

Kanadas Montrealis 04.–05. aprillil 2008 toimunud
osoonikihti kahandavate ainete kasutuselt eemaldamise
rahvusvahelise tehnilise kohtumise
k o k k u v õ t e – m e m o r a n d u m

Montreali Protokolliga allkirjastamise aastapäevale pühendatud osoonikihti kahandavate ainete kasutuselt eemaldamise rahvusvaheline tehniline kohtumine toimus 04.–05. aprillil 2008. a ICAO konverentsikeskuses aadressil University Str. 999 Montrealis Kanadas. Eesti riigi esindajana ning eestipoolse tehnilise eksperdina osales kohtumisel Dr. Ivar Soone vastavalt EV Keskkonnaministeeriumi ja Axxion Global OÜ vahel sõlmitud käsunduslepingule nr 18-19/111 14. märtsist 2008.

Kohtumine toimus kahel päeval ning oli jagatud üheksaks sessiooniks (täpne päevakava lisatud eraldi):

1. Avasessioon;
2. Tehnilised juhtumianalüüsid I: kommertskülmutusseadmed;
3. Tehnilised juhtumianalüüsid II: väikesed/keskmised konditsioneerid ja soojuspumbad;
4. Tehnilised juhtumianalüüsid III: muud külmutusseadmed/konditsioneerid;
5. Tehnilised juhtumianalüüsid IV: suured konditsioneerid;
6. Päeva kokkuvõttesessioon;
7. Tehnilised juhtumianalüüsid V: vahud;
8. Projekti elluviimissessioon;
9. Tehnilise kohtumise kokkuvõttesessioon.

Järgnevalt on ära toodud põhisessioonide sisu lühikokkuvõtted, sessioonides kasutatud presentatsioonide materjalid on toodud eraldi kahel CD-l (artiklite/ettekandetekstide ja presentatsioonide CD).

Käesolevale kokkuvõttele on lisatud ka täielik osalejate nimekiri.

Lugupidamisega,

Ivar Soone

25. aprill 2008

Avasessioon

Tervitussõnad lausuvad Euroopa Komisjoni Keskkonnadirektoraadi nimel hr Thomas Verheye ja ICF International'i poolt ettevõtte asepresident hr Mark Wagner, kes tutvustasid osalejatele ka kohtumise eesmärke ja päevakava. Põhisõnumina tõid esinejad välja seiga, et paraku ei eksisteeri osoonikihti kahandavate ainete (OKA) probleemi lahendamisel ainuõiget ning kõigile sobivat lahendust, vaid erinevatele osapooltele on tarvis läheneda individuaalselt just nende spetsiifilisi vajadusi silmas pidades.

ÜRO Keskkonnaprogrammi (UNEP) Osoonisekretariaadi peasekretär hr Marco Gonzales rõhutas oma tervituskõnes, et kohtumise toimumise hetkeks on Montreali Protokolliga osapooled kogunud juba piisavalt kogemust ja tehnilist ekspertiisi, et OKA käibelt kõrvaldamisega hoogsas tempos edasi liikuda. Gonzales märkis positiivse suundumusena, et kuigi HCFC-22 kasutatakse hetkel kõigis Artikkel 5 riigis, on HCFC-141a ja HCFC-141b kui suurema osoonikihti kahandava potentsiaaliga (OKP) ained kasutusel märksa väiksemas arvus riikides. Vaatamata positiivsetele edusammudele peavad osapooled käesoleva aasta (2008) jooksul otsustama, kuidas edasi liikuda, nagu määrati 2007. aasta septembris aset leidnud koosolekul. Seejuures mängivad olulist rolli tehnilised kohtumised nagu käesolev koosolek, mis aitavad osapooltel saavutada tehnilist valmisolekut edasiliikumiseks OKA kõrvaldamise osas.

UNEP Tehnoloogia- ja Majanduse Hindamise Paneeli (TEAP) kaasesimees hr Lambert Kuijpers ja TEAP Tehniliste Võimaluste Komitee (TOC) kaasesimees hr Paul Ashford andsid ülevaate OKA probleemist laiemalt, sh OKA tarbimisest ja õhkupaiskamisest, ning tutvustasid osalejatele OKA-de võimalikke alternatiive. Kuijpers ja Ashford tõid HCFC-de kasutuse võtme-probleemidena välja juba olemasolevate HCFC-de (enamasti HCFC-22) kasutamise, ülemineku CFC-delt ning uute HCFC-de kasutuselevõtu, mis omakorda hõlmab olemasoleva tegevuse laiendamist ühelt poolt ning uusi tehnoloogiaid ja uusi turge teiselt poolt. Võimalike lahenduste sõlmpunktidenä pakkusid esinejad välja järgmist:

- esimesena tuleb keskenduda kõrgema OKP-ga ainete kasutuselt eemaldamisele;
- eelistada tuleb madala globaalse soojenemise potentsiaaliga (GSP) aineid;
- keskenduda tuleb eelkõige suure tarbimisega võtmeturgudele;
- aegsasti tuleb lahendada seadmete teenindus- ja hooldusküsimused madala OKA tarbimisega riikides;
- kasutada tuleb ainult kommertsialiseerimiskõlbulikeks tunnustatud tehnoloogiaid;
- lahendada tuleb tehnoloogiasirde ja intellektuaalomandi küsimused.

Hr Kuijpers märkis, et tegelikult on olemas kolm põhilist HCFC-d, millega tuleb tegeleda: HCFC-22 (tarbiti 221 836 tonni 2005. aastal), HCFC-141B (77 071) ja HCFC-142B (16 441). Originaaltarbimine (OKP tonnides) on prognoositud suurenema eelkõige külmutusseadmete valdkonnas järgneva kahe dekaadi jooksul enne, kui numbrid taas langema hakkavad, lahustite osas numbrid juba vähenevad, ent sama suurenemise trend nagu külmutusvaldkonnas on ka vahutekitajate seas. Originaalemissioon (õhkupaiskamine) aga peaks kahanema edasi.

Ajastuseesmärgid seati paika otsusega XIX/6, miinimumeesmärk on säilitada numbreid endisel tasemel. Võib ka olla, et globaalselt võib esineda ka teatud tarbimise ületamine aastani 2013, mille järel tarbimine stabiliseerub. Kogu tarbimine, mis ületab 2012. aasta oma, tuleb võtta tõsise vaatluse alla. HCFC projektid peavad suutma vähendada tarbimist aastaks 2012 ning erilise kontrolli alla tuleb võtta ohtlikumad ained nagu HCFC-141B.

HCFC-de kasutuselt eemaldamisel tuleb silmas pidada nii seda, et Montreali Protokolliga reguleerimisala on osoonikihi kaitse, mitte kliimamuutus, kui ka seda, et meetmed väljaspool otsust XIX/6 aitavad samuti seatud eesmärke saavutada. Seejuures püstitub dilemma: kas tegutseda kiiresti või efektiivselt?

Hr Ashford nentis, et 20 000 ODP tonni aastas on see kogus, mis võidetakse OKA-de kasutuselt eemaldamise kiirendatud variandiga. Kiirendatud kasutuselt eemaldamine annab suure osa (peaaegu pool) OKA kõrvaldamise põhjustest kuni aastani 2050.

Euroopa Külmoonte ja -logistika Assotsiatsiooni (ECSLA) peasekretär pr Christianna Papazahariou tunnustas, et Mitmepoolne Fond (MF) on katnud kuni 98% Artikkel 5 riikide kulutustest ODS-ide kasutuselt eemaldamisel. Aastas on Montreali Protokolliga alusel ära hoitud 11 gigatonni CO₂-e, mis on ligi viis korda enam, kui on suudetud ära hoida Kyoto protokolliga alusel ning see fakt annab kindlust edasiliikumisel. Ent kui lubada HCFC-sid piiramatult edasi kasutada, suureneks Artikkel 5 riikide kasutus 5 aasta pärast kuni 65 miljoni tonnini. Pr Papazahariou teatas ka, et 55. Täitevkomitee (ExCom) kohtumine tehnilisele koosolekule järgneval nädalal arutab rahvuslikke OKA käibelt eemaldamise plaane ning samuti ka sellega seotud finantsküsimusi, mis ongi kohtumise põhiteemad.

Danfoss'i esindaja Heinz Jürgensen rääkis, et külmutusseadmete tööstus jätkub muutumist endisel suunal, nagu see on toimunud seni: CFC→HCFC→HFC. Tema sõnul on oluline silmas pidada ka seda, et ligi 70-80% HCFC kõrvaldamisest transformeerub peagi globaalseks soojenemiseks. Seetõttu on HCFC kasutuselt eemaldamiseks tarvis kliimasõbralikke alternatiive, mitte suvalisi lahendusi, mis ette juhtuvad.

Tehnilised juhtumianalüüsid I: kommertskülmutusseadmed

EPTA klienditeenindusjuht hr Reiner Tillner-Roth kirjeldas oma ettekandes „R22 süsteemide kaasajastamine ISCEON MO29 (R422D) abil Saksa supermarketites” Euroopa Liidu õigusakte, mille alusel tuleb HCFC-22 tootmine lõpetada 31. detsembriks 2009 ning taastootmine 31. detsembriks 2014 (EL direktiiv 2037/2000).

Millised on aga nõudmised R22 asendamisel? Alternatiiv peab:

- olema keskkonnasõbralik,
- omama sarnaseid termodünaamilisi ja muid omadusi, et ei tuleks muuta külmutussüsteeme;
- suutma süsteemis koos töötada mineraalsete õlidega, et mitte tekitada probleeme kaubanduskeskuste külmutusseadmete töös.

Selliseks külmaagendiks sai koostöös DuPont'iga välja töötatud ISCEON MO29 – R422D. Tihendid ja filtrid tuleb välja vahetada, aga üldiselt võttis nende poolt kogu süsteemi kohandamine kaubanduskeskusest kliendile aega ligi viis tundi. Samamoodi toimiti ka madalatemperatuuriliste külmseadmetega. Pärast külmaagendi asendust monitooriti seadmeid terve järgmise päeva jooksul, et selgitada välja, kas esineb kõrvalekaldeid süsteemi töös, selliseid kõrvalekaldeid ei leitud. Seejuures mitte ainult ei asendatud kogu süsteemi moderniseerimise käigus külmaagent, vaid saavutati ka teatud energiakokkuvõid, kuna kompressorid muutusid efektiivsemaks.

ISCEON MO29 – R422D eelised on silmnähtavad:

- ei ole tarvis ärikatkestusi;
- asendus ei vaja täiendavaid investeeringuid;
- külmaagenti võib asendada kaupluse lahtiolekuajal;
- asendus on kiire;
- madalamad temperatuurid, mis pikendavad kompressori eluiga;
- energiasääst.

Mis on Euroopa väljakutsed nimetatud vallas (kaubanduskeskuste külmseadmete asendamine) kuni aastani 2010? Kui kokku on Saksamaal ligi 2 300 taolist kauplust, siis neist ligi 1 200 opereerib HCFC-22-l, mis teeb nädalaseks moderniseerimisvajaduseks ligi 13 kauplust. Sellist moderniseerimisvõimsust Saksamaal hetkel ei ole, seega tulevikus võib oodata teostamata projektide järjekorra pikenemist.

DuPont Fluoroproducts'i esindaja Mack McFarland tutvustas ettekandes „Kommertskülmutus-seadmete kaasajastamise eelised” seadmete kaasajastamise (*retrofit*) ja külmaagentide asendamise võimalusi. Samas märkis ta, et Artikkel 5 riigid võivad pääseda kaasajastamise vajadustest.

Seejuures võib jagada HCFC-de kasutuselt kõrvaldamise kolmeks faasiks. Esimene muutus: CFC→HCFC, teine laine: HCFC→HFC, ja kolmas transitsioon nende külmaagentide poole, millel on madalamad GSP näitajad. Vabanetakse ka R-134a-st, mille GSP näitaja on 1 430 (R-404a: 3 992, R-410a: 2 088).

Oluline on see, et ideaali otsingutel ei kaoks ära liikumine parema poole, st tuleb lähtuda eelkõike pragmaatilistest oludest ning sellest, mida soovitakse saavutada.

Põhilised tähelepanekud HCFC-de kasutuselt eemaldamise käigust võib võtta kokku järgnevalt:

- kiirendamise kokkulepe on julgustav signaal, et riigid võivad koos töötada keskkonna parendamise nimel;
- kulutuste minimeerimiseks on planeerimine ja varajane teavitamine kriitilise tähtsusega;
- alternatiivid HCFC-dele on olemas ja neid juba kasutatakse Art 2 riikides;
- et saavutada osoonikihile ja kliimale soodsaid muutusi, kõik riigid peavad minema välja igapäevaäri mugavustsoonist, sh energia efektiivsem kasutamine jm.

Seejuures ei tohi mitte mingil juhul ohvriks tuua turvalisust ja ohutust, mis on fluorokeemiliste gaaside esmane eelis. Samuti tuleb silmas pidada, et kliimamuutuste minimeerimisel tuleb jälgida kindlasti energia kasutamise efektiivsust, mis ei tohi langeda muutuste sisseviimisega. Lisaks eelnevale on toodete elutsüklikulud üliolulise tähtsusega kuluefektiivse transitsiooni jaoks, sh esmane ja opereerimiskulud. Ja loomulikult mängib rolli ka külmaagentide haldamise praktikate parendamine. Samuti tuleb analüüsida põhjalikult ka teisi keskkonnamõjusid lisaks osoonile ja kliimamuutusele, nt õhukvaliteet, jäätmete ladustamine jm. Igal juhul tuleb hoiduda läbimõtlemata sammude astumisest.

Lisaks eelnevale tutvustas hr McFarland ka rohkesti süsteemide kaasajastamise ja külmaagentide asendamise tehnilisi detaile, mis on ära toodud tema presentatsioonis CD-1.

Shecco turundusjuht Álvaro de Oña esitles Green Cooling Council'i nimel Austraalia näidisjuhtumit „Transkriitilise CO₂ (R744) põhised supermarketite külmutussüsteemid Austraalias”. Käesoleval juhul langes valik looduslikule külmaagentile R744 põhjusel, et see ei oma OKP-d ning on madala GSP-ga, samuti ei ole see ei toksiline ega kergestisüttiv ning omab suurt energiasäästupotentsiaali. Alates 2005. aastast on Austraalia kommerts- ja toidukäitlemiskohtadesse installeeritud 30 CO₂-l töötavat kaskaadsüsteemi ning Euroopas kasutab transkriitilist CO₂ tsüklit enam, kui 100 supermarketit. Seejuures on soojas kliimas R744 efektiivsus kõrgem, kui HFC-del kuni 30 kraadini (C), kahanedes seejärel. Hr de Oña sõnul on tehnoloogiasirde võtmeküsimusteks R744-põhise tehnoloogia juurutamiseks arengumaades järgmised asjaolud:

- pühendumus kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamiseks lisaks OKA-de vähendamisele;
- tööstustele on tarvis motivatsiooni vastavate komponentide masstootmiseks;
- koolitusprogrammide väljatöötamine traditsiooniliste külmaagentide käibelt eemaldamiseks.

Austraalia näidisjuhtumi tehnilised detailid on toodud presentatsioonifailis (lisatud CD-1) ega ei ole käesolevas kokkuvõttes eraldi ära toodud, kuna tegemist on Austraalia kliimaatilistest eripäradest tulenevalt raskesti üldistatavate tulemustega. Lisainfot leiab ka www.R744.com.

Danfoss Compressors GmbH esindaja Heinz Jürgensen andis oma ettekandes „Propaan kui R-22 asendaja kommertsseadmetes” ülevaate propaani kui HCFC-22 alternatiivi kasutamisest tööstuslikes külmutussüsteemides. Propaani (R290) eelised on tema kättesaadavus, odavus, tootmisressursid, head karakteristikud (termodünaamiliselt parim alternatiiv HCFC-22-le, eriti soojades maades) ning madal GSP (3) ja puuduv OKP (0). Ainus R290 suurem puudus on tema tuleohtlikkus, mistõttu tuleb süsteemi elektriosad modifitseerida, ümber paigutada või isoleerida. Suuremates süsteemides tuleb vahetada ka komponente, vähendada nende mahtu või jagada süsteem osadeks, milledest ükski ei mahuta üle 150 grammi propaani. R290 tehnilised karakteristikud, graafikud, võrdlus teiste külmaagentidega ja erinevate külmaagentide kasutamine erinevates süsteemides on toodud presentatsioonifailis (lisatud CD-1).

Tehnilised juhtumianalüüsid II: väikesed/keskmised konditsioneerid ja soojuspumbad

Mitsubishi Electric Corporation'i esindaja hr Hideto Nakao alustas oma ettekannet „Kompressorite töökindlus: HFC-de kasutamine konditsioneerides” ülevaatega OKA toimemehhanismidest (ultraviolettkiired mõjuvad HCFC-le ning vabaneb Cl, mis lagundab osooni, moodustudes ühendi Cl+O₂). Samuti andis hr Nakao ülevaate erinevatest kompressoritest ja külmaagentide R-22 ja R-410A ning külmutusõlide omadustest. Hr Nakao soovib kasutada R-410A kahel põhjusel: esiteks, et vähendada vee kogust külmutusõlis, mis lagundab seda õli, ja teiseks, et hoida ära kahjulike lisandite pääsemist kompressorisse.

Kokkuvõttes järeltab hr Nakao oma ettekandes, et kompressorite tootmiskulud suurenevad külmaagendi vahetamisel HCFC-st HFC-ks ja seda eelkõige kolmel põhjusel: (1) mineraalõlid vahetatakse sünteetiliste eeter- ja esterõlide vastu, (2) liikuvate osade puhul tuleb kasutada pinnakatte- ja alternatiivmaterjale, (3) kuna R-410A tööõhk on suurem, kui HCFC-de puhul, tuleb suurendada kompressori kesta survekindlust. Hea uudisena tõi hr Nakao välja, et ruumisestest õhukonditsioneeride efektiivsus ületab külmaagendi R-410A puhul HCFC-de tulemit. Seejuures on R-410A-põhiste süsteemide energiatarbimine sama, mis HCFC-põhiste süsteemide puhul.

Tehnilised graafikud on toodud presentatsioonifailis (lisatud CD-l).

Hitachi Appliances Inc. vaneminsener Yasutaka Yoshida soovitas oma ettekandes „Kõrgefektiivsed tehnoloogiad väikese ja keskmise suurusega konditsioneerisüsteemides R-410A kasutamisel” CO₂ emissiooni vähendamiseks HCF-põhiste kõrgefektiivsete süsteemide arendust. Ettekandes andis hr Yoshida ülevaate Hitachi Group'ist, erinevatest konditsioneerisüsteemidest, HCFC-de ja HFC-de võrdlusest ning kompressoritüüpidest. Kõrgefektiivsete tehnoloogiate aluseks soojusvahetites on eelkõige (1) soojusvahetus-koefitsiendi suurendamine, (2) rõhukaotuse vähendamine, ja (3) eeljahutuse (*subcooling*) suurendamine. Olulist rolli mängivad seejuures soojusvahetite ribad, millest hr Yoshida andis põhjaliku ülevaate (joonised vt presentatsioonifailist CD-l). Järgnevalt on ettekandes ära toodud uue tehnoloogia tehnilised eripärad. Kokkuvõttes nendib hr Yoshida, et üleminekul HCFC-delt HFC-dele ilmnevad suured keskkonnasäästus – OKP sisuliselt puudub ja süsteemide energiaefektiivsus tõuseb, tähendades ka CO₂ emissiooni vähenemist. Samuti annab langetada süsteemide omahinda optimeerides igat süsteemi komponenti. Sellele vaatamata on tarvilikud uued tehnilised spetsifikatsioonid, tootmishoonete ja -vahendite kohandamine jm. Oma ettekande lõpus nendib hr Yoshida, et koos energiasäästutehnoloogiate kasutamisega tõuseb ka keskkonnasõbralikumate HFC-de kasutamise olulisus, mis sunnib edasi liikuma koos tehnoloogiate täiustamisega.

Daikin Industries Ltd. õhukonditsioneeride tootmise divisjoni esindaja hr Shigeharu Taira pidas ettekande teemal „Kõrgtemperatuurilise veesoojendi väljaarendamine CO₂ soojuspumba baasil”. Ta nentis, et Jaapanis tarbitakse ligi 1/3 kodumajapidamiste elektrienergiast vee soojendamiseks ning see põhjustab ligi 20% CO₂ emissioonist. HFC on nii kuluefektiivne kui ka energiaefektiivne alternatiiv HCFC-dele, uuringuid on tehtud ka CO₂ kasutamise osas, kuid õhukonditsioneerides ei ole see seni õigustust leidnud. See-eest veesoojendussüsteemides on CO₂ HFC-dega võrreldes sama või isegi suurema potentsiaaliga. CO₂ eelised teiste ainete ees

seisnevad (1) keskkonnasõbralikkuses, (2) ohutuses, (3) energiaefektiivsuses ja (4) madalates kuludes.

Edasi esitab hr Taira külmaagentide võrdluse ning ülevaate arendustöödest kompressorite ja soojusvahetite alal. Samuti esitab ta järgmise põlvkonna kompressoritele esitatavad nõudmised. Kokkuvõttes nendib hr Taira, et CO₂ sobib kõrgetemperatuurilistele veesoojendajatele (kuni 90 kraadi), kuna GSP on madal ja kasutegur võrdne. Lisaks leiab hr Taira, et CO₂-põhiste soojuspumpade arendamine võib tulevikus anda suure panuse globaalse soojenemise vastu.

Tehnilised juhtumianalüüsid III: muud külmutusseadmed/konditsioneerid

Jäggi/Güntner (Schweiz) AG peatehnoloog hr Holger Koenig rõhutas oma ettekandes „Soojusvahetid looduslike külmaagentide tarbeks”, et looduslike külmaagente on võimalik kasutada kõikides süsteemides ning nende valik sõltub installatsioonikuludest ja personali pädevusest.

Külmutusagendi valiku kriteeriumid on tema sõnusti järgnevad:

- energiakasutuse efektiivsus – kõrge kasutegur iga-aastase halduse puhul, seejuures ei tule arvesse võtta mitte ainult tehnilise efektiivsuse maksimumtegurit, vaid kindlasti ka aastast haldus- ja kulufaktorit;
- varustuse maksumus (suur külmaagendi maht);
- ohutus – erinevate külmutusagentidega kaasnevad ka erinevad riskid, mistõttu on võtmeküsimuseks personali pädevus.

Kasutegurite võrdlus: R22=100; R410a=92; R134a=96; HN3=104; propaan=95; R404A=82, CO₂=77 ja optimeeritud CO₂=101.

Kulud soojusvahetitele tulenevad põhiliselt soojusvaheti materjali maksumusest, mis jääb külmaagendi ja õhu vahele (materjalide ja külmaagentide loendit vt slaid 19 CD-I). Erinevate külmaagentide hinnavahe on ligi 15% samas, kui soojusvahetite materjalil ulatub see 30%-ni. Näiteks NH₃ puhul on soojusvahetiks tarvis roostevaba terast samas, kui propaani puhul on näitajad ja tingimused samad, mis traditsioonilise R22 puhul.

Kokkuvõttes: HCFC-22 asendamiseks ei ole lihtsat lahendust, mis sobiks kõigile süsteemidele, vaid kõik erinevad alternatiivid nõuavad süsteemide teatud kohandusi. Propaanil on seejuures HCFC-22-ga sarnased termodünaamilised omadused, HN₃ sobib enam suurtesse tööstuslikesse süsteemidesse ning CO₂ näitab väga head kulude alandamise potentsiaali. Hetkel liigub Günther'i tootevalikus trend NH₃ ja CO₂ poole (2002: vastavalt 20% ja 2%, 2007: 24% ja 5% samas, kui HFC, HCFC ja CFC kahanesis portfellis 70%-lt 61%-le). Naturaalsete külmaagentide viga on selles, et neil on kõrge riskipotentsiaal.

Looduslikud külmaagendid nõuavad kõrgtehnoloogiat ning tehnoloogilise personali väga head treenitust. Seejuures varieerub energiaefektiivsus samast näitajast HCFC-22 puhul kuni paremani. Juba täna opereerivad paljud tööstused vaid looduslike külmaagentidega.

Sanyo North America Corporation'i kompressorite insenerilahenduste juht hr Daiki Shiomi andis oma ettekandes „CO₂ müügiautomaatides” alustuseks ülevaate Sanyo korporatsiooni profiilist ning CO₂ kui külmaagendi omadustest. CO₂ kui külmaagendi probleemid ja väljakutsed on tema sõnusti:

1. kõrge tööõhk ja suured rõhuerinevused – ligi 3-5 korda enam, kui tavaliste külmaagentide puhul;
2. süsteemi efektiivsus, mis on teoreetilise efektiivsuse järgi arvutades traditsioonilistest külmutussüsteemidest mõnevõrra väiksem – seetõttu vajatakse taoliste üleminekute puhul efektiivsuse taastamiseks kõrgtehnoloogiaid.

CO₂ tugevustena külmaagendi mõistes loetles hr Shiomi järgmised omadused, mis muudavad ta keskkonnasõbralikuks alternatiiviks:

1. ülemaailmne lihtne kättesaadavus;
2. kõrge soojusmahtuvus ja soojusvahetuspotentsiaal;
3. soojuspumba olemasolu ka külmade keskkondade tarvis;
4. taaskasutuse ja süsteemist eemaldamise vajaduse puudumine;
5. keskkonnasõbralikkus (OKP=0, GSP=1);
6. mittesüttiv ja mittetoksiline.

Sanyo CO₂ kompressor kujutab endast kahekambriist süsteem, mis vähendab külmaagendi kadu ning samuti ka seadme poolt tekitatavat vibratsiooni. Süsteem on paindlik ning saadaval erinevates modifikatsioonides (vt slaidid CD-1 täpsete konfiguratsioonide ja tehniliste skeemide osas). Sanyo on seni tootnud üle 15 000 CO₂-l põhineva kompressori, kui kaasa arvata Pekingi olümpiamängudeks toodetavad 5 000 klaasustega külmkappi ning seni pole probleeme toodetega esinenud. Tootmiskulude osas tava- ja uus kompressor oluliselt ei erine, kuna kasutatakse sarnaseid osi ja tootmisprotsessi.

Võrreldes R-134A-ga on CO₂ kompressoritel sama jahutusvõimsus ning isegi 10%-ne energiasäästupotentsiaal. Tulevikuks ennustab hr Shiomi CO₂-põhiste kompressorite tootmismahude olulist suurenemist.

Energy Resources Group Pty Ltd tegevdirektor hr Bruce Peak rõhutas oma ettekandes „Suurte süsteemide kohandamine süsivesinike tarvis” taas tehnilise personali koolituse ja pädevuse olulisust. Läbi aastate on Energy Resources Group arendanud välja programmi, mis võimaldab ettevõtetel minna üle keskkonnasõbralike külmaagentide kasutamisele. Tavaliselt toimub üleminek samade astmete lõikes:

- tutvustus;
- sisseseade uuring ja raporteerimine;
- ohutusaudit;
- kaasajastamiseelsed parandused ja teenindus;
- kaasajastamiseelne süsteemi ja energiatarbimise monitooring;
- turvalahenduste lisamine;
- süsteemi kaasajastamine;
- kaasajastamisjärgne süsteemi ja energiatarbimise monitooring;

- konversiooniraporti esitamine;
- igapäevane hooldus, va juhtudel, kui klient soovib selleks koolitada oma personali.

Enamik projekte on tulnud suust-suhu reklaami põhjal või veebi kaudu.

Järgnevalt esitas hr Peak rea juhtumianalüüse õnnestunud projektide kohta ning ülevaate klientidest ja nendega saavutatud tulemustest (vt lähemalt presentatsioonifail CD-1).

Samuti andis hr Peak soovitus selle kohta, milliseid süsteeme ei tasu või ei saa kaasajastada, nendeks on:

- mitteventileeritavates keldriruumides asuvad süsteemid;
- suurte ilmnevate probleemidega kehvasti hooldatud süsteemid;
- tuleohukollete (gaasi- või õlipõletid, vanad elektrisüsteemid) vahetus läheduses asuvad süsteemid, mida ei saa isoleerida;
- laiemale avalikkusele ligipääsetavad suured süsteemid.

Tehnilised juhtumianalüüsid IV: suured konditsioneerid

Johnson Controls'i turundus- ja äriarendusdirektor hr John Ansbro andis oma ettekandes „Muutuvsaagedusmootoritega ammoniaagipakettjahutid” alustuseks ülevaate ammoniaagi kui külmaagendi kasutusajaloost. Ammoniaaki on külmaagendina kasutatud juba üle sajandi, ta on lisaks sellele veel ka hea lahusti ja puhastaja, mis kujutab endast originaalset külmaagenti, mis avastati juba 1800-tel. Esimene ammoniaagikompressor ehitati 1886. aastal Gipps Brewery õlletehases Illinois, USA-s, ning see töötas kuni 1946. aastani.

Ammoniaagil on nullmõju nii osoonile kui ka kliima soojenemisele. Tänapäeval kasutatakse ammoniaaki põhiliselt põllumajandustoodete külmutamisel, jäätise tootmisel jm. Ammoniaak on väga odav – alla 1 £/lb samas, kui teised alternatiivid on kuni 10-12 korda kallimad (nt R-22 ja R-134A või R-507) ning nende hind tõuseb.

Ammoniaagi kasuks räägib ka see, et tema leket on võimalik kergesti tuvastada – piisab juba alla 10 ppm kontsentratsioonist, kui seda saab juba tuvastada. Samuti lahustub ta hästi vees ning on õhust kergem, kui ammoniaak lendub, moodustab ta pilve. Aga tegelik ammoniaagi väärtus peitub ammoniaagi efektiivsuses – R-404A on 13% vähem efektiivne, kui ammoniaak!

Ammoniaagi puudus ja probleem seisneb selles, et ammoniaaki ei saa kasutada koos vase ja teiste kollaste metallidega ning torude materjalina tuleb kasutada terast või alumiiniumi, mis vähendab soojusvahetust. Samuti vajab ammoniaak erilisi hermeetilisi mootoreid. Lisaks räägitakse ammoniaagi kahjulikkusest – lühiajalise viibimise kontsentratsioon on maksimaalselt 30-50 ppm, kuid hea külg on selles, et inimene tunneb seda juba 5 ppm juures. Ammoniaagi ohtlikkus seisneb aga tema kergestisüttivuses – juba kontsentratsioonil 16-25% on ta avatud tulekollete puhul õhus ohtlik. Nendel põhjustel on ammoniaagi kasutamine tugevalt reguleeritud, mis teeb tema kasutamise keeruliseks.

Hetkel kasutatakse ligi 90% Euroopas toodetud jahutusseadmetes R-717 ehk ammoniaaki. Kahjuks vaid vähesed USA kodukülmkappide tootjad kasutavad seda.

Edasi tutvustas hr Ansbro tema esindatava Johnson Controls'i powerPAC™ süsteemi, mille fotod, kirjeldused ja teostatud projektide näidised sisalduvad presentatsioonis (lisatud CD-l).

Trane'i keskkonnapoliitika nõukogu esimees ja asepresident hr Jeff Moe pidas ettekande teemal „HCFC külmaagentide ülemineku vedrukujulised pöördjahutid” („HCFC Refrigerant Transition Helical Rotary Chillers”), milles kirjeldas kompressorite ehitust ja kasutusvõimalusi.

Külmaagendi väljavahetamise valikuna soovitas hr Moe üleminekut HCFC-22-lt HFC-134a-le nentides, et kuigi lahendused selleks on teada, ei ole nad täielikult kasutusel Art 5 riikides ning lisavalikute leidmisel tuleb arvestada efektiivsust, kliimasoojendamise potentsiaali, ohutust ja kulusid. Sujuvaks üleminekuks ja kulude kokkuhoiuks on tarvis koordineeritud tegevust külmaagendi ja seadmete tootjate ning teeninduse infrastruktuuri vahel, viimane on võtmetähtsusega ja selle arendamine võtab aega. Edasi kirjeldas hr Moe valdkonna turgu ja mõju keskkonnale (täpsed arvanded on olemas presentatsioonis CD-l).

Esimese suurema valdkonnana, mis vajab investeeeringuid, nimetas hr Moe külmaagendi tootmisvõimsuste ja tarneahela arendamist, mis tähendab omakorda tootmisüksuste laiendamist või ümberehitust. Teine investeerimisala on tootetehnoloogia siire. Kulud sellele sõltuvad oluliselt üksuse tüübist, varieerudes 1-10 miljoni USD-ni. Kulutused lähevad nii „riistvarale” kui ka „pehmetesse valdkondadesse” – koolitus, kontroll jm. Samuti läheb oluline investeeeringute hulk teeninduse infrastruktuuri, sh koolitusele ja sisseseade uuendamisele.

Väljakutsed üleminekuks kahjutumatele külmaagentidele võib jagada neljaks:

- tootmisvõimsuste ja tarneahela juhtimine: kindlaks varustuseks ja kulubaasi arutamiseks on kindlus ülemineku osas võtmeküsimus;
- teeninduse infrastruktuur: sh koolitus, varustuse ostmise jm, kuigi läbi aja, mitte kõik korraga;
- tehnoloogiasiiire, millest sõltuvad tootmiskulud ja toote kvaliteet;
- tarbijate poolne nõudlus, kuna hetkel on enimõutud siiski HCFC-22-põhised süsteemid.

Mitte-HFC-põhine tehnoloogia on alternatiiv, kuid see suurendab kaudselt CO₂ õhkupaiskamist madala energiaefektiivsuse läbi või hoopiski suurendab turvariske. Nii näiteks on CO₂ enda efektiivsus külmaagendina võrreldes HFC-410A, HFC-134A ja HCFC-22-ga 105-93% madalam.

Hetkel olemasoleva süsteemidisaini kasutamine omab olulisi turvariske alternatiivsete külmaagentide kasutamisel:

- süsivesinike osas:
 - suur lõhkeenergia;
 - hooldus;
 - oht ümbruses viibivatele inimestele;
- ammoniaagi osas:
 - toksiline ja kergestisüttiv;
 - enamik lahendusi on kauglahendused, mis suurendab kulusid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et üleminek HCFC-delt HFC-dele suurendab igal juhul kulusid ning teeninduse infrastruktuuri arendamine võtab aega.

Tehnilised juhtumianalüüsid V: vahud

Dow Sao Paulo esindaja hr Antonio Paulo Altoe esitas oma ettekandes „OKA-de asendamise väljakutsed poliüuretaanvahtude tootmisel arengumaades” enamasti suure hulga tehnilisi graafikuid, mis on saadaval presentatsioonifailis (lisatud CD-l). Põhiliste mõjujõududena tahkete poliüuretaanvahtude tootmisel mainis hr Altoe järgmisi tegureid:

- energiaefektiivsus;
- keskkond ja regulatsioonid;
- kulud ja produktiivsus.

Kui algselt oli vahuagendina kasutusel enamasti CFC-11, siis on juba toimunud üleminek HCFC-141B-le ning edasi HFC-134A-le, HFC-245FA-le ja HFC-365MFA/227FA-le. Samuti on kasutusel c-pentaan ning iso-/n-pentaan ja c-pentaan/LBHC.

Kokkuvõtteks märkis hr Altoe, et HCFC-de kõrvaldamine vahutootmisest on vaatamata tehnoloogiaarengule väga raske ülesanne. Näiteks nõuab selle asendamine HFC-245FA-ga või süsivesinikega lisakulutusi ja investeeeringuid. Kaaluda tuleb ka teisi alternatiive: näiteks võivad olla HC/HCFC segud tugevaks alternatiiviks Hiinas, kus HFC-245FA on odav. Vee kasutamine koos teiste vahuagentidega sõltub suuresti vahu soovitud tihedusest ja energiaefektiivsuse nõuetest.

Huntsman Polyurethanes (China) Ltd. juht Hiinas hr Enshan Sgheng tegi ettekande teemal „HCFC-de kasutuselt eemaldamine Hiinas tahkete vahtude tootmisel”.

Poliüuretaan on väga mitmekesine materjal, sõltuvalt tihedusest on temast võimalik saada väga erinevaid tooteid alates mööblist kuni soojustuseni. Vahuagentide osas on evolutsioon olnud järgmine: CFC-11 (ODP=1,0) → HCFC-141B (ODP=0,11) → muud, mille ODP=0, nt HFC, isobutaan, CO₂ jt. Järgnevalt esitab hr Sheng vahuagentide tehnilised parameetrid ning ülevaate Hiina vahutootmisest, mis on toodud ära tabelis presentatsioonifailis (lisatud CD-l). Konteinerite valmistamisel ning spray-vahu puhul on enamasti kasutusel HCFC-141b, sandwich-paneelide osas ja torude valmistamisel domineerivad HCFC-141b ja vesi.

Kokkuvõttes võib öelda, et HC on endiselt enimlevinud vahustamistehnoloogia tööstuslikes lahendustes ning HCFC-141b on endiselt Hiinas enimkasutatud vahuagent samas, kui HFC-de kasutamist piirab kõrge hind. CO₂ vahustustehnoloogia on piiratud madalate nakkuvuse ja soojustusomadustega. Pentaani ja isobutaani segu annab paljulubavaid tulemusi.

Solvay Fluor GmbH tööstuslahenduste ja -teenuste juht Dr. Ulrich Seseke-Koyro andis oma ettekandes „HCFC vahuagentide asendamise tehnilised, majanduslikud ja keskkondlikud mõjud”

ülevaate HCFC-141B null-OKP-alternatiivide termofüüsilistest omadustest, märkides, et õhul ja CO₂-l on kõrgeimad lambda-väärtused. See-eest segud võivad GSP-d oluliselt vähendada, näiteks on väga heade omadustega S-365/227 segu. Kahjuks ei saa ohutuskaalutlustel kasutada HC-sid, samuti ka vett, kuna tal on ebasobiv lambda-väärtus. Vahuagentide difusioonikarakteristikud ja muud tehnilised väärtused on ära toodud presentatsioonifailis (lisatud CD-l).

HFC vahustajate kõrge hind sunnib kasutama HCFC-141b-d – kuluefektiivsuselt jäävad HFC vahuagendid HCFC-141B-le 3-5 korda alla – kuid seda leevendab asjaolu, et tootmiskulu arvutatakse 1 m³ vahtmaterjali, mitte 1 kg vahutekitaja kohta. HFC-365MFC annab paremat kompressioonirõhku väiksema tuleohutuse ja parema lambda-ga, kui võrrelda seda puhaste C5 süsteemidega.

HFC Solkane 365/227 ja 365MFC/C5 segusid kasutatakse enamasti spray-vahtudes ning kohapeal (*on-site*) kohandatavates süsteemides. Nimetatud segude täpsemad kasutuseripärad ja -omadused on toodud ära presentatsioonifailis (lisatud CD-l).

Kokkuvõtteks võib öelda, et ehitiste isoleerimine polüuretaanvahuga on kõige kuluefektiivsem viis vähendada CO₂ emissiooni! Hr Seseke-Koyro märkis, et erinevad kasutusvaldkonnad nõuavad HFC-de kasutamist vahuagentidena eri põhjustel (efektiivsus, ohutus, jne) ning HFC-de keskkonnasõbralikkus on erinevate uuringute käigus tõestatud. Samas tuleb nentida, et kerge vahu tootmine on suur väljakutse.

Hennecke GmbH esindaja hr Rolf Bohländer ja KraussMaffei Technologies GmbH esindaja hr Jens Kompe põhjendasid oma ettekandes „Tahke vahu tootmisvahendite asendamise kogemused ja potentsiaal Artikkel 5 riikides” pentaani kasutamist vahuagendina järgmiste argumentidega:

- ei lagunda osoonikihti;
- ei oma kasvuhoonegaasi efekti;
- madala terviseriskiga;
- mõistlik kättesaadavus;
- madal hind;
- parandatud aegumistähtjad;
- parem termoisolatsioon.

Näiteks võrreldes R-245FA-ga on tsüklopentaanil ligi 240 korda madalam GSP ning 8,4 aasta asemel laguneb see atmosfääris loetud päevadega, samas, kui lambda-väärtused on mõlemal gaasil samad ning tsüklopentaani hind on R-245FA omast üle 4,5 korra madalam.

Riskiteguritena märkisid esindajad, et segunedes õhuga moodustab pentaan plahvatusohtliku segu juba madalatel kontsentratsioonidel (1,7-7 mahuprotsenti). Polüpentaan on isegi määratud bensiiniga samasse A1 ohukategooriasse! Seetõttu tuleb pentaani käitlemisel tarvitusele võtta karne ettevaatusabinõusid, millest põhiline reegel on pentaani ja õhu segu kontakti ärahoidmine lahtise leegiga. Plahvatuse ärahoidmiseks tuleb ruumi ventileerida ning installeerida sellesse gaasihoiatussüsteemid, hermetiseerides süsteemi kindlalt.

Järgnevalt annavad esinejad ülevaate pentaanitootmise komponentidest erinevatel detailiseerituse astmetel ning toovad näiteid edukatest elluviidud projektidest (esitatud presentatsioonifailis CD-1).

Projekti elluviimissessioon

Sessiooni esinejad (Maailmapanga, UNDP, UNEP ja UNIDO esindajad) töid esile käesoleva tehnilise kohtumise ja taoliste konverentside olulisust üleüldse.

Montreali Protokoll ja kemikaalide osakonna juht Dr. Suely Carvalho võttis kokku HCFC-de kasutusvaldkonnad (vahuagentidena, külmaagentidena, aerosoolides ja lahustitena) ning rõhutas mahtude külmutamise olulisust aastal 2013, märkides, et selleks on tarvis leida Artikkel 5 riikide vajadustele vastavad mõistlikud aseained, panna paika strateegiad, teostada kliimamõjude uuringud ning koostada Mitmepoolse Fondi juhtnöörid kõikide tegevusalade ja sektorite lõikes. Seejuures rõhutas ta ajafaktori olulisust nimetatud tegevuste elluviimisel. Samuti märkis ta, et lahenduste majanduslik-tehniline otstarbekus varieerub regiooniti ja riigiti ning et keskkonnakasude maksimeerimiseks on tarvis vaadelda ka lisainvesteeringuid. Arvestada tuleb ka seda, et Artikkel 5 riikides on teemaga seotud enamasti väikese ja keskmise suurusega ettevõtted, millel on seeläbi oma spetsiifika, mistõttu ettevõtete gruppidele orienteeritud projektid võivad olla suurema kasuteguriga, kui üksikettevõtete omad. Olulisel kohal on ka arvepidamine OKA-de üle.

Dr. Carvalho märkis ka, et tehnoloogia valideerimine pilootprojektide ja näidiste kaudu ning nende majandusliku elujõulisuse väljaselgitamine on üleminekukulutuste minimeerimisel ülioluline. Samuti mängib olulist rolli hea planeerimine, etappide õige järjestus ja dokumentatsiooni korrektsus.

Lõpetuseks märkis Dr. Carvalho, et graafikust kinnipidamine on OKA-delt ülemineku puhul ülioluline.

Maailmapanga Globaalse Keskkonnafondi täitevkoordinaator ja meeskonnajuht hr Steve Gorman kutsus üles vahetama kogemusi ning mitte viivitama püstitatud eesmärkideni jõudmise variantide leidmise ja omavahelise jagamisega. Samuti märkis ta sarnaselt Dr. Carvalho'ga, et oluline on tegutseda kiiresti. Seejuures nentis hr. Gorman ka projektipõhise lähenemise ebaotstarbekust püstitatud eesmärkide saavutamisel, märkides, et rahvusliku või sektoraalse tasandi lähenemine on antud olukorras märksa otstarbekam.

HCFC käibelt eemaldamise puhul on hr Gorman'i sõnutsi olulised nii poliitikadokumendid kui ka investeeringud, mis mõlemad mõjutavad tegevuste elluviimise edukust. Samuti märkis ta, et finantseerimine tuleb siduda kliimamuutuste eesmärkidega.

HCFC-de käibelt kõrvaldamise tegevused jagas hr Gorman laias laastus kaheks: pikaajalisteks ja lühiajalisteks. Lühiajalised tegevused hõlmavad:

- ekspordi/impordi litsenseerimissüsteemide loomist;
- tarbijate ja tööstuse uutest nõuetest informeerimise süsteemi ülesehitamist;

- tähelepanu pööramist Lisa C Grupp 1 kemikaalide kasutamisele eesmärgiga kärpida nende mahte.

Pikaajalised tegevused hõlmavad:

- laiapõhjalise strateegia loomist HCFC-de kasutuselt eemaldamiseks;
- tööstuslike motivatsiooniskeemide väljatöötamist;
- sobivate lahenduste leidmist iga kemikaali jaoks eraldi;
- programmipõhist lähenemist näitamaks, kuidas on erinevad tegevused võimalik kokku siduda omavahel kokku ühtseks HCFC rahvuslikuks plaaniks.

Edasi keskendus hr Gorman kohtumiste järeldusdokumendi sisule ning *Contingency Plan*'i sisule.

UNEP esindajad märkisid, et Montreal Protokollis põhikeskendumispunkt on seni olnud info kogumisel ja jagamisel. Samuti tõdeti, et esmajärjekorras tuleks keskenduda mitte suurimat OKP-d omavatele OKA-dele, vaid neile kemikaalidele, mis omavad suurimat osakaalu rahvuslikus tarbimises. Sarnaselt eelkõnelejaga märgiti, et erinevad Artikkel 5 riigid võivad vajada erilähenemisi.

Koostöö ühe olulise aspektina märgiti ühtse metodoloogia ja lähenemise väljatöötamist. Sarnaselt eelkõnelejatega rõhutati kliimasõbralike tehnoloogiate ja väikeettevõtete olulisust. Samuti märgiti erinevaid tehnilisi pisidetaile alates rahvusliku töögrupi küsimustest kuni visiitideni ja partnerluspõhimõteten.

Tehnoloogia osas rõhutati looduslike alternatiivide olemasolu ning informatsiooni vahetust ja koolitust nende osas. Oluliseks peeti ka infrastruktuuri küsimusi ning UNEP-i poolse toetuse kasutamist.

UNIDO mitmepoolsete keskkonnalepingute haru programmiarenduse ja tehnilise koostöö divisjoni direktor hr Sidi Menad Si-Ahmed rääkis UNIDO olulisest rollist OKA-de käibelt eemaldamisel. UNIDO osutab abi 75 riigis 1 103 erineva projekti kaudu ning abifondi suurus on 480 miljonit USD. UNIDO juhib ka tehnoloogiasiret alates 1993. aastast, mil teostati esimesed projektid uute vahuagentide alal.

Põhilised tähelepanu vajavad probleemid on hr Si-Ahmed'i sõnul järgmised:

- HCFC-d on hetkel põhiliseks külmaagendiks paljudes külmutusseadmetes;
- HCFC-d on hetkel ka põhilised vahuagendid Artikkel 5 riikides;
- alternatiivide valik ja hindamine on endiselt teostusjärgus;
- erinevad juhtumid nõuavad ka erinevat lähenemist;
- erinev lähenemine mõjutab seadmete disaini, installeerimist, tööd ja hooldust;
- nimetatud erimõjude kulud ei ole endiselt selged;
- ExCom töötab endiselt uute reeglite ja kriteeriumide kallal Artikkel 5 riikide finantsabi osutamise jaoks;

Edasiliikumiseks soovib hr Si-Ahmed'i järgmist:

- kaardistada hetkeolukord;

- uurida uusi alternatiive vastavalt:
 - nende keskkonnamõjule (OKP, GSP),
 - kättsaadavusele,
 - kulubaasile,
 - energiatarbivusele,
 - ohutusele.
- viia ellu individuaalseid (demo)projekte;
- valmistada ette sektoraalsed OKA-de käibelt eemaldamise strateegiad koos prioriteetide seadmisega;
- harmoniseerida HCFC-de nõudlus- ja pakkumisolukord (tootmise sulgemine) ning tuua turule uued alternatiivid;
- kasutada olemasolevad hooldussektori tegevused ära HCFC programmi tulevikuvajadusteks;
- teha tihedat rahvusvahelist koostööd lõpetamata tegevuste ja finantsküsimumuste viimistlemiseks.