



frisbee

Food Refrigeration Innovations for Safety, consumers' Benefit, Environmental impact and Energy optimisation along the cold chain in Europe

10. ELŐADÁS HŰTÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI



HŰTÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI: ÓZONLEBONTÁS



HŰTŐKÖZEGEK HATÁSA A FÖLD KLÍMÁJÁRA

A hűtőközegek szerepelnek azon gázok között, amelyeket felelősnek tartanak: a „sztratoszféri ózon-lebontás” és a „globális felmelegedés” jelenségeiért.

SZTRATOSZFÉRAI ÓZONRÉTEG VÉKONYODÁSA

Az ózon attól függően pozitív vagy negatív hatású az élővilágra, hogy milyen magasan koncentrálódik. Földközeli levegőszennyező üvegház-gáz, ami gátolja a hő visszataszítását, belelegezve légúti betegségeket idéz elő. Körülbelül huszonöt kilométeres magasságban (a Sztratoszférában) lévő ózonréteg azonban a Nap - az egészségre több szempontból is veszélyes - UVB sugarait szűri. Statisztikákból egyértelműen kimutatható, hogy az ózonréteg vékonyodásával arányban folyamatosan nőtt a bőrrákos megbetegedések aránya, és talán kevésbé köztudott, de az egyre nagyobb számban megfigyelhető szürkehályog-képződéshez is köze van a fogyásának. Az 1970 - es évektől figyelték meg a sztratoszféri ózonréteg elvékonyodását (ózonlyuk keletkezését), amelyet különösen a klór, illetve brómalapú freon és halon vegyületek okozzák. Ide tartoznak az ún. freon típusú hűtőközegek (CFC-k és HCFC-k) is.



HŰTÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI: GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS



frisbee

GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS JELENSÉGE

Meteorológiai statisztikák szerint a földi átlaghőmérséklet folyamatosan emelkedik az utóbbi években és a jövőben további emelkedése várható. Az emelkedés a jéghegyek olvadásához, a vízszint emelkedéséhez, a szárazföld elöntéséhez, az édesvíz készlet csökkenéséhez és "extrém" időjárási körülményekhez vezet.

GLOBÁLIS ÜVEGHÁZ HATÁS

A légkörben lévő ún. üvegházhatású gázok (greenhouse gases), mint: a széndioxid (CO_2), dinitrogénoxid (N_2O), telített freonok (CFC-k), telítetlen freonok (HCFC-k), és a fluortartalmú szénhidrogének (F-gázok, azaz HFC-k) átengedik a napenergiát, de elnyelik a földről visszaverődő hőenergiát és visszasugározzák azt a föld felé. Ezt a jelenséget nevezik globális üvegház hatásnak (greenhouse effect).

GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS OKAI

A globális felmelegedés oka: az üvegházhatású gázok koncentrációjának folyamatos növekedése a légkörben. Ennek jelentős része emberi (antropogenic) eredetű, elsősorban a motorizáció és az energia-felhasználás növekedésének eredménye. A hűtés egyrészt közegeivel, másrészt nagy – globálisan kb. 15 %-os – energia-felhasználásával vesz részt a jelenség kialakulásában.



NEMZETKÖZI JEGYZŐKÖNYVEK



MONTREÁLI JEGYZŐKÖNYV

A „montreali jegyzőkönyv” az ózont bontó halogénezett (klórozott) szénhidrogén-származékok (CFC- és HCFC-k) emisszióját volt hivatott korlátozni. A jegyzőkönyvet 1987. szeptember 16-án bocsátották aláírásra, és 1989. január 1-jével lépett életbe. Mára 194-re bővült a szerződést aláíró országok köre, akik vállalták, hogy korlátozzák az ózonkoncentrációt különösen veszélyeztető klór, illetve brómalapú halogénezett szénhidrogén vegyületek termelését, felhasználását, kereskedelmét. A CFC-k használatát az aláíró országokban napjainkra betiltották, a HCFC-k is már csak korlátozottan (csak visszanyert, vagy regenerált formában, ún. szerviz közegként) használhatók. Előrejelzések szerint: 2050-re helyreáll az ózonréteg eredeti állapota.

KYOTOI JEGYZŐKÖNYV

A montreali jegyzőkönyv „sikerén felbuzdulva”, az ENSZ égisze alatt, hasonló nemzetközi egyezményt hoztak létre a globális felmelegedést okozó CO₂ (széndioxid) kibocsátás csökkentésére. A korábbi határozatok „továbbfejlesztésével”, ennek irányelveit a „kiotói jegyzőkönyv” tartalmazza, amely 2005. február 16.-án lépett hatályba. A jegyzőkönyv „csak” a 40 legnagyobb kibocsátóra vonatkozott (Annex I), de nem egyforma mértékben, és vannak akik máig nem írták alá. Nem vonatkozott a fejlődő államokra (non-Annex I), mint pl. Kína, amely mára a legnagyobb kibocsátóvá vált. Ún. klímakonferenciát évente rendeznek. A kiotói jegyzőkönyvet 2012-ben meg kell újítani.



EMISSZIÓS KVÓTA KERESKEDELEM



KVÓTA HATÁRÉRTÉK ÉS KERESKEDELEM („CAP & TRADE”)

A kiotói jegyzőkönyv lehetővé teszi az Annex I. államoknak, hogy a csökkentést „valahonnan máshonnan” vegyék meg. Az államok többsége a határértékeket felosztotta legnagyobb nemzeti kibocsátói (alapvetően az energia – termelő vállalatai) között. A rendelkezés tehát azt jelenti: ha, valamely vállalkozás túllépi a korlátozást (a rá kiszabott kvótát), a csökkentést megveheti olyan vállalkozástól, akinek a kibocsátása a rá kiszabott határérték alatt van. Ugyanez történhet állami (kormányzati) szinten is.

CSÖKKENTÉS BESZERZÉSE, SZÉN (DIOXID) PIACOK

A csökkentés több forrásból szerezhető be. Ezek egyike az EU Kibocsátás-kereskedelmi Rendszer (EU Emissions Trading Scheme, ETS). További lehetőségek: a fejlődő országokban létrehozott programok, amelyeket a Tiszta Fejlődési Mechanizmus (Clean Development Mechanism, CDM), vagy egy másik Annex I országban a Közös Megvalósítás (Joint Implementation, JI) keretében hoztak létre. Mára minden állam és érdekelt vállalkozás saját rendszert és kereskedelmi szervezetet hozott létre e célra. Az ún. Szénhitel (Carbon Credit) egyik definíciója: „egy igazolás, amely engedélyezi, hogy a tulajdonos állam vagy vállalkozás kibocsásson 1 tonna széndioxidot, amely beszerezhető a nemzetközi piacokon az éppen aktuális piaci áron”



HŰTŐKÖZEGEK CSOPORTOSÍTÁSA

ALTERNATÍV HŰTŐKÖZEGEK

Átmeneti/szerviz

Közép és hosszú távú

HCFC/HFC részben klórtartalmú

HFC klórmentes

Alacsony GWP

Halogén- mentes

Egynemű

Pl. R22
R123
R124
R142b

Keverék

Alapvetően
R22-alapú

Egynemű

Pl. R134a
R125
R32
R143a
R152a

Keverék

Pl. R404A
R507A
R407-ek
R410A

Egynemű

HFO-
1234yf

Egynemű (természetes)

R717 NH₃
R290 propán
R1270 propilén
R600a izobután
R170 etán
R744 CO₂

Keverék

Pl. R600a/
R290
R290/R170
R723 =
NH₃ /
dimetil
éter (DME)



HŰTŐKÖZEG-CSOPORTOK, HŰTŐKÖZEGEK JELÖLÉSE



HŰTŐKÖZEGEK CSOPORTOSÍTÁSA, ÖSSZETÉTELE, JELÖLÉSE

A hűtőközegek csoportosítását a 6. dia tartalmazta. Az „alternatív” szó azt jelöli, hogy a már betiltottak (a CFC-k) kiváltására ajánlottak, engedélyezettek. A csoportoknál szereplő betűjelek a hűtőközeget alkotó kémiai elemeket jelölik. Pl. a HCFC – ben: a H – a hidrogén, C – a klór, F – a fluor, míg a második C – a szén jelenlétére utal. Az egyes csoportokhoz tartozó hűtőközegek jelében (pl. R22): az R – a „Refrigerant” angol szó (magyarul hűtőközeg) kezdőbetűje, míg a szám a vegyület összetételére utal. A hűtőközeg lehet egynemű (pl. R22 vagy R134a vagy R717, azaz ammónia) vagy több egynemű hűtőközeg keveréke : ún. „blend” (pl. R404A – R143a/125/134a vagy R407A – R32/125/134a). A keverékek lehetnek „azeotrop” vagy „zeotrop” tulajdonságúak, attól függően, hogy a forráspontjuk az összetétel szerint változik (zeotrop) vagy nem változik (azeotrop). Az elpárolgatóban a hűtőközeg párolgása során a keverék hűtőközeg összetétele folyamatosan változik, ezért a kezdeti telített folyadék és a párolgás végén létrejött telített gőz hőmérséklete nem azonos, a lg(p)-h diagramban az elpárolgáshoz tartozó állapotvonal nem vízszintes, hanem ferde (enyhén lejt). A két telített fázisállapothoz tartozó hőmérséklet különbségét nevezik „hőmérséklet-csúszás”-nak (temperature glide). A fentiekben említett két „blend” közül az R404A esetében ez az érték kicsi: 0,7 °C, tehát közelítőleg „azeotrop”. Az R407A viszont „zeotrop”, mivel a hőmérséklet-csúszás már jelentős: 6,6 °C. Itt kell megjegyezni, hogy az elpárolgató állapotvonala ténylegesen sohasem vízszintes, mivel az elpárolgató nyomásesése miatt a kilépő telített gőz nyomása és hőmérséklete egynemű közegnél is alacsonyabb, mint a belépő telített folyadéké.

„Nagyobb méretű” elpárolgatóknál ezt célszerű figyelembe venni!



HŐTŐKÖZEGEK FIZIKAI JELLEMZŐI: „PÁROLGÁSHŐ”



PÁROLGÁSHŐ FOGALMA, HATÁSA A HŰTÉSRE

Fizikai (termikus) szempontból a párolgáshő tekinthető a hűtőközeg „legfontosabb” jellemzőjének. Minél magasabb az értéke annál kevesebb hűtőközeggel valósítható meg a hűtés, ami környezetterhelési szempontból is kívánatos. Adott hűtőközeg párolgáshője a közeg $lg(p) - h$ diagramjából határozható meg. Megkapjuk értékét, ha az ajánlott elpárologtatási hőmérsékletnél (T_e) a telített folyadékfázishoz tartozó entalpiát (h_{ff}) kivonjuk a telített gőzfázis entalpiájából (h_{tg}). Ez az érték néhány gyakran alkalmazott hűtőközegnél az ajánlott elpárologtatási hőmérsékleten a következő: $r_{R134a,-10oC} = 204$ kJ/kg; $r_{R404A,-35oC} = 194$ kJ/kg; $r_{R717,-10oC} = 1292$ kJ/kg. Az utolsó adat az ammóniára (R717) vonatkozik, és a szám is mutatja, hogy termikus szempontból ez tekinthető a „legjobb” hűtőközegnek. Emellett környezeti szempontból is kiváló. Nagyipari hűtésben, ahol a kompresszorok különálló térben (gépházban) helyezkednek el, szinte kizárólag ammóniát alkalmaznak. Ugyanakkor, hátrányos tulajdonságai (a lakosságra való bizonyos veszélyessége: mérgezőség, robbanásveszély, továbbá kompresszorhűtési és olajozási nehézségek) miatt háztartási, kereskedelmi és jármű hűtésnél egyáltalán nem alkalmazzák, a másik két említett hűtőközeget használják.



HŰTŐKÖZEG-KÖRNYEZETI JELLEMZŐK: „ODP” ÉS „GWP”



frisbee

ÓZONLEBONTÓ POTENCIÁL (OZONE DEPLETION POTENTIAL, ODP)

Az **ózonlebontó potenciál** (angolul „Ozone Depletion Potential”, ODP) annak a mértéke, hogy egy kémiai vegyület mekkora károsodást okoz az ózonrétegben a fluor-triklórmetánhoz (R11 vagy CFC-11) képest. Az R11 ózonlebontó potenciálja a legmagasabb a klórozott metánszármazékok közül, ezért ennek értéket veszik 1,0-nek. A difluor-klórmétán (HCFC-22 vagy R22) ODP-je például 0,05. A CFC-11 nagymértékű ózonkárosító hatásának az az oka, hogy a vegyület molekulájában három klóratom található. A CFC/HCFC hűtőközegek: pl. R11, R12 és R502 ezért került(n)ek betiltásra.

GLOBALIS FELMELEGEDÉSI POTENCIÁL (GLOBAL WARMING POTENTIAL, GWP)

A **globális felmelegedési potenciált** (GWP, azaz „Global Warming Potential”) gázok üvegházhatásának számszerűsítésére használják. A szén-dioxid GWP-je definíció szerint 1. Az előző bekezdésben említett R22 GWP-je - 100 éves időhorizontra – $GWP_{(100), R22} = 1500$, ami kb. azt jelenti, hogy 1 kg R22 1500 kg CO₂ kibocsátással egyenértékű. Az előző bekezdésben láttuk, hogy az R22 ózon-lebontás szempontjából megfelelő, ugyanakkor a globális felmelegítő hatása nagy, ezért erre is betiltás vár. Egyes országokban – pl. Magyarországon – már új berendezésekben nem használható.



TELJESKÖRŰ EGYENÉRTÉKŰ FELMELEGÍTŐ HATÁS: „TEWI”



frisbee

„TEWI” FOGALMA, SZÁMÍTÁSA

A „TEWI” (angolul: „Total Equivalent Warming Impact”) azért „teljes körű”, mert a hűtőközeg „direkt” (szivárgás, szökés, vészhelyzet) környezetterhelő hatása mellett, a hűtéshez felhasznált energia előállítása során az erőmű CO₂ kibocsátását, mint „indirekt” hatást szintén figyelembe veszi. A „TEWI” tehát nem egy hűtőközeg, hanem adott hűtési eljárás, hűtőberendezés jellemzője, annak környezetterhelési szempontból való minősítésére szolgál. Számítását az alábbi képlettel végzik:

$$TEWI = (GWP \cdot L \cdot n) + [GWP \cdot m \cdot (1 - \alpha_{\text{visszanyer}})] + (n \cdot E_{\text{éves}} \cdot \beta)$$

Ahol: GWP - a hűtőközeg felmelegítő hatása (100 évre); L – hűtőközeg szivárgás per év, kg/év; n – a használat időtartama, év; m – a hűtőgép töltete, kg; $\alpha_{\text{visszanyer}}$ – visszanyerési tényező; E_{éves} – a hűtőberendezés éves energiafogyasztása, kWh/év; β – az energiatermelés CO₂ – kibocsátási tényezője, kg CO₂/kWh.

MEGJEGYZÉSEK

A TEWI mértékegysége: kg CO₂; TEWI – „pontatlan”, mert: a GWP – értéke a vonatkoztatási időtartam szerint változó; L-, $\alpha_{\text{visszanyer}}$ -, és β – értéke általában becslésen alapul. (β – értéke pl. attól függ, hogy a villamos erőmű fűtése mivel történik.) Az összefüggés első két tagja a direkt, a harmadik az indirekt hatást számítja. A középső (második direkt) tag a másik kettőhöz képest elhanyagolható.



GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS- CSÖKKENTÉS LEHETŐSÉGEI



ÁLTALÁNOS ENERGITERMELÉS ÉS FELHASZNÁLÁS

- Ún. „zöld energiaforrások”: nap, szél, hidraulikus, geo-termál, bio-üzemanyagok használata
 - Atomenergia termelése és felhasználása
- Energiahatékonyság és energia-visszanyerés alkalmazása a termelési folyamatokban: pl. vákuum-műveletek alkalmazása; termikus helyett mechanikai műveletek alkalmazása; hőkinyerés alacsony hőmérsékletű hőforrásokból és hulladék hőből (hőszivattyú és hőcső), szigetelés; szabályozás
 - Járművek üzemanyag-felhasználásának, és CO₂ termelésének csökkentése
 - Ún. „passzív házak” építése

HŰTÉS ENERGIA-FELHASZNÁLÁSA

Ld. Frisbee 8. előadás

CO₂ MEGKÖTÉSE ÉS TÁROLÁSA (CCS)

Az ún. „Szén Megkötési és Tárolási” (angolul: „Carbon Capture and Storage, CCS) technológiák általában természetes anyagokat - növényzet (erdők, fotoszintézis), tengerek, geológiai képződmények – használnak fel a CO₂ megkötésére



HLH - ÁGAZATOK MONITORINGJA



EU RENDELETEK

(842/2006/EK – F-Gáz és 1005/2009/EK- Ózon)

A globális felmelegedés és az ózonkárosodás elleni intézkedések részeként születtek a fenti EU – rendeletek. A kapcsolódó rendeletekkel együtt a magyar nyelvű fordítások, valamint a gyakran ismétlődő kérdések és további tájékoztatók a

https://www.hlhmonitoring.hu/reference_public.php honlapon található

REGISZTRÁCIÓ, SZIVÁRGÁSVIZSGÁLAT, SZAKKÉPZÉS

A 310/2008. (XII.20.) Korm. Rendelet az ózonréteget lebontó anyagokkal és egyes fluortartalmú üvegházhatású gázokkal (F-gázok) kapcsolatos tevékenységekről szól.

E tevékenységeknek a HLH („Hűtés, Légh kondicionálás, Hőszivattyú”) ágazatban (járműveknél is) való megfigyelésére, a személyzet és a vállalkozások képesítésére, a felhasználók 3 kg és afeletti F-gáz és ózonkárosító töltetű hűtőkörök és a hűtőközeg-forgalmazóknak a regisztrálására, a szivárgásvizsgálatok koordinálására, és a témával kapcsolatos szakképzésre, mint

Országos Monitoring és Képesítő Testület,

a HLH-Monitoring Nonprofit Kft. került kinevezésre. Címük: 1119 Budapest, Petzvál József u. 31-33 B-ép. 1. Honlapjuk: www.hlhmonitoring.hu. A honlapon a témakörrel, a szolgáltatásokkal és tevékenységükkel kapcsolatos anyagok érhetők el, tölthetők le.

