal planeedil on rohkem energiat, millega varustada tugevamaid torme. Tekivad intensiivsemad põuad ja tulvahood. Lisaks tõstavad rekordiliselt sulavad liustikud merevee taset ning jää alt vabanev maa kiirendab soojenemist veelgi (jää peegeldab soojuskiirgust, jää alt vabanenud maapind neelab).

Temperatuuri tõus 2–3 °C võrra põhjustab näiteks Gröönimaa jääkilbi pöördumatu sulamise, edasi järgneks Antarktika jää sulamine. Suure hulga magevee lisandumine ookeani võib tähendada, et siis ei saa sügav vesi enam tekkida ning konveier võib seiskuda, mis tingiks Gröönimaa ja Euroopa õhutemperatuuri kuni 8-kraadise languse.

Seega kliima soojenemine ja Gröönimaa liustike sulamine rikuks hoovuste konveieri tasakaalu ja tekitaks meil olulise jahenemise. Pikeneva vegetatsiooniperioodi tõttu kasvavad puud metsades kiiremini (juurdekasv on suurem), mistõttu väheneb ka puidu tihedus, mis omakorda suurendab tormikahjustuste ohtu. Ühtlasi on sellise puidu süsiniku talletamise efektiivsus ja puidu kütteväärtus madalam.

## 7. INFOKAART

## KLIIMAMUUTUSED

### Kliimapõgenikud maailmas

Äärmuslikud ilmastikunähtused, nagu tormid, üleujutused, kõrbestumine ja merevee taseme tõus, põhjustavad tihti pöördumatu muutusi inimeste elukeskkonnas ning sunnivad neid kodudest lahkuma. Kliima- ehk keskkonnapõgenikud on inimesed, kes ei saa muutunud keskkonningimuste tõttu oma kodukohas edasi elada ja peavad ümber asuma. See toob kaasa globaalse migratsiooni ja piirikonflikte.

Lisaks on paljude madalama sissetulekuga riikide suutlikkus puudulik, seal valitseb korruptsioon ning mõnel pool on takistuseks ka relvastatud konfliktid. Punase Risti andmetel on rohkem inimesi pidanud kodu jätma kliimamuutuste kui sõjaliste konfliktide tõttu. Teadlased prognoosivad, et 2-kraadisest temperatuuritõusust tingitud rannikualade üleujutused sunnivad 2100. aastaks elukohta vahetama umbes 100 miljonit inimest.

Valitsustevahelise Kliimamuutuste Nõukogu (IPCC) hinnangul võib maailmas aastaks 2050 olla 150 miljonit kliimapõgenikku. Ühe uuringu kohaselt suureneks Euroopasse saabuvate põgenike arv kliimapõgenike arvu hüppelise kasvu tõttu aastaks 2100 praegusega võrreldes kolmekordseks. Kui kliimasoojenemist õnnestuks piirata, kasvaks põgenike arv veerandi võrra.

## 8. INFOKAART

### Kliimapõgenikud Eestis

Eesti kliimas soojenevad ja lühenevad ilmselt talved. Nimelt on lumi ja pakane omamoodi piirivalvurid ja politseinikud, kes määravad paljude loomade asualade põhja- või lõunapiiri. Praegu end Eestis koduselt tundvad kooslused on siin välja kujunenud tuhandete aastate jooksul ja talved omamoodi kaitsevad neid uute konkurentide eest. Uued tulijad peaksid seega endale paiga leidma seniste asukate kulul.

Kliima soojenemine annaks selleks võimaluse, soodustades mitmekülmapelgliku liigi levikut põhja poole. Nende seas võib olla ka päris väikeseid uustulnukaid – haigusi tekitavaid baktereid ja viirusi, mis praeguste talvede ajal hävivad – ja see võib oluliselt nõrgendada meie looduse, sh inimese tervist.

Samamoodi hoiab külm meilt eemal suurema hulga pagulasi. Kliima soojenedes leiavad nad suurema tõenäosusega oma tee siia. See võib tekitada olukorra, kus eesti kultuuriline eripära võib sattuda ohtu. Samuti võib tänu soojadele suvedele lisanduda turiste, kes toovad omakorda riigile raha sisse.

Kasvuhoonegaaside heitmeid kärpimata kasvaks keskmine õhutemperatuur võrreldes tööstusajastueelse temperatuuriga 2,6–4,8 kraadi võrra. See tooks Euroopasse sajandi lõpuks aastas kuni 660 000 täiendavat kliimapagulast. Isegi, kui temperatuuritõus jääb alla 2 kraadi, võib põgenike arv suurenda hinnanguliselt 28% võrra.

## Loomad kliimapõgenikena

Muutuv kliima mõjutab taime- ja loomaliikide elukeskkonda. Mõnede liikide eluala laieneb, teistel kaob sobiv keskkond sootuks. Isegi 1,5-kraadise soojenemise korral sureb väga suure tõenäosusega 70–90% maailma korallidest, 2-kraadise soojenemise korral on aga suremus 99%.

Loomad peavad kas rändama sobivamasse elupaika või kohanema. Pehmemad talved ja vihmased suved suurendavad puukide arvu, seega sagenevad ka nende poolt levivad haigused. Näiteks puukentsefaliiti esineb ka koduloomadel, eriti koertel. Ühtlasi tingib kliima soojenemine ka sademete kasvu, mis annab liustikele paksust juurde.

Näiteks kliima soojenemisega kaotab Läänemeres elav viiherhüljes, kes poegib ainult jääl ning temperatuuri kasvades ei jääta enam meri, mistõttu ei saa viigrid poegida.

Kliima soojenemisest on võitnud näiteks šaakal, kelle levila ulatub Kesk-Aafrikast Lähis-Ida ja Kesk-Aasia kaudu Hindustani poolsaareni. 2013. aastal avastati, et šaakalid elavad ka Eesti looduses ning 2019. aasta juulis saadi kinnitust šaakali levikust Soome. Põhja poole liikumisest elab šaakal endiselt ka soojematel aladel.

## Kliima soojenemise ohvrid

Tööstusriigid toodavad üle poole atmosfäärisaastest, kuid neis elab vaid viiendik maailma elanikkonnast. Pikemas perspektiivis mõjutavad kliimamuutused kõiki planeedi Maa elanikke, kuid esmajärjekorras ja kõige tõsisemalt kannatavad kõige vaesemad inimesed madalama sissetulekuga riikides.

Esiteks elavad nad kliimamuutuste suhtes kõige haavatavamates regioonides (Aafrika, Aasia suurte jõesuudmete piirkonnad, väikesed saareriigid) ja nende elatis sõltub otseselt loodusvaradest. Teiseks on nad kõige vähem suutelised muutlike ja äärmuslike ilmaolude ning muude kliimamuutustega toime tulema, kuna neil puudub selleks raha ja tehnika. Kliimamuutustega seotud raskused varieeruvad piirkonniti ja kujutavad endast keerukat eri tegurite koosmõju.

Äärmuslike ilmastikunähtuste sagenedes ohustavad arengumaid üha intensiivsemad üleujutused. Kliima soojenemine teeb ka aastatuhande arengueesmärkide täitmise arengumaade jaoks oluliselt raskemaks. Näiteks 2-kraadise temperatuuritõusuga väheneb Aafrikas ja Lõuna-Aasias sisemajanduse koguprodukt 4–5%, samal ajal kui tööstusriikides jääb kadu 1% piiresse. Kaod on põhjustatud kliimamuutuste mõjust põllumajandusele, mis on Aafrikas ja Lõuna-Aasias põhiline majandusallikas.

## Inimese toitumus

Lihatoiduline loom ehk karnivoor on loom, kes toitub teistest loomadest. Karnivoori vastand on herbivoor ehk taimtoiduline loom. Omnivoor sööb kõike, nii liha- kui ka taimetoitu.

Täielikud lihasööjad toituvad põhiliselt lihast, kuid võivad tarbida ka vähesel määral taimset toitu. Karnivooridel on füüsiliselt välja arenenud väga lühike seedesüsteem, kihvad ja küünised, ning silmade asetus vaatega ettepoole.

Herbivooride organism on kohastunud seedima kiudainerikast toitu. Paljudel on välja arenenud laiad hambad, millega saab tarbida kõvema materjale. Paljudel taimtoidulistel loomadest on välja arenenud kaheosaline magu, mis aitab seedida taimset toitu, mida on palju raskem seedida kui loomset toitu. Lisaks on neil silmad pea külgedel, et märgata lähenevat kiskjat. Herbivoorid kulutavad sageli enamuse oma ärkveloleku ajast söömisele, et vajalikke toitaineid kätte saada, on neil tarvis tarbida väga suuri koguseid.

Ei ole määratud selget piiri karnivoori ja omnivoori vahel – see tähendab, et pole kindlat protsenti, kui palju loom peaks liha sööma, et olla loetud karnivooride, mitte omnivooride sekka.

Inimene on omnivoorne liik vaatamata sellele, et mõned inimesed söövad ainult taimset toitu ja mõned loomset päritolu toitu.

## Mahe- versus tavapõllumajandus

Mahetalude põldudelt ja nende ümbrusest leiab reeglina rohkem taime- ja loomaliike kui tavapõldude lähistelt. Samuti on parem vee- ja mullakvaliteet. Kuid enamasti jääb mahetootmise meetodeid kasutades saak hektari kohta 19–25% väiksemaks.

Umbes 95% kasvatatavatest põllukultuuridest on aretatud just tavatootmise jaoks, seega eraldi mahepõllunduse tarbeks aretatud sordid võiksid tulevikus rohkem saaki anda. Sama koguse toidu tootmiseks vaid mahetootmise meetodite kasutamine võib kahjustada maakasutuse arvelt keskkonda tavatootmisest rohkem.

Maailma madalama sissetulekuga riikides on põllumeeste kehv tervis tõsine probleem, kuna nad ise puutuvad taimekaitsevahenditega kokku.

Orgaaniline kaup ei pruugi alati olla väikseima ökoloogilise jalajäljega (näiteks kui seda transporditakse kaugelt). Mahetoidus leidub võrreldes tavatoiduga vähem taimekaitsevahendite jääke. Kuid pestitsiidijääkide lubatud piirmäär toidus on läänemaailmas sedavõrd madal, et selle söömisega ei kaasne uuringute järgi olulisi terviseriske.

## Lihatootmine

Üks suurematest ohtudest maailma looduse mitmekesisusele on põllumajanduse ja karjamaade laienemine seni puutumatusesse ümbruskondadesse. Kui väikesel territooriumil hoitakse korraga palju loomi, on haigestumisrisk alati suur. Seetõttu manustatakse kasvatavatele loomadele antibiootikume, et haigestumist ennetada. Loomadele antakse tavaliselt sarnaseid antibiootikume, mis inimestelegi.

Tulemuseks on bakterite muteerumine ning antibiootikumide suhtes resistentseks muutumine. Need bakterid võivad seejärel sattuda liha süües ka meie kehasse ning antibiootikumid siis enam ei toimi, sest bakterid on nende suhtes vastupanuvõimelised. Liha oleks uuringute järgi vaja süüa umbes poole vähem, et selliseid kliimamõjusid vähendada.

Loomasööda kasvatamisel väetamisest tekkivad ülearused toitained tekitavad vetikate, bakterite ning meretaimede vohamise. Sellised aeroobsed organismid kasutavad ära kogu hapniku merevees, mistõttu on tulemuseks surmatsoon, mis mereelustikule eluks sobilik ei ole.

2050. aastal peavad põllumehed üleilmse lihanõudluse rahuldamiseks tootma 150 miljoni tonni rohkem liha kui praegu.

## Lennundus ja kliimamuutus

Kuigi lennundus on muude majandusharudega võrreldes suhteliselt väikesemahuline tööstus, on selle mõju maailma kliimasüsteemile ebaproportsionaalselt suur.

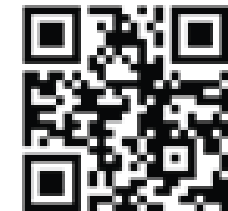
See ulatub 4–9%-ni kogu inimtegevuse kliimamuutusi põhjustavast mõjust. Ning protsent kasvab veelgi, sest lennundus on üks suurema arengupotentsiaaliga transpordiliike.

Ajal, kui meil on hädasti vaja inimtegevuse mõju keskkonnale vähendada, jätkub lennunduses kasvuhoonegaaside emissioonide suurenemine. Näiteks alates 1990. aastast on rahvusvahelisest lennutranspordist tekkivate CO<sub>2</sub> heitmete kogus suurenenud 83%.

Lennundus kasvab kiiresti osaliselt seadusloome ja maksupoliitika tulemusel, mis ei arvesta lendamise tegeliku hinda keskkonnale. Kliimamuutuse põhjustajatena osutuvad „odavad“ hinnad kulukateks ja inimele üle jõu käivateks.

Võrreldes teiste transpordiliikidega, nagu autosõit või rongiliiklus, on õhutranspordil suurem mõju reisija sõidukilomeetri kohta, isegi pikemate vahemaade korral. See on ka kaubatranspordi liigina kõige emissioonimahukam.

**Uuri lisaks: lennureiside CO<sub>2</sub> arvutamine**



## Transport

Üha tavalisem on perekonnas mitme auto omanine ja jalgsi läbitavate vahemaade vähenemine. 2017. aastal oli Eesti summaarne kasvuhoonegaaside heitkogus 20,9 miljonit tonni. Ühe inimese keskmise aastase autosõiduga tekkiva süsiniku saab tasa teha istutades aastas vähemalt 30 puud, kogu oma eluaja jooksul seega ligi 2000 puud.

Puhkuse ajal meeldib meile reisida ja sageli eelistatakse Eestimaa avastamise asemel käia välismaal. Kaugemale reisisid tuleb aga kasutada transpordivahendeid, on selleks auto, lennuk, laev või midagi muud – need kõik mõjutavad keskkonda. Reisisid kodumaal, säästetakse lennureisidest tekkivat CO<sub>2</sub> kogust. Näiteks Tenerifele reisimisel tekib edasi-tagasi lennates ühe inimese kohta pea 700 kg CO<sub>2</sub>.

**Uuri lisaks, kui palju süsihappegaasi vabaneb, kui kasutada erinevad transpordivahendeid:**



## Elektri-, bensiini- või gaasiautod

Praegu kasutataval tehnoloogial põhinevate elektriautodega tuleb sõita keskmiselt kuni viis aastat, et nende tootmisel ja käitamisel vallanduks vähem süsihappegaasi, kui bensiiniauto puhul. Teisalt sõltub täpne tasuvusaeg veel kümnetest pisiasjadest.

Märksa kiiremini avaldub kasu juhul, kui omanik sõidab autoga vaid linnas. Veel parem on, kui elektriautot kasutatakse sõidujagamiseks või taksona. Elektriautode tootmine ja utiliseerimine nõuab tavaautode valmistamisest olulisest rohkem loodusressursse. Süsihappegaasi vallandub selle käigus peaaegu kaks korda rohkem. Sellest omakorda saab kanda suurema osa akude arvele, mida arendades saaks elektriautosid veel „ökomaks“ muuta.

Veel on variant kütusena kasutada gaasi (CNG). Keskkonna seisukohalt on positiivne, et CNG tanklates müüakse 100% biometaanit, mida käsitletakse täiesti CO<sub>2</sub> neutraalsena. Lisaks edendatakse biometaanit kasutamisel kohaliku jäätmeringlust, millega muuhulgas vähendatakse fossiilsete kütuste impordivajadust ning millel on seetõttu positiivne efekt ka riigi väliskaubandusbilansile. Tartus sõidavad alates 1. juulist 2019 kõik linnaliinibussid just gaasikütusel.