

VALITSUSTEVAHELINE KLIIMAMUUTUSTE PANEEL (IPPC)

Maailma Meteoroloogiaorganisatsioon (WMO)

ÜRO Keskkonnaorganisatsioon (UNEP)

**Valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli ja**

*(Intergovernmental Panel for Climate Change e IPPC) ja*

**Montreali protokollide tehniliste ja majanduslike hinnangute paneeli**

*(Technology and Economic Assessment Panel e TEAP)*

## ERIRUANNE

# KAITSTES OSOONIKIHTI JA ÜLEMAAILMSET KLIIMASÜSTEEMI: FLUOROSÜSIVESINIKE JA PERFLUOROSÜSINIKEGA SEOTUD KÜSIMUSED

Poliitikategijatele suunatud kokkuvõte

IPCC sekretariaat, c/o WMO, 7bis, Avenue de la Paix, C.P. N° 2300, 1211 Genf 2, Šveits

Telefon: +41 22 730 8208/8254/8284 Faks: +41 22 730 8025/8013

E-post: IPCC-Sec@wmo.int veebiaadress: <http://www.ipcc.ch>

# Sisukord

<b>1. Sissejuhatus</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Halogeenitud süsinikud, osoonikihti kahanemine ja kliimamuutused</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kuidas on OKAde ja nende asendusained mõjutanud Maa kliimat ja osoonikihti nii minevikus kui ka praegu? .....	5
2.2 Kuidas mõjutab osoonikihti kahandavate ainete järkjärguline kasutuselt kõrvaldamine kliimamuutusi? .....	6
2.3 Kuidas mõjutab OKAde asendamine õhukvaliteeti ning atmosfäärikeemiaga seotud keskkonnaprobleeme? .....	7
<b>3. Tootmine, “pangad” ja emissioonid</b> .....	<b>9</b>
3.1 Kuidas on tootmine, “pangad” ja emissioonid omavahel seotud? .....	9
3.2 Mida räägivad atmosfääri kontsentratsiooni vaatlused “pankadest” ja emissioonidest? .....	9
3.3 Milliseid muutusi võiksid “pangad” ja emissioonid läbi teha aastatel 2002 kuni 2015?.....	9
<b>4. Osoonikihti kahandavate ainete järkjärgulise kasutuselt kõrvaldamise ja kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamise võimalused</b> .....	<b>12</b>
4.1 Missugused võimalused on kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamiseks ning kuidas neid võimalusi hinnata? .....	12
4.2 Millised võimalused on vähendada emissioone erinevates sektorites aastaks 2015 ja kui palju see maksab? .....	13
4.3 Milliseid meetmeid ja vahendeid praegu rakendatakse?.....	15
4.4 Mida võib öelda HFCde ja PFCde kättesaadavuse kohta arengumaades tulevikus? .....	17

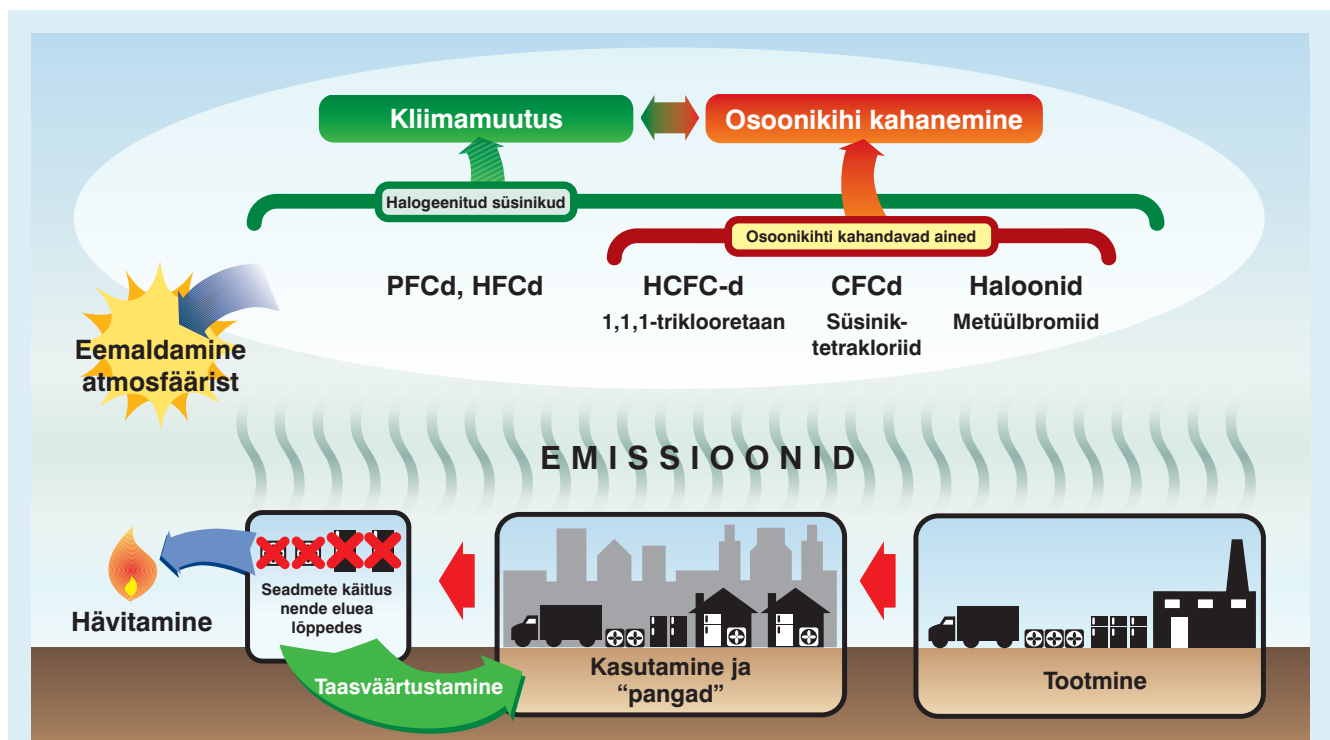
---

# 1. Sissejuhatus

Käesolev aruanne on koostatud vastuseks ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC)<sup>1</sup> ja osoonikihti kahandavate ainete Montreali protokoll<sup>2</sup> otsustele valmistada ette poliitikatellijate suunatud tasakaalustatud ja tehniline aruanne, mis puudutaks ülemaailmset kliimasüsteemi mõjutavaid osoonikihti kahandavate ainete (OKAde) alternatiive ja nende mõju Maa kliimasüsteemile. Aruande on koostanud valitsustevaheline kliimamuutuste paneel (Intergovernmental Panel for Climate Change e IPCC) ja Montreali protokoll<sup>2</sup> tehnoloogia ja majanduslike hinnangute paneel (Technology and Economic Assessment Panel e TEAP).

Kuna OKAd põhjustavad stratosfääris paikneva osoni-

kihi kahanemist<sup>3</sup>, kontrollib nende tootmist ja kasutamist Montreali protokoll, eesmärgiga nii arenenud kui ka arengumaade hulka kuuluvate Montreali protokoll<sup>2</sup> osapoolte ühiste jõupingutustega need ained järk-järgult kasutuselt kõrvaldada. Nii OKAd kui ka terve hulk nende asendusaineid on ühtlasi kasvuhoonegaasid, mis põhjustavad kliima soojenemist (vt joonis SPM-1). Mõned OKAde alternatiivid, eriti fluorosüsiivesinikud (HFCd) ja perfluorosüsiivesinikud (PFCd), on hõlmatud ka ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni ja selle Kyoto protokolliga. Osoonikihi kaitsmiseks valitud meetmed võivad mõjutada kliimamuutusi ning ka kliimamuutused võivad kaudselt mõjutada osoonikihti.



**Joonis SPM-1.** Käesolevas aruandes on käsitatud peamisi probleeme kajastav skemaatiline diagramm. Täielikult halogeenitud klorofluorosüsiivesinikud (CFCd), haloonid ja osaliselt halogeenitud klorofluorosüsiivesinikud (HCFCd) põhjustavad osoonikihi kahanemist ja kliimamuutusi, samas kui fluorosüsiivesinikud (HFCd) ja perfluorosüsiivesinikud (PFCd) põhjustavad ainult kliima soojenemist. Viimaseid kasutatakse osoonikihti kahandavate ainete asemel, kuna osoonikihti kahandav potentsiaal neil ainetel puudub. Punasega märgitud gaasid on hõlmatud Montreali protokoll<sup>2</sup> ning selle lisade ja muudatustega<sup>4</sup>, samas kui rohelisega on tähistatud ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) ja selle Kyoto protokolliga kaetud gaase. Käesolevas aruandes käsitletakse järgmisi võimalusi halogeenitud süsiinike emissioonide vähendamiseks: "heade tavade" rakendamine, kogumine, taasväärtustamine, toodete ja olemasolevate "pankade"<sup>5</sup> hävitamine ning alternatiivsete protsesside või ainete kasutamine, mille globaalse soojenemise potentsiaal on väiksem või tähtsusetu.

<sup>1</sup> Otsus 12/CP.8, FCCC/CP/2002/7/Add.1, lk 30

<sup>2</sup> Otsus XIV/10 UNEP/OzL.Pro.14/9, lk 42

<sup>3</sup> Käesolevas aruandes tähendab osoon stratosfääris paiknevat osoni, kui pole märgitud teisiti

<sup>4</sup> Edaspidi Montreali protokoll

<sup>5</sup> "Pangad" tähendavad olemasolevates seadmetes, vahetudes ja toodetes sisalduvaid ainete kogumahtu, mis pole veel atmosfääri vabanenud, ning samuti keemiliste ainete ladudes sisalduvates ainete kogust

Käesolev aruanne käsitleb OKAde ja nende asendusainete koguemissioonide mõju kliimasüsteemile ja osoonikihile. Sealhulgas loob ta võimaluse aru saada, kuidas asendamise meetmed võiksid mõjutada globaalset soojenemist. Aruanne ei sea eesmärgiks täiel määral käsitleda asendusmeetmete mõju osoonikihile.

Käesolev aruanne käsitleb ka võimalusi alternatiivsete ainete ja tehnoloogiate kasutuselevõtuks erinevates sektorites eesmärgiga vähendada kasvuhoonegaaside (KHG) emissioone. HFCde ja PFCde emissioone käsitletakse sel määral, kui nad on seotud OKAde asendamisega. Alumiiniumi ja pooljuhtide tootmises või muudes sektoritest pärinevaid HFCde ja PFCde emissioone pole käesolevas aruandes kajastatud.

Osoonikihti kahandavate ainete ja nende asendusainete HFC/PFC peamised kasutusala on külma- ja kliima-

seadmed, vahud, aerosoolid, tuletõrjesüsteemid ja lahustid. Nende ainete emissioonid pärinevad tootmisest ning gaaside tahtmatust vabanemisest pooltoodetest, samuti tahtlikku emissiooni tekitavatest kasutusviisidest, aurutumisest ja leketest seadmetest ja toodetest nende kasutamise, testimise, hooldamise ja jäätmekäitluse toimingute käigus.

Mis puudutab spetsiifilisi emissioonide vähendamise võimalusi, siis ulatub käesolev aruanne ettevaatavalt aastani 2015. Selle perioodi kohta on neile kiiresti arenevatele sektoritele olulise turupotentsiaaliga asendusainete kohta usaldusväärne kirjandus olemas. Käsitletud on tehnilisi lahendusi, potentsiaalseid kontrollimeetodikaid ja energia tarbimisega seotud kaudseid emissioone<sup>6</sup>, samuti maksumust, mõjusid inimeste tervisele ja ohutusele, õhu kvaliteedile ning tulevikus kättesaadavust.

---

<sup>6</sup> Tuleb märkida, et rahvuslike inventuure koostavad spetsialistid kasutavad terminit "kaudne emissioon", pidades spetsiifiliselt silmas kasvuhoonegaaside selliseid emissioone, mis tekivad keskkonnas teiste ainete lagunemisel. See käsitlus ei lange kokku käesolevas aruandes kasutatuga, mis käsitleb selle mõiste all energeetikaga seotud CO<sub>2</sub> emissioone, mida ühendatakse Elutsükli hindamises (*Life Cycle Assessment* e *LCA*) käsitletavate lähenemistega nagu Summaarne Ekvivalentne Soojenemise Mõju (*Total Equivalent Warming Impact* e *TEWI* või Elutsükli mõju kliima soojenemisele (*Life Cycle Climate Performance* e *LCCP*)).

---

## 2. Halogeenitud süsinikud, osoonikihti kahanemine ja kliimamuutused

### 2.1 Kuidas on OKAde ja nende asendusained mõjutanud Maa kliimat ja osoonikihti nii minevikus kui ka praegu?

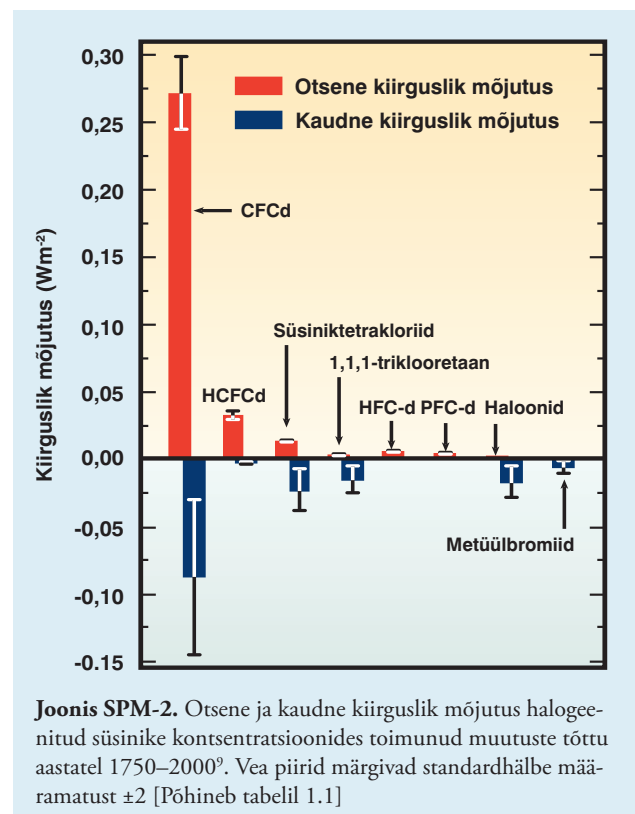
Halogeenitud süsinikud, eriti OKAd, on kaasa aidanud otsesele positiivsele kiirguslikule mõjutusele<sup>7</sup> ning sellega seotud ülemaailmsele maapinna temperatuuri kasvule (vt joonis SPM-2). Arvatakse, et perioodil 1750–2000 on tööstuslikult toodetud OKAde ning OKAde hulka mittekuuluvate halogeenitud süsinike kasvust tingitud summaarne positiivne otsene soojussurve olnud hinnanguliselt  $0.34 \pm 0.03 \text{ W m}^{-2}$ , mis moodustab umbes 14% atmosfääris hästi läbisegunenud kasvuhooonegaaside hulga kasvust tingitud kogumõjust sellel perioodil. Suurem osa halogeenitud süsinike emissioonide kasvust on toimunud viimastel aastakümnetel. Aastatel 2001–2003 on CFCde kontsentratsioon atmosfääris olnud stabiilne või vähenenud (0–3% aastas, olenevalt gaasi tüübist), samal ajal kui haloonide ja nende asendusainete HCFC-de ja HFCde sisaldus tõusis (vastavalt 1 kuni 3%, 3 kuni 7% ja 13–17% aastas). [1.1, 1.2, 1.5, 2.3]<sup>8</sup>

Stratosfääris paikneva osoonikihti kahanemist märgati 1970ndate lõpus Antarktika kohal ning seda põhjustas peamiselt osooniga reageerivate kloori ja broomi kontsentratsioonide kasv, mis omakorda tekib antropogeensete OKAde, kaasa arvatud haloonid, CFCd, HCFCd, metüülkloroform ( $\text{CH}_3\text{CCl}_3$ ), süsiniktetrakloriid ( $\text{CCl}_4$ ), ja metüülbromiidi fotokeemilisest lagunemisest [1.3 ja 1.4] stratosfääris.

Osoonikihi hõrenemine põhjustab negatiivset kiirgusliku mõju kliimale, mis ongi OKAde kaudne jahenemise efekt või jahutav efekt? (vt joonis SPM-2). Osooni hulga muutuste globaalselt keskmistatud kiirgusliku mõjutuse panuseks peetakse käesoleval ajal umbes  $-0.15 \pm 0.10 \text{ W m}^{-2}$ . OKAde kaudse kiirgusliku mõjutuse suur määramatus tuleb peamiselt osoonihulga kahanemise detailse vertikaalse käigu umbmäärasusest. See negatiivne kiirguslik mõjutus on väga

tõenäoliselt<sup>10</sup> väiksem kui ainult OKAde positiivne otsene kiirguslik mõjutus ( $0.33 \pm 0.03 \text{ W m}^{-2}$ ). [1.1, 1.2 ja 1.5]

OKAdest tulenev soojenemine ning osoonikihi kahanemisest tulenev jahenemine on kaks selgelt eristatavat kliimakujuandamise mehhanismi, mis ei kutsu teineteist esile niisama lihtsalt. Osooni kahanemisest tekkiva jahenemise efekti ruumiline ja sesoonne jaotumine erineb soojenemisest põhjustatud vastavast jaotusest. Suhteliselt piiratud arv globaalse kliima modelleerimisel põhinevaid ja statistilisi uuringuid näitab, et osooni hulga vähenemine on üks mehhanismidest, mis võivad mõjutada troposfääri tsirkulatsiooni ja mõlema poolkera temperatuurijaotuse suhtes tähtsaid kliima muutumise mustreid. Siiski ei saa neis mustreis avastatud muutusi üksüheselt seostada osooni hulga vähenemisega [1.3, 1.5]



<sup>7</sup> Kiirguslik mõjutus on mõõt toimele, mille kaudu mingi tegur mõjutab Maa-atmosfääri süsteemis saabuva ja lahkuva energia tasakaalu. Ühtlasi on ta selle teguri tähtsust kajastav indeks tema kliima muutumist põhjustava potentsiaali mõttes. Teda väljendatakse ekvivalentse võimsusega – vatt ruutmeetri kohta ( $\text{Wm}^{-2}$ ). Iga kasvuhooonega põhjustab kiirguse neeldumise ja emissiooni läbi otsese kiirgusliku mõjutust ja võib põhjustada ka kaudset kiirgusliku mõjutust.

<sup>8</sup> Nurksulgudes olevad arvud osundavad põhjaruandes olevatele lõikudele, kus on esitatud alusinformatsioon ja viited.

<sup>9</sup> OKAde asendusainetena kasutatavad PFCd moodustavad PFCde kiirguslikust mõjutusest ainult väikese osa.

<sup>10</sup> Käesolevas aruandes on usaldusväärsuse hindamisel kasutatud järgmisi hindamisastmeid: väga tõeväärne (90–99% võimalikkus); tõeväärne (66–90% võimalikkus); ebatõenäoline (10–33% võimalikkus) ja väga ebatõenäoline (1–10% võimalikkus).

Igal gaasitüübil on olnud erinevad globaalset soojenemist ja osoonikihi kahanemist põhjustavad potentsiaalid (vt joonis 2), mis olenevad tema emissioonide ajaloost, efektiivsusest kasvuhoonegaasina, elueast atmosfääris ning igas molekulis olevast kloori ja/või broomi kogusest.

Broomi sisaldavad gaasid aitavad rohkem kaasa jahenemisele kui soojenemisele, samas kui CFCd ja HCFCd põhjustavad enam soojenemist kui jahenemist. HFCd ja PFCd põhjustavad ainult kliima soojenemist [1.5 ja 2.5].

## 2.2 Kuidas mõjutab osoonikihti kahandavate ainete järkjärguline kasutuselt kõrvaldamine kliimamuutusi?

Montreali protokolliga raames tehtud jõupingutused on viinud CFCde asendamisele HCFCdega, HFCdega, ning teiste alternatiivide ja/või protsessidega. Kuna asendusgaasidel on üldiselt madalam globaalne soojenemise potentsiaal<sup>11</sup> (*global warming potential* e *GWP*, eesti k *GSP*) ja kuna halogeenitud süsinike koguemissioonid on langenud, siis on ka nende CO<sub>2</sub>-ekvivalendile taandatud summaarne efekt vähenenud.

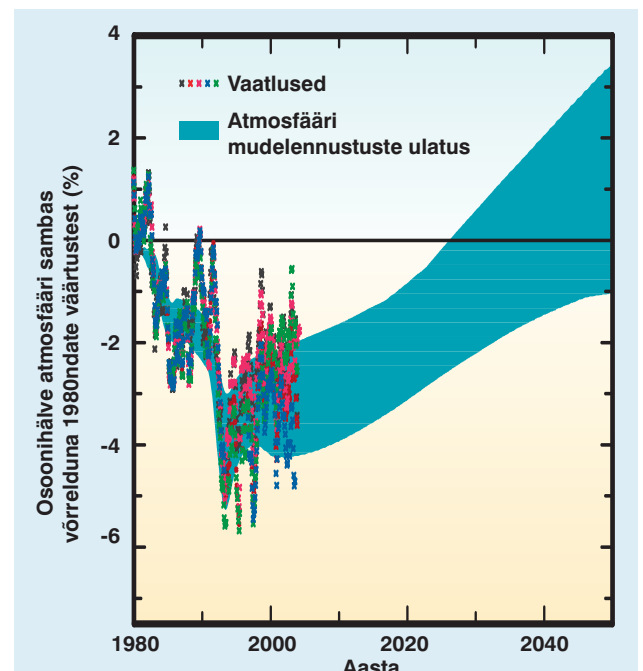
Montreali protokolliga raames tehtud jõupingutused on viinud CFCde asendamisele HCFCdega, HFCdega ning muude alternatiivide ja protsessidega. Kuna asendusgaasidel on üldiselt madalam globaalne soojenemise potentsiaal<sup>11</sup> (*GSP*), ja kuna halogeenitud süsinike koguemissioonid on langenud, on nende summaarsed CO<sub>2</sub>-ekvivalendile vastavad emissioonid vähenenud.

CFCde HCFCde ja HFCde atmosfäärivaatlustest tuletatud kombineeritud CO<sub>2</sub>-ekvivalendile vastavad emissioonid vähenesid koguselt umbes  $7.5 \pm 0.4$  GtCO<sub>2</sub>-ekv aastas 1990. a kuni koguseni  $2.5 \pm 0.2$  GtCO<sub>2</sub>-ekv aastas 2000. a, mis on vastavad ligikaudu 33% ja 10% terves maailmas fossiilkütuste põletamisest tingitud aastasele globaalsele CO<sub>2</sub> emissioonile. Stratosfääri klooritase on stabiliseerunud ja tõenäoliselt hakanud juba langema [1.2, 2.3 ja 2.5].

Ammoniaagi ja halogeenitud süsivesinike alternatiivide (HCd) eluiga atmosfääris ulatub päevadest kuudeni ja nende otsesel ja kaudsel kiirguslikul mõjul, mis on seotud nende kasutamisega alternatiividena, on globaalsele kliimale väga tõenäoliselt tähtsusetu mõju. Ilmselt on energia kasutamisega seotud emissioonide muutusi samuti vaja arvestada (Vt 4. osa, mis käsitleb põhjalikult OKAde asendamisvõimalusi) [2.5].

Valitsustevahelise Kliimapaneeeli (IPPC) Emissiooni-stsenaariumide Eriaruande (*Special Report on Emission Scenarios e SRES*) alusel käesolevas aruandes välja töötatud tavaarengu stsenaariumi kohaselt on HFCde otsene kiirguslik mõjutus aastal 2015 umbes  $0,030 \text{ W m}^{-2}$ ; ja PFC-de kiirguslik mõjutus umbes  $0,006 \text{ W m}^{-2}$ . Sellised HFCde ja PFCde kiirgusliku mõjutused moodustavad kõikidest hästisegatud KHG hinnatud kiirguslikest mõjutusest aastal 2015, arvestades OKAde osaks 10%, vastavalt 1,0% ja 0,2 %. Käesolev aruanne on keskendunud stsenaariumidele kuni aastani 2015. Sellest aastast edasi ulatava perioodi osas võeti SRESi stsenaarium arvesse, kuid ümberhindamist ei tehtud. Need SRESi stsenaariumid pakuvad HFCde kiirgusliku mõjutuse märgatavat kasvu järgnevatel kümnenditel, kuid hinnangud tunduvad väga ebamäärased kasvavate ebamääraste tõttu tehnoloogias ja keskkonnapoliitikas. [1.5, 2.5, 11.5]

Vaatluste ja mudelarvutuste põhjal võib väita, et ülemaailmne osoonikihi kahanemine on nüüdseks stabiliseerunud (vt joonis SPM-3). Kuigi osoonikihi paksus kõigub aastast aastasse üsna tublisti, sealhulgas polaarpiirkondades, kus osooni vähenemine on suurim, võib osoonikihi ilmse taastamise märke oodata alles tulevastel aastakümnetel, eeldades, et Montreali protokolliga nõudeid jätkuvalt täidetakse. [1.2 ja 1.4]



Joonis SPM-3. Väikeste Troopiliste ja keskklaiuste (60°S–60°N) atmosfääri samba vaadeldud ja modelleeritud osoonikogused protsendilise hälbena 1980ndate näitustest väärtustest [Joonis 1.7]

<sup>11</sup> Globaalne soojenemise potentsiaali (GSP) näitajad võrdlevad KHG pulssemisiooni mõju kliimale määratud ajavahemiku jooksul sama CO<sub>2</sub> koguse suhtes.

**Pikemas perspektiivis võivad kasvuhoonegaaside suurenenud emissioonid üha enam mõjutada ka osoonikihti, jahutades stratosfääri ja muutes selle tsirkulatsiooni.**

Jahtumise ja OKAde kontsentratsiooni vähenemise tulemusel võiks osooni hulk stratosfääris enamasti suureneda, kuid mõnedes piirkondades, sealhulgas Arktikas, ka väheneda. Kliima muutumisega seotud atmosfääri tsirkulatsiooni muutumisest tulenevad efektid võivad olla nimetatud tegurite mõjust suuremad ja seetõttu jääb kasvuhoonegaaside sisalduse kasvu summaarne mõju osooni koguhulgale käesoleval ajal ebamääraseks nii suuruse kui ka märgi poolest. Praeguste mudelite alusel on Antarktika kohal vaadeldava "osooni-  
augu" tekkimine Arktika kohale väga ebatõenäoline. [1.4].

**CFCde, HCFCde, HFCde ja PFCde ning haloonide emissioonide kliimat soojendavad ja jahendavad efektid sõltuvad gaasi elueast, tema keemilistest omadustest ja emissiooni ajast (vt tabel SPM-1).** Enamiku HFCde ja HCFCde eluiga atmosfääris kõigub umbes ühest aastast kuni 20 aastani, mõnede HFCde ja enamiku CFCde ning haloonide puhul kümnetest aastatest sadadeni. PFCde eluiga atmosfääris on 1000 kuni 10 000 aastat. Halogeenitud süsinike otsene globaalse soojenemise potentsiaal kõigub vahemikus 5 kuni 10 000 aastat. OKAde kaudne jahutav efekt taandub tõenäoliselt pärast osoonikihi varasema seisundi taastumist, seega selle efektiga seotud GSPd sõltuvad emissioonide toimumise ajast, Montreali protokolliga tingi-

muste järgimisest ja gaaside eluigadest atmosfääris. Kaudsetes GSPdes ilmnevad palju suuremad ebamäärased kui otsetes GSPdes [1.5, 2.2 ja 2.5].

### 2.3 Kuidas mõjutab OKAde asendamine õhukvaliteeti ning atmosfäärikeemiaga seotud keskkonnaprobleeme?

**OKAde vahetamisel kliima- ja külmutussüsteemides ning vahtude tootmisel HFCde, PFCde ja muude gaasidega nagu süsivesinikud ei arvata olevat olulist mõju troposfääri keemiale. Õhukvaliteet võib väikeses ulatuses saada mõjutatud emissiooniallikate lähedal ja selline mõju võib tekitada muret piirkondades, kus on raskusi õhukvaliteedile kehtestatud normides püsimisega. [2.4 ja 2.6].**

**HFCde ja HCFCde lagunemisel tekkivad püsivad ained (nagu trifluoroetaanhape) eemaldatakse atmosfäärist sadestuse ja väljapesu kaudu. Siiski viitavad praegused keskkonnariskide analüüsid ja seirealased uuringud, et selle tulemusel ei teki selliseid kontsentratsioone, mis võiksid ökosüsteeme oluliselt kahjustada.** Trifluoroetaanhape mõõtmised merevees näitavad, et selle aine inimtekkelised allikad on väiksemad kui looduslikud, kuid looduslikke allikaid pole täielikult kindlaks tehtud [2.4].

**Joonis SPM-1.** Halogeenitud süsinike GSPd hinnatuna Montreali protokoll, ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) ja selle Kyoto protokoll alusel ning kontrollituna käesolevas aruandes CO<sub>2</sub> suhtes järgneva 100 aasta ulatuses koos nende gaaside eluigade ja GSPde väärtustega, mida on kasutatud ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni aruandluses. Sinisega (tumedama varjutusega) on tähistatud Montreali protokoll alused gaasid ja kollasega (heledam varjutus) ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni alused gaasid. [Tabelid 2.6 ja 2.7].

Gaas	Otsese kiirgusliku mõjutuse GSP <sup>a</sup>	Kaudse kiirgusliku mõjutuse GSP (Emissioonid aastal 2005 <sup>b</sup> )	Eluiga (aastates)	Kliimakonventsiooni aruandlus GSP <sup>c</sup>
<b>CFC-d</b>				
CFC-12	10,720 ± 3750	-1920 ± 1630	100	puudu <sup>d</sup>
CFC-114	9880 ± 3460	Hindamata	300	puudu <sup>d</sup>
CFC-115	7250 ± 2540	Hindamata	1700	puudu <sup>d</sup>
CFC-113	6030 ± 2110	-2250 ± 1890	85	puudu <sup>d</sup>
CFC-11	4680 ± 1640	-3420 ± 2710	45	puudu <sup>d</sup>
<b>HCFCd</b>				
HCFC-142b	2270 ± 800	-337 ± 237	17,9	puudu <sup>d</sup>
HCFC-22	1780 ± 620	-269 ± 183	12	puudu <sup>d</sup>
HCFC-141b	713 ± 250	-631 ± 424	9,3	puudu <sup>d</sup>
HCFC-124	599 ± 210	-114 ± 76	5,8	puudu <sup>d</sup>
HCFC-225cb	586 ± 205	-148 ± 98	5,8	puudu <sup>d</sup>
HCFC-225ca	120 ± 42	-82 ± 55	1,3	puudu <sup>d</sup>
<b>HFCd</b>				
HFC-23	14,310 ± 5000	-0	270	11 700
HFC-143a	4400 ± 1540	-0	52	3 800
HFC-125	3450 ± 1210	-0	29	2 800
HFC-227ea	3140 ± 1100	-0	34,2	2 900
HFC-43-10mee	1610 ± 560	-0	15,9	1 300
HFC-134a	1410 ± 490	-0	14	1 300
HFC-245fa	1020 ± 360	-0	7,6	- <sup>e</sup>
HFC-365mfc	782 ± 270	-0	8,6	- <sup>e</sup>
HFC-32	670 ± 240	-0	4,9	650
HFC-152a	122 ± 43	-0	1,4	140
<b>PFC-d</b>				
C2F6	12,010 ± 4200	-0	10 000	9200
C6F14	9140 ± 3200	-0	3 200	7400
CF4	5820 ± 2040	-0	50 000	6500
<b>Haloonid</b>				
Haloon-1301	7030 ± 2460	- 32,900 ± 27,100	65	puudu <sup>d</sup>
Haloon-1211	1860 ± 650	- 28,200 ± 19,600	16	puudu <sup>d</sup>
Haloon-2402	1620 ± 570	- 43,100 ± 30,800	20	puudu <sup>d</sup>
<b>Muud halogeenitud süsinikud</b>				
Süsiniktetrakloriid (CCl <sub>4</sub> )	1380 ± 480	-3330 ± 2460	26	puudu <sup>d</sup>
Metüülkloroform (CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub> )	144 ± 50	-610 ± 407	5,0	puudu <sup>d</sup>
Metüülbromiid (CH <sub>3</sub> Br)	5 ± 2	-1610 ± 1070	0,7	puudu <sup>d</sup>

<sup>(a)</sup> Globaalse soojenemise potentsiaali määramatuseks positiivse kiirgusliku mõjutuse osas on ±35% (2 standardhälvet) (Valitsustevaheline kliimamuutuste paneel, 2001).

<sup>(b)</sup> Globaalse soojenemise potentsiaali näitajate määramatuse kaudse negatiivse kiirgusliku mõjutamise osas arvestatakse osoonikihi taastumisele kuluvat aega ning samuti osoonikihi kahanemisest tulenevat negatiivset kiirguslikku mõjutust.

<sup>(c)</sup> ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) raporteerimisjuhend kasutab Valitsustevahelise kliimamuutuste paneeli (IPCC) teises hindamisaruandes esitatud globaalse soojenemise potentsiaali väärtusi (vt FCCC/SBSTA/2004/8, <http://unfccc.int/resource/docs/2004/sbsta/08.pdf>).

<sup>(d)</sup> ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni ei hõlma OKAsid.

<sup>(e)</sup> Valitsustevahelise kliimapaneeeli (IPPC) teine aruanne ei sisalda HFC-245fa või HFC-365mfc globaalse soojenemise potentsiaali (GSP) väärtusi. Siiski sisaldab ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) raporteerimisjuhend sätteid, mis puudutavad kõikide kasvuhooonegaaside emissioonidest raporteerimise vajadust, mille jaoks valitsustevahelise kliimapaneeeli hinnatud GSP väärtused olemas on.



## 3. Tootmine, “pangad” ja emissioonid

### 3.1 Kuidas on tootmine, “pangad” ja emissioonid omavahel seotud?

Praeguseid OKAde ja nende alternatiivide emissioone määrab suures osas välja kujunenud ajalooline kasutustava. CFCde ja HCFCde korral pärineb oluline osa emissioone (nii praegu kui ka tulevatel aastakümnetel) nende ainete “pankadest”. Nende CFC ja HCFC emissioonide piiramiseks pole kehtestatud õiguslikke sätteid ei Montreali protokoll, ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCC) ega selle Kyoto protokoll raames, kuigi mõned riigid on sel otstarbel kehtestanud efektiivse riikliku poliitika. “Pankade” all mõeldakse olemasolevates seadmetes, vahetudes ja toodetes ning keemiliste ainete ladudes sisalduvate ainete kogumahtu, mis pole veel atmosfääri vabanenud (vt joonis SPM-1).

HFCdel töötavate (suhteliselt) uute seadmete “pankade” ülesehitus võib täiendavate meetmete puudumisel oluliselt mõjutada ka pärast 2015. a aset leidvaid emissioone.

### 3.2 Mida räägivad atmosfääri kontsentratsiooni vaatlused “pankadest” ja emissioonidest?

Atmosfääris olevate kontsentratsioonide vaatlused, ühendatuna tootmist ja kasutust iseloomustavate andmetega, võivad küll viidata “pankade” tähtsusele, kuid mitte näidata nende täpset suurust. CFC-11 aja CFC-12 emissioonide kõige täpsemad hinnangud on saadud atmosfääri-kontsentratsioonide vaatlustest. Niiviisi määratud emissioonid on nüüd suuremad kui praegu nende ainete tootmisega seotud emissioonid, mis näitab, et oluline osa nendest emissioonidest pärineb minevikus tekkinud “pankadest”. Atmosfääri-kontsentratsioonide vaatlused näitavad, et HFC-134a globaalsed emissioonid on praegu väiksemad kui aruannetes näidatud tootmises, mis tähendab, et “pank” kasvab. Atmosfääris olev HFC-134a kogus usutakse olevat võrdne “pankades” oleva kogusega. [2.5 ja 11.3.4].

CFC-11 ja mõnede muude gaaside kasutusmodelite kohta puuduv informatsioon muudab raskeks praegusele tootmisele ja kasutusele lisanduvate emissioonide määra hindamise. Allikate kindlaksmääramiseks on veel vaja tööd teha.

### 3.3 Milliseid muutusi võiksid “pangad” ja emissioonid läbi teha aastatel 2002 kuni 2015?

CFCde, HCFCde, HFCde ja PFCde “pank” arvati 2002. aastal vastavat umbes 21 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalendile<sup>12,13</sup>. Tavaarengu stsenaariumi kohaselt väheneb “pank” kuni 18 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalendini aastaks 2015<sup>14</sup>. [7, 11.3 and 11.5].

2002. a oli CFCde, HCFCde ja HFCde “pank” vastavalt umbes 16, 4 ja 1 GtCO<sub>2</sub>-ekv (vt joonis SPM-4). 2015. a on tavaarengu stsenaariumi kohaselt nende ainete “pangad” vastavalt 8, 5 ja 5 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalenti. OKAde asendamiseks kasutusele võetud PFC-de “pank” oli 2002. a umbes 0,005 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalenti.

Külmamajandusega, statsionaarsete ja mobiilsete kliimaseadmetega<sup>15</sup> seonduvad “pangad” arvatakse kahanevat umbes 6-lt 1-le GtCO<sub>2</sub>-ekvivalendile perioodil 2002–2015. See toimub peamiselt ainete atmosfääri vabanemise ja osaliselt ka ainete kogumise kaudu enne seadmete demonteerimist ning samuti hävitamise kaudu. Vahetudes paiknevad CFC “pangad” arvatakse samal perioodil vähenevat palju aeglasemalt (10-7 GtCO<sub>2</sub>-ekv), mis peegeldab vahetude “pankades” paiknevate emissioonide palju aeglasemat vabanemist, võrreldes sama mahuga külma- ja kliimasektori “pankadega”.

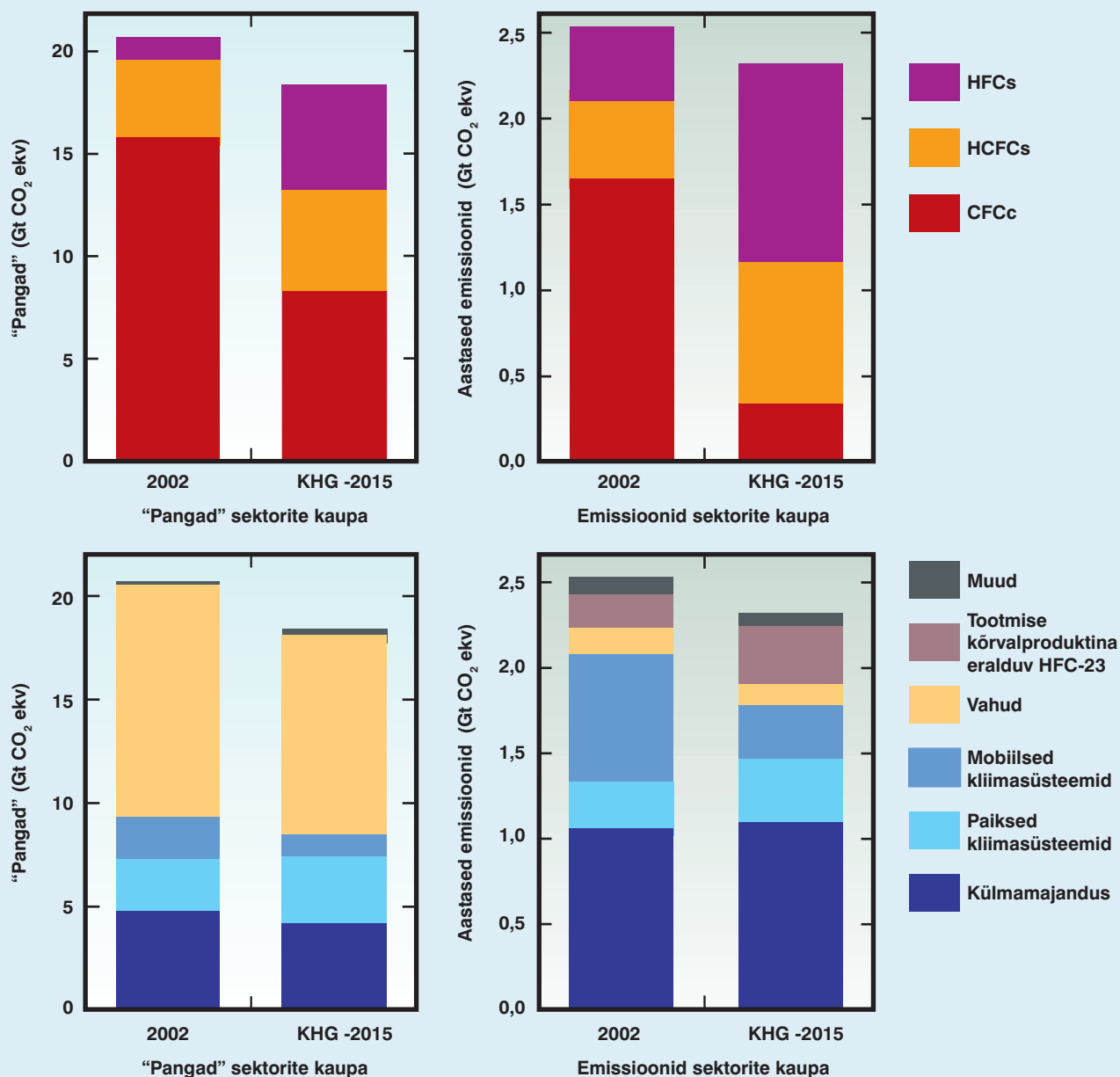
Tekkima on hakanud ka HFC “pangad” ja hinnatakse, et nende suurus ulatub 2015. a umbes 5 GtCO<sub>2</sub>-ekv. Sellest moodustab vahetudes paiknev HFC ainult 0,6 GtCO<sub>2</sub>-ekv, kuid see number arvatakse tõusvat pärast 2015. a.

<sup>12</sup> Kasvuhoonegaaside emissioonid ja “pangad” väljendatuna CO<sub>2</sub>-ekvivalendis kasutavad otsese globaalse kiirgusliku mõjutuse globaalse soojenemise potentsiaale (GSP) 100aastases ajalisel perspektiivis. Kui pole teisiti märgitud, kasutatakse käesolevas aruandes kõige viimaseid GSP väärtusi, mis on esitatud tabelis SPM-1 (Otsese kiirgusliku mõjutuse GSP veerg).

<sup>13</sup> Haloonid põhjustavad palju suuremat nii negatiivset kaudset kui ka positiivset otsest kiirguslikku mõjutust ja selguse mõttes ei esitata siin nende mõju.

<sup>14</sup> Tavaarengu stsenaariumi ennustustes eeldatakse, et olemasolevate meetmete (k.a Montreali protokoll järkjärgulise kasutusest kõrvaldamise meetmed ja vastavad riiklikud poliitikad) rakendamine jätkub. Praeguste praktikate, alternatiivide poolt turu hõlvamise ja emissioonifaktorite suunad jäävad samaks aastani 2015. Arvatakse, et ainete kokkukogumise efektiivsus seadmete/toodete eluea lõppemisel ei suurene.

<sup>15</sup> Käesolevas aruandes hõlmab “külmamajandus” kodumajapidamistes paiknevaid külmaseadmeid, kaubanduslikke ja tööstuslikke (kaasa arvatud toiduainetetööstus ja külmlaad) külmaseadmeid ning külmaautosid, -vaguneid jne. [4] “Paiksed kliimaseadmed” all mõeldakse elu- ja töötööruumides asuvaid kliima- ja kütteseadmeid. [5] “Mobiilsete kliimaseadmete” all käsitletakse autode, busside ja veoautode kabiinis olevaid kliimaseadmeid.



**Joonis SPM-4** 2002. a andmed ja tavaarengu stsenaariumi ennustused KHG “pankade” (vasakul) ja aastaste emissioonide (paremal) kohta ning ainete (CFCs, HCFCs ja HFCs) kaupa väljendatuna CO<sub>2</sub> ekvivalentides. Esitatud on ka jaotus kasvuhoonegaaside tüüpide (üleval) ja emissioonide järgi sektorite kaupa (all). ‘Muud’ hõlmab meditsiinilisi aerosoole, tuletõrjet, mittemeditsiinilisi aerosoole ja lahusteid [11.3 ja 11.5]

Tavaarengu stsenaariumi kohaselt moodustab CFCde, HCFCde, HFCde ja PFCde summaarne otseemissioon umbes 2,3 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a aastaks 2015 (võrrelduna umbes 2,5 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a 2002. a). CFCde ja HCFCde emissioonid koos vähenevad 2,1 (2002) kuni 1,2

GtCO<sub>2</sub>-ekv/a (2015), ja HFCde emissioonid suurenevad 0,4-lt (2002) 1,2 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a (2015)<sup>16</sup>. PFC-de emissioonid OKAde asendamisest olid 2002. a umbes 0,001 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a ning arvatakse, et see number tulevikus väheneb. [11.3 ja 11.5]

<sup>16</sup> Emissiooninäitajate puhul on kasutatud kõige viimasematel teadusuuringutel põhinevaid globaalse soojenemise potentsiaale (GSP) (vt tabel SPM-1, teine veerg “otse kiirgusliku mõjutuse GSP”). Kui kasutatakse ÜRO Kliimamuutuste raamkonventsiooni (UNFCCC) globaalse soojenemise potentsiaale (GSP, tabel SPM-1, viimane veerg “Kliimamuutuste raamkonventsiooni aruandluse GSP”), oleksid esitatud HFCde emissioonid (väljendatuna CO<sub>2</sub>-ekv tonnidenäna) umbes 15% madalamad.

Joonis SPM-4 näitab erinevate sektorite suhtelist "panust" KHG emissioonidesse, mis on seotud OKAde ja nende alternatiivide kasutamisega. Külmamajandus koos paiksete ja mobiilsete kliimasüsteemidega moodustab kasvuhoonegaaside otsesest emissioonist põhilise osa ning see on vastavuses külmainete "pankadega" seonduva kõrgema emissioonitasemega.

Suurem osa vahetude pärinevatest KHG emissioonidest toimub eeldatavalt pärast 2015. a, kuna enamik emissioone toimub vahetude kasutusaja lõppedes. Kuna tootmine on väike, vähenevad CFC "pangad", seadmete käitamisel ning nende elua lõppedes toimuva emissiooni tõttu. Täiendavate meetmete puudumisel on suurem osa CFC "pankadest" 2015. a atmosfääri lekkinud. Järelikult arvatakse iga-aastased CFC emissioonid vähenevat 1,7 (2002) kuni 0,3 GtCO<sub>2</sub>-ekvivalendile a-s (2015).

HCFCde emissioonid arvatakse tõusvat 0,4 (2002) 0,8 GtCO<sub>2</sub>-ekv aastas (2015), mille põhjustab nende kasutuse eeldatav järsk tõus (kaubanduslikus) külmamajanduses ning statsionaarsetes kliimaseadmetes. Tavaarengu stsenaariumi kohaselt on HFC emissioonide ennustatava kolmekordse kasvu põhjus HFCde suurenenud kasutus külmamajandu-

ses, paiksetes ja mobiilsetes kliimaseadmetes ning HCFC-22 suurenenud tootmise tulemusel kõrvalproduktina eralduv HFC-23 (95 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalendilt aastas (2002) kuni 330 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalendile aastas (2015)).

**Emissioonide hindamisel on määramatusel suur osa.** Atmosfäärimootmistele tulemuste võrdlused koos inventuurarvutustega näitavad 10–25% suuruseid erinevusi ainegruppide kaupa. Üksikute gaaside puhul on need erinevused veelgi suuremad. Seda põhjustavad osa ainete kindlaksmääramata kasutusala ning eri geograafilistes piirkondades paiknevate seadmete geograafiline jaotus, mida pole inventuurarvutustes arvesse võetud [11.3.4]

**Kirjanduse põhjal pole KHG kaudset emissiooni võimalik hinnata. Teatud üksikute rakenduste puhul võib KHG kaudne emissioon terve eluperioodi jooksul varieeruda madalast kuni kõrgele, teiste puhul võib see olla suurusjärgu võrra suurem KHG otsestest emissioonidest.** See sõltub suurel määral konkreetsest sektorist, toote/seadme omadustest, kasutatava elektrienergia ja kütuste süsinikuintensivsusest kogu elutsükli jooksul, "heade tavade" rakendamisel ja "pankades" olevate ainete käitlemisel seadmete/toodete elua lõppedes. [3.2, 4 ja 5]

## 4. Osoonikihti kahandavate ainete järkjärgulise kasutuselt kõrvaldamise ja kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamise võimalused

### 4.1 Missugused võimalused on kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamiseks ning kuidas neid võimalusi hinnata?

**Kasvuhoonegaaside (KHG) otsest emissiooni saab vähendada kõikides käesolevas aruandes käsitletud sektorites järgnevalt loetletud abinõude kaudu:**

- seadmete käitamise parandamine (“heade tavade” rakendamine seadmete installeerimisel, käitamisel, teenindamisel ja jäätmehooldes);
- kontrollitavate ainete koguse vähendamine seadmetes;
- kontrollitavaid aineid sisaldavate seadmete jäätmekäitluse parandamine ning ainete hävitamine;
- selliste alternatiivide kasutamise suurenemine, millel on väiksem või minimaalne globaalse soojenemise potentsiaal ja
- uut tüüpi tehnoloogiad<sup>17</sup>.

**Kõikehaarav hinnang hõlmaks nii otseseid kui ka kaudseid energiaga seotud emissioone, elutsükli kõiki etappe ning tervise- ja keskkonnakaalu. Kuna trükitud andmete ja võrdlevate analüüside kättesaadavus on piiratud, siis sellised kõikehaaravad hinnangud praegu peaaegu puuduvad.** Meetodid, mille abil määratakse, millise tehnoloogiaga saab KHG emissioone vähendada kõige efektiivsemalt, tegelevad nii halogeenitud süsinike ja nende asendusainete otseste emissioonide kui ka terve elutsükli jooksul toimuvate energiaga seotud kaudsete emissioonidega. Lisaks hindab terve hulk ulatuslike meetodeid<sup>18</sup> tervet hulka keskkonnamõjusid. On ka teisi, lihtsustatud meetodeid<sup>19</sup>, mis hindavad elutsükli mõjusid ja esitavad tavaliselt kasulikke indikaatoreid teatud seadmetest pärinevate KHG emissioonide elutsükli hindamise kohta. Nende meetodite rakendamist kirjeldavaid läbipaistvaid võrdlusi on

avaldatud suhteliselt vähe ja järeldused sõltuvad kasutusala kohta tehtavate ennustustest ja spetsiifilistest ajalise raamistiku ja regiooniga seonduvatest parameetritest (nt spetsiifiline olukord, valitsev kliima ja energiasüsteemi omadused). [3.5]

Võrdlevad majandusanalüüsid on kõige efektiivsemate valikute määramisel tähtsad. Siiski on selliste analüüside jaoks tarvis ühtseid meetodeid ja eeldusi (nt kulude arvestamise meetodid, ajaperiood, diskontomäär, majanduslikud tingimused tulevikus, süsteemi piirangud). Lihtsustatud, standardiseeritud meetodikate väljatöötamine võib võimaldada paremaid võrdlusi tulevikus. [3.3]

Tervisele ja ohutusele tulevaid riske saab enamikul juhtudest hinnata standardmeetodite abil. [3.4 ja 3.5]

**Energia tarbimisega seotud KHG emissioonid on käesolevas aruandes käsitletud perioodil märkimisväärsed. Energiaefektiivsuse parendamine võib viia nendest seadmetest pärinevate kaudsete emissioonide vähendamisele, olenevalt konkreetsest energiaallikast ning muudest faktoritest ja tuua kaasa netomaksumuse vähenemise, eriti seal kus seadmete kasutusaeg on pikk (nt külmaseadmed ja paiksed kliimaseadmed).**

Läbitöötatud kirjandus ei võimaldanud hinnata ülemaailmset emissioonide vähendamise potentsiaali, kuigi on olemas mitmeid tehnoloogia alaseid ja eri riike käsitlevaid uurinuid, mis seda teemat illustreerivad.

**Parima tehnika<sup>20</sup> ning ainete kogumise tõhusamate meetodite abil on 2015. a võimalik vähendada tavaarengu stsenaariumis ennustatud OKAde ja neid asendavate KHG emissioone poole võrra (1.2 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a)<sup>21</sup>. 60%**

<sup>17</sup> Teist tüüpi tehnoloogiate abil saavutatakse toote samad omadused ilma selleks halogeenitud süsinikke kasutamata. Rakendatakse alternatiivseid lähenemisviise ja ebaharilikke tehnikaid, nt pulk- või pumpdeodorante, mis asendavad CFC-12 aerosooldeodorante; mineraalvati kasutamine CFC, HFC või HCFC abil toodetud isolatsioonivahuna asemel ja kuivpulbri-inhalaatorite kasutamine CFC või HFC baasiliste dosaatorinhalaatorite asemel.

<sup>18</sup> Igakülgsete meetodid, nt Elutsükli hindamine (*Life Cycle Assessment e LCA*), hõlmavad mitmete erinevate keskkonnale mõju avaldavate kategooriate elu kõiki etappe. Neid meetodikaid käsitletakse detailselt rahvusvahelistes ISO standardites: ISO 14040:1997, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000 ja ISO 14043: 2000.

<sup>19</sup> Tüüpiline lihtsustatud meetod on Summaarne ekvivalentne soojusmõju (*Total Equivalent Warming Impact e TEWI*), mis hindab ainult ainete kasutusest ja kõrvaldamisest pärinevaid kaudseid emissioone; samuti Elutsükli mõju kliima soojenemisele (*Life Cycle Climate Performance e LCCP*), mis hõlmab kliimale mõjuvate ainete tootmisest tulenevaid otseseid ja kaudset emissioone.

<sup>20</sup> Käesolevas aruandes tähendab “parim tehnika” kõige madalamat võimalikku halogeenitud süsinike emissioone antud kuupäeval, kasutades halogeenitud süsinike ja neil põhinevate toodete kaubanduslikult tõestatud tootmis-, kasutus-, asendus-, kogumis- ja hävitamistehnoloogiad (täpseid numbreid vaadake tabelist TS-6).

<sup>21</sup> Võrdluseks, fossiilsete kütuste põletamisest ja tsemenditootmisest pärinevad CO<sub>2</sub> emissioonid olid 2000. a umbes 24 GtCO<sub>2</sub> a.

sellest potentsiaalset puudutab HFC emissioone, 30% HCFCsid ja 10% CFCsid.

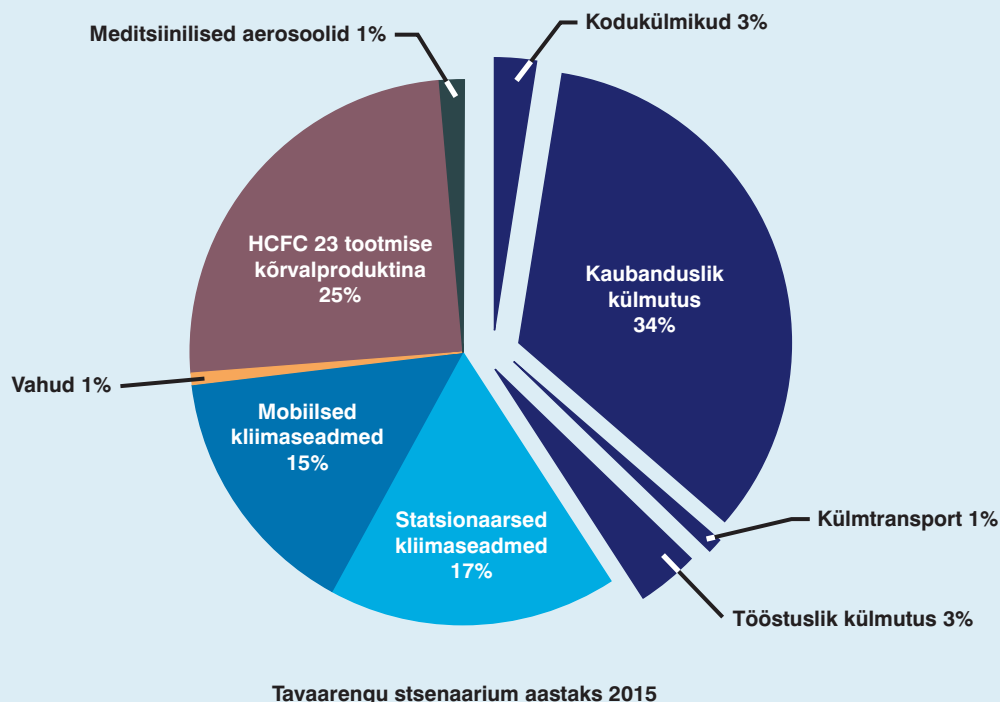
Hinnangud põhinevad nn “leevendus-stsenaariumil” (*Mitigation Scenario*)<sup>22</sup>, mis teeb regionaalselt diferentseeritud oletusi nende ainete tootmises, kasutuses, asendamises, kogumises ja hävitamisel kasutatavate parima tehnika/meetmete kohta. Joonisel SPM-5 on esitatud nende jaotus sektorite vahel. [11.5].

Suurem osa “pankadega” seotud emissioonidest, mida saab ära hoida kuni 2015. a ulatuva perioodi jooksul, pärinevad külmaseadmetest, kus tavaarengu stsenaariumis ennustatud emissioonitasemed on ülalnimetatud perioodil palju olulisemad kui vahtudes. Ennetava tegevusega, nagu kogumine/hävitamine ja seadmete käitamisel rakendatavate töömeetmete parandamine, saab CFC “pankadest” pärinevaid emissioone suuremas ulatuses kinni püüda.

## 4.2 Millised võimalused on vähendada emissioone erinevates sektorites aastaks 2015 ja kui palju see maksab?

Külmamajanduses saab KHG otseseid emissioone vähendada 10–30% võrra. Külmasektori puhul tervikuna näitab “leevendus-stsenaarium” üldist otsese emissiooni vähenemist umbes 490 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a aastaks 2015, kusjuures kaubandusliku külmasektori osa oleks 400 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a. Kulud on 10 ja 300 US\$ vahel 1 t CO<sub>2</sub>-ekv kohta<sup>23</sup>. Energiaefektiivsuse parandamine võib samuti KHG kaudseid emissioone oluliselt vähendada.

Supermarketite süsteemides on kuni 60% madalamaid LCCP<sup>24</sup> näitajaid võimalik saavutada alternatiivsete külmutusainetega, seadmete parema käitamise ning jaotus- ja kaudsete või kaskaadsüsteemide abil. Külmainete emissioonide vähendamise kulud kaubanduslikus külmamajanduses on 20–280 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv..



**Joonis SPM-5.** Tavaarengu stsenaariumi ennustustes esitatud CFCde, HCFCde ja HFCde otseste emissioonide vähendamise võrdlus sektorite kaupa aastal 2015. Üldine vähendamise potentsiaal moodustab umbes poole (1,2 GtCO<sub>2</sub>-ekv/a) tavaarengu stsenaariumis esitatud KHG otsestest emissioonidest.

<sup>23</sup> Esitatud kuluarvestus puudutab ainult otsese emissiooni vähendamist. Energiaefektiivsust arvesse võttes võivad parenduste tulemusel tekkida isegi negatiivsed netokulud (säastud).

<sup>24</sup> Elutsükli mõju kliima soojenemisele mõõtmise ühik (*Life Cycle Climate Performance e LCCP*).

<sup>22</sup> Käesolevas aruandes kasutatud “leevendus-stsenaarium” ennustab halogeenitud süsinike emissioonide vähenemist kuni aastani 2015 ning baseerub regionaalselt diferentseeritud oletustel parimate tehnika/meetmete osas.

Toiduainetetööstuses, külmladudes ja tööstuslikus külmutuses kasvab ammoniaagi kasutus ning HFCd vahetavad välja CFCd ja HCFC-22. Tööstuslikust külmasektorist pärinevate emissioonide vähendamise kulud on hinnatud 27-3 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv. Liikuvates külmutusseadmetes (transport) on turule toodud madalama globaalse soojenemise potentsiaaliga alternatiive nagu ammoniaak, süsivesinikud ja ammoniaak/süsinikdioksiid.

Kodumajapidamistes olevate külmikutest pärinevate emissioonide vähendamise võimalused on suhteliselt väikesed ning nende maksumuseks on hinnatud 0–130 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv. Elektri tootmise süsinikuintensivsust arvestades moodustavad HFC-134a või HC-600a-ga (isobutaan) töötavatest süsteemidest pärinevad kaudsed emissioonid koguemissioonist peamise osa. HFC-134a ja isobutaanil töötavate süsteemide LCCP väärtuste erinevus on väike ja nende ainete kokkukogumine seadmete/toodete töö lõppedes võib teatud kuludega selle vahe suurust veelgi vähendada. [4]

**Tavaarengu stsenaariumi kohaselt võib elu- ja tööruumides paiknevates kliima- ja kütteseadmetest pärinevaid KHG emissioone 2015. a vähendada umbes 200 MtCO<sub>2</sub>-ekv a. Selle tegevuse maksumuseks on arvestatud –3 kuni 170 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv. Kombineerituna energiasüsteemi efektiivsusse tehtud investeeringutega, mis samuti vähendavad KHG emissioone, lisandub paljudel juhtudel netokasu.**

KHG otseste emissioonide (k.a külmutusagendid) vähendamise võimalused:

- (i) Külmainete efektiivsem kokkukogumine neid sisaldavate seadmete/toodete eluea lõppedes (“leevendus-stsenaariumi” kohaselt on selle tegevusest tulenev KHG vähendamise efekt arenenud maades 50% ja arengumaades 80%);
- (ii) Külmaine koguse vähendamine seadmetes (kuni 20%);
- (iii) Seadmete käitamise parandamine (“heade tavade” rakendamine seadmete installeerimisel, käitamisel, teenindamisel ja jäätmehooldes);
- (iv) Väiksemat või tähtsusetut globaalse soojenemise potentsiaali omavate külmutusainete kasutamine sobivates seadmetes.

Ehituskvaliteedi ja -põhimõtete (soojuse akumuleerimine ja vähenenud soojakaod) parandamine võib avaldada kaudsetele emissioonidele suurt mõju. Arenenud riikides kasutatakse HCFC-22 asemel HFCde segusid ja HCsid (väikeste süsteemide puhul). Nendel kasutuseladel, kus HCsid võib ohutult

rakendada, on HCde energiaefektiivsus võrreldav fluoreeritud süsinikke sisaldavate külmainetega. Tehnoloogia areng tulevikus võib vähendada külmaine koguse vajadust seadmes ning suurendada HCde kasutusvõimalusi. [5]

**Aastaks 2015 saab mobiilsetes kliimasüsteemides KHG vähendamise potentsiaali 180 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a ulatuses saavutada maksumusega 20–250 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv<sup>25</sup>. Täpsemad kulud sõltuvad regionist ja lahendusest.** Seadmete käitamistavade parandamine ning ainete kokkukogumine seadme eluea lõppemisel (nii CFC-12 kui ka HFC-134a) ja HFC 134a taasväärtustamine võiksid vähendada KHG otseseid emissioone 50% võrra ja kliimasektori otseseid ja kaudseid KHG emissioone 30–40% võrra, mis on sõidukiomanikele rahaline võit.

Uued CO<sub>2</sub> või HFC-152a baasilised, võrdse LCCPga süsteemid, tulevad ilmselt samuti turule, viies KHG süsteemide koguemissioonide vähenemisele 50–70% ulatuses aastaks 2015. Maksumus on 50–180 US\$ sõiduki kohta.

Süsivesinikel ja nende segudel, mida on siiani kasutatud piiratud ulatuses, on sobivad termodünaamilised omadused ja nendega saavutatakse kõrge energiaefektiivsus. Siiski piiravad sõidukitootjate ja müüjate kindlaks tehtud ohutus- ja garantiimured süsivesinike võimalikku kasutust uutest autodes. [6.4.4]

**Kuna enamiku vahtude kasutusaeg on pikk, ennustatakse 2015. aastaks vähest KHG emissioonide vähenemist: 15–20 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a, mille maksumus on 10–100 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekvivalendi kohta<sup>23</sup>. Emissioonide vähendamise võimalused suurenevad järgnevat aastakümnete jooksul.**

Mitmed lühiajalised emissioonide vähendamiseks võetud sammu nagu Euroopas planeeritud HFCde kasutusest kõrvaldamine ühekomponentsete vahtude tootmisel on juba töös ning tavaarengu stsenaariumis arvestatud. Vahusektori kaks emissioonide vähendamise võtmeala on järgmised. Esimene on halogeenitud süsinike kasutamise vähendamine uute vahtude tootmisel. Siiski sõltub segude suurenenud kasutamine ja fluoreeritud süsinike edasine järkjärguline kasutusest kõrvaldamine tehnoloogia edasisest arengust ja selle vastuvõtmisest turul. HFCde kasutamise 50protsendiline vähendamine 2010. ja 2015. aasta vahel tooks kaasa emissioonide vähenemise umbes 10 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a, mille maksumus oleks 15–100 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv, tulevikus järgneva langusega. Teise emissioonide vähendamise võimaluse võib leida hoone-

<sup>25</sup> Aine põhipuhastus nagu filtreerimine ja kuivatamine

te ja seadmete isolatsioonivahtudes sisalduvate halogeenitud süsinike "pankades" (2002. a umbes 9 GtCO<sub>2</sub>-ekv CFCde ja 1 GtCO<sub>2</sub>-ekv HCFCde kohta). Kuigi kogumisefektiivsust tuleb veel töestada, on juba praegu kogemusi, eriti ehitussektoris, halogeenitud süsinike äriliseks kogumiseks vahetudest maksumusega 10–50 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv. Emissioonide vähendamine võib aastaks 2015 olla umbes 7 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a. Siiski võib see võime oluliselt tõusta aastatel 2030–2050, kui suur kogus isolatsioonivahtu demonteeritakse. [7]

**Meditsiinilistest aerosoolidest pärinevate emissioonide vähendamist takistavad meditsiinilised piirangud, aerosoolidest tuleneva suhteliselt madala emissioonitaseme ning alternatiivide kõrgema hinna tõttu.**

Olulise panuse dosaatorinhalaatoritest pärinevate KHG emissioonide vähendamisse (14 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a aastaks 2015, võrreldes tavaarengu stsenaariumis märgitud emissiooniga 40 MtCO<sub>2</sub>-ekv/aastas), annaks CFC baasilistelt inhalaatoritelt HFC baasilistele ülemineku suuremas mahus, kui tavaarengu stsenaariumis eeldati. Patsiendi tervist ja ohutust peetakse raviotsuste tegemisele äärmiselt tähtsaks ja HFC baasiliste dosaatorinhalaatorite kasutamisel on meditsiinilised piirangud. Kui salbutamooli sisaldavad dosaatorinhalaatorid, mis moodustavad umbes 50% kõikidest dosaatorinhalaatoritest, saaks välja vahetada kuivpulberinhalaatorite vastu (mida ei arvestata "leevendus-stsenaariumis"), tooks see 2015. aastaks kaasa aastase emissioonide vähenemise, mis vastaks umbes 10 MtCO<sub>2</sub>-ekv/a, maksumusega 150–300 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekv. [8]

**Tuletõrjes on vähendamise potentsiaal aastaks 2015 väike mineviku madala emissioonitaseme, juba minevikus teist tüüpi alternatiividele ülemineku ning uute seadmete kasutusele võtuks kuluva pika aja tõttu.**

Kasvuhoonegaaside emissioon tuletõrjesektorist arvatakse 2015. a olevat umbes 5 MtCO<sub>2</sub>-ekv a (tavaarengu stsenaarium). 75% algselt tuletõrjesüsteemides paiknenud haloonist on välja vahetud ainete vastu, millel puudub globaalse soojenemise potentsiaal. Ainult 4% algselt haloonil töötanud seadmetest pole veel ümber modifitseeritud. Ülejäänud 21% on läinud üle HFCdele ning vaid väike osa HCFCdele ja PFCdele. PFCsid pole enam kasutusel uute paiksete süsteemide tarvis ning nende kasutus on piiratud vaid ühe tootja portatiivse kustuti kustutusseguga. Kuna uute tulekustutusseadme tüüpide ja kustutusagendi testimine, heakskiitmine ja turu poolt aktsepteerimine võtab kaua aega, siis pole uut, täiendavatel võimalustel märkimisväärset mõju 2015. aastaks. Fluoroketoonide turule ilmumisega 2002. a on võimalik KHG emissioonide täiendav vähenemine, kuid see on teiste sektoritega võrreldes väike [9]

**Mittemeditsiiniliste aerosoolide ja lahuste emissioonide vähendamiseks on mitmeid võimalusi, kuid vähendamise tõenäosus on suhteliselt väike, kuna enamik kasutusaladest on kriitilised ja toimivad ohutuseesmärkidel.**

Tavaarengu stsenaariumis ennustatud lahustite ja aerosoolide emissioonid aastaks 2015 on vastavalt umbes 14 ja 23 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenti/aastas. HFC-134a asendamine HFC-152a-ga tehnilistes aerosoolides on peamine võimalus KHG emissioonide vähendamisel.

Kontaktpuhastite ja plastiku vormidest vabastamiseks kasutatavate agentide puhul võib HCFCd asendada madalamat globaalse soojenemise potentsiaali omavate fluorovesinikeetritega (HFE) ja HFCdega. Mõned riigid on keelanud HFCde kasutamise kosmeetika, mugavus- ja uudsetes aerosooltoodetes, samas kui HFC-134a kasutatakse mitmetes riikides jätkuvalt ohutus põhjustel. Olemas on terve hulk orgaanilisi lahusteid, millega saab asendada HFCd, PFCd ja OKAd paljudel kasutusaladel. Nendel alternatiivsetel vedelikel nagu traditsioonilistel klooritud lahustitel, HFEdel, HCdel ja hapnikuga rikastatud lahustitel on madalam globaalse soojenemise potentsiaal. Paljudel teisetüübilistel tehnoloogiatel, kaasa arvatud veega puhastamine ning puhastamist mitte vajavad protsessid, on samuti tulevikku. [10]

**HCFCde tootmisel kõrvaltootena tekkiva HFC-23 hävitamisel on vähendamise potentsiaal kuni 300 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenti a-s aastani 2015 ja vastavad kulud alla 0,2 US\$/tCO<sub>2</sub>-ekvivalenti vastavalt 2000. a kahele Euroopas tehtud uuringule.**

HCFC-22 tootmise vähendamine turujõudude või keskkonnapoliitika tõttu või tehaste tootmisliinide ümberehitamise tõttu võib samuti HFC-23 emissioone vähendada [10.4]

### 4.3 Milliseid meetmeid ja vahendeid praegu rakendatakse?

OKAde ja nende asendusainete HFCde ja PFCde emissioonide vähendamiseks on rakendatud palju mitmesuguseid poliitika, meetmeid ja vahendeid nagu õigusaktid, majandusmeetmed, vaba tahte lepingud ja rahvusvaheline koostöö. Ka üldine energia- ja kliimapolitiika mõjutab OKAde, nende alternatiividel töötavatest või muud tüüpi seadmetest pärinevate kasvuhoonegaaside kaudset emissiooni.

Käesolev aruanne sisaldab mõnedes riikides (peamiselt arenenud maades) OKAde ja nende alternatiivide emissioonide vähendamiseks rakendatavat poliitikat ja muid meetmeid, milleks on:

- Õigusaktid (nt tööstandardid, sertifitseerimine, piirangud ja keelud, jäätmekäitlus)
- Majanduslikud mõjutusvahendid (nt maksustamine, emissioonidega kauplemine, majanduslikud ergutusvahendid ja garantiide/ hoiuste tagasimakse)
- Vaba tahte lepingud (nt ainete kasutamise ja emissioonide vabatahtlik vähendamine, partnerlus tööstusega, “Häid tavasid” sisaldavate juhendmaterjalide väljatöötamine ja rakendamine)
- Rahvusvaheline koostöö (nt Puhta arengu mehhanism – “*Clean Development Mechanism*”)

Tuleb märkida, et tarvitusele võetavad meetmed sõltuvad kasutusosalast, riiklikest oludest ja muudest tingimustest.

#### 4.4 Mida võib öelda HFCde ja PFCde kättesaadavuse kohta arengumaades tulevikus?

**Võimalike tootmisvõimsuste kohta tulevikus puuduvad trükitud andmed. Siiski, kuna HFCde ja PFCde tootmisele pole ei tehnilisi ega õiguslikke piiranguid,**

**võib eeldada et tootmisvõimsused hakkavad peagi nõudlusele vastama või seda ületama. Tuleviku tootmisvõimsusi on hinnatud sektorite nõudlust agregeerides.**

Tavaarengu stsenaarium kohaselt arvatakse, et tootmismahud kasvavad, kusjuures kasv toimub peamiselt arengumaades ning ühissettevõtete kaudu. HFCde ja PFCde tootmisvõimsused tootmisvõimsused maailmas ületavad praegu nõudlust.

Arenenud riikides on praegu mitmeid HFC-134 tehaseid. Arenguriikides on üks tehas ning plaanitakse lisa. Muude HFCde tehased on ainult arenenud riikides.

Euroopa Liidu ette pandud HFC-134 a kasutuskeeld uute autode kliimaseadmetes ja vaba tahte programmid tööstusega vähendada HFC-134a emissioone 50% mõjutavad samuti nõudlust, tootmisvõimusi ja toodangu mahtu.

Kiiresti laienev turg arengumaades, eriti CFCde asendamiseks, kasvatab nõudlust fluoreeritud gaaside järele, mis praegu rahuldatakse HCFC-22 ja HCFC 141b võimsuste kasvu arvel. [11]