

Mérlegen a hűtőközegek...

Az elektronikai berendezésekben használt hűtőközegekre vonatkozó környezetvédelmi szabályozások

Készítette:

Mészáros Fanni

CECED Magyarország Egyesülés

2017. március - április

Tartalomjegyzék

Rövidítések.....	3
1. A hűtőközeg.....	5
2. A freonok.....	6
2.1 Mit nevezünk freonnak?	6
2.2 Thomas Midgley és a freon	7
2.3 Az ózonréteg.....	7
2.5 A freonok betiltása	8
3. Élet a freonok után	9
3.1 Az újabb hűtőközegek	9
3.2 Az üvegházhatásról és a globális felmelegedésről röviden	11
4. A legfontosabb nemzetközi szabályozások	12
4.1 A Kiotói Jegyzőkönyv.....	12
4.2 Szabályozás az Európai Unióban.....	12
4.3 A szabályozás által bevezetett tilalmak	13
4.4 2016: Kigali	15
5. Hogyan tovább, avagy az EU útkeresése.....	15
5.1. Lehetséges alternatívák	15
5.2 A fő változó tényezők.....	18
5.3 Az áttérés előtt álló akadályok.....	19
5.4 Gyúlékonyság	19
6. Használat és hulladékgyártás	20
6.1 Készülékeink használata.....	20
6.1.1 A TEWI	20
6.1.2 A fogyasztói magatartás.....	22
6.1.3 A szerelők szerepe	23
6.2 Hulladékok kezelése.....	23
7. Zárszó	23
1. számú melléklet	25
2. számú melléklet	26
A hulladékkezelési szabványok szerepe.....	26
Eredmény?.....	28
Felhasznált irodalom.....	29

Rövidítések

Jogszabályok és egyezmények

1. Montreáli jegyzőkönyv: az ózonréteget lebontó anyagokról szóló, Montreálban 1987. szeptember 16-án aláírt jegyzőkönyv
2. Montreáli Jegyzőkönyv rendelet: 35/1990 (II.28.) MT rendelet az ózonréteget lebontó anyagokról szóló, Montreálban 1987. szeptember 16-án aláírt jegyzőkönyv kihirdetéséről
3. Kiotói jegyzőkönyv: az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Felek Konferenciájának 1997. évi harmadik ülészakán elfogadott Kiotói Jegyzőkönyv
4. WEEE 1.: Az Európai Parlament és Tanács 2002/96/EC irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól
5. Kiotói Jegyzőkönyvről szóló törvény: 2007. évi IV. törvény az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Felek Konferenciájának 1997. évi harmadik ülészakán elfogadott Kiotói Jegyzőkönyv kihirdetéséről
6. Ózon-rendelet: 1005/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet az ózonréteget lebontó anyagokról
7. WEEE 2.: Az Európai Parlament és Tanács 2012/19/EU irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól
8. F-gáz-rendelet: 517/2014/EU európai parlamenti és tanácsi rendelete a fluortartalmú üvegházhatású gázokról és a 842/2006/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről
9. Klímagáz rendelet: 14/2015 (II. 10.) Korm. rendelet a fluortartalmú üvegházhatású gázokkal és az ózonréteget lebontó anyagokkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről

Egyéb rövidítések

1. ODP: ozone depleting potential (ózonbontó képesség)
2. GWP: global warming potential (globális felmelegedésre tett hatás)

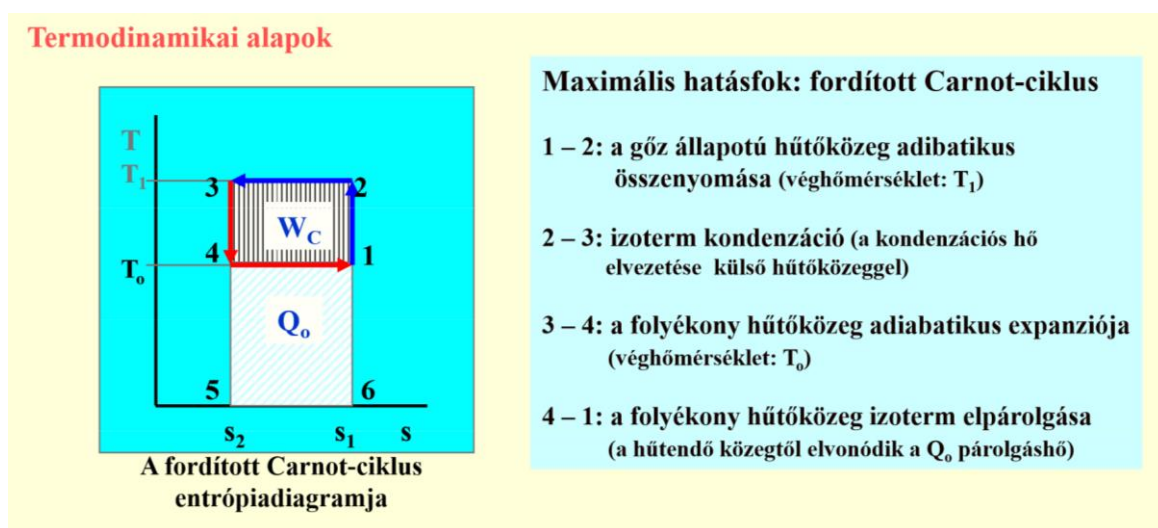
3. TEWI: total equivalent warming impact (totális vagy összesített globális felmelegedésre tett hatás)

1. A hűtőközeg

A hűtőközeg [1] olyan anyag, amely egyes gépekben (így a hűtőkben, de a hűtőkön túl a légkondicionáló berendezésekben, hőszivattyúkban és hőszivattyús szárítógépekben is) lehetőséget ad arra, hogy hőt szállítsunk alacsony hőmérsékletű helyről magas hőmérsékletű helyre. A legtöbb ilyen elpárolgásra és kondenzációra alkalmas anyagot hűtő körfolyamatok munkaközegeként használják.

A hűtőközegeket sokszor **tévesen gázoknak** szokták nevezni. Tárolás közben azonban **folyadék és gőz elegye** található a palackban; ennek a neve a hűtéstechnikában **nedves gőz**. A hűtőközegek csak a kritikus pont felett viselkednek gázként (ekkor pusztán a nyomás növelésével már nem cseppfolyósíthatók). Üzem közben a hűtőközeg gőz állapotban van (vagyis a nyomás növelésével cseppfolyósítható); a kompresszió munkafolyamata alatt **túlhevített gőz** a megfelelő elnevezés.

A hűtéstechnikai körfolyamatot, melynek négy szakaszát különböztetjük meg, fordított Carnot-ciklusnak nevezzük. Az alábbi 1. ábrán jól láthatjuk a termodinamikai folyamatot:



1. ábra: A fordított Carnot-ciklus [2]

A hűtőközegek jelöléséről az 1. számú mellékletben található részletes elemzés.

A korai hűtőberendezések kén-dioxidot (1875), szén-dioxidot (1881), metilétert (1875), metilkloridot (1878), vagy ammóniát (1873) használtak hűtőközegeként a gyártók [1]. Az ammónia (R717) jelenleg is használatos, például abszorpciós hűtőgépekben. A környezetet nem károsítja, gazdaságos, és energiatakarékos (igen nagy a párolgáshője). Hátránya viszont, hogy gyúlékony

és mérgező, valamint erősen korrozív tulajdonságú. A szén-dioxiddal pedig az a probléma, hogy a legtöbb hűtőközeznél rosszabb a kompressziós tulajdonsága, ezért alkalmazása kevésbé elterjedt, háztartási gépekben jelenleg nem használatos. A jövőre nézve viszont – mint később látni fogjuk – egyik hűtőközeget sem vethetjük el, mint lehetséges megoldásokat.

2. A freonok

2.1 Mit nevezünk freonnak?

Tekintettel a legtöbb korai hűtőközeg mérgező voltára, az 1930-as évektől egészen az 1990-es évek elejéig ún. **halogénezett szénhidrogéneket** használtak fel a gyártók a hűtőgépekben és egyéb elektronikai berendezésekben. A halogénezett szénhidrogének jellemzője, hogy a szerves, szén-hidrogén vegyületekben (alkánok vagy aromás vegyületek esetén) szubsztitúciós vagy (telítetlen vegyületek esetén) addíciós reakciók eredményeként a hidrogén atomokat halogénnel helyettesítik. A halogénezett szénhidrogéneket az Ózon-rendelet [3] 9 csoportra bontja. Ezek között megtalálhatók – többek között – a freonok (klórozott-fluorozott szénhidrogének), a halonok (brómozott-fluorozott szénhidrogének) [4], a szén-tetraklorid, a metil-bromid, valamint a metil-kloroform. A jelen tanulmány szempontjából a freonoknak van jelentőségük.

A freonok (a freon név a DuPont cég bejegyzett védjegye), azaz klórozott-fluorozott szénhidrogének az alábbi alcsoportokra bonthatók:

- telített vagy kemény freonok (CFC-k, vagyis a szénhidrogén-molekula minden H-atomja helyettesítésre kerül Cl- vagy F-atommal); pl.:
 - triklór-fluor-metán, CFCl_3 – CFC 11 (R11; az R = refrigerant, azaz hűtőközegre utal [5])
 - diklór-difluor-metán, CF_2Cl_2 – CFC 12 (R12)
- telítetlen vagy lágy freonok (HCFC-k, vagyis a szénhidrogén-molekula nem minden H-atomja kerül helyettesítésre Cl- vagy F-atommal); pl.:
 - difluor-klórmetán CHClF_2 (R22)

2.2 Thomas Midgley és a freon

Thomas Midgley (1889-1944)¹ volt az az amerikai kémikus, aki a DuPont cég megbízásából a freont, mint hűtőközeget és hajtógázt kifejlesztette 1930-31-ben. A halogénezett szénhidrogéneket (CFC-eket vagy freonokat) jól tudták alkalmazni hűtőkörökben, oldószerekben és permetszórókban. A freon előnye a korábbi hűtőközegekkel szemben az volt, hogy nem volt gyúlékony és mérgező, és termodinamikailag rendkívül stabil vegyület volt [6]. Thomas Midgley maga úgy mutatta be a kifejlesztett új anyagot egy sajtótájékoztató keretében, hogy meggyújtott egy gyertyát, melyet az előzőleg beszívott freon-gázt kifújva oltott el, ezzel demonstrálva, hogy a freon se nem mérgező, se nem gyúlékony [7]. A kifejlesztés idején még nem tudták, hogy a freonok milyen környezeti problémát okoznak...

2.3 Az ózonréteg

A légkör nagy részében az oxigén kétatomos formában, O_2 -ként van jelen. A sztratoszférában (kb. 15-50 km magasságban) a napfény és az oxigén kölcsönhatásából fotokémiai reakció során jön létre az oxigén háromatomos molekulája, az ózon (O_3).

Az ózonréteg kiemelkedő szerepe abban áll, hogy az UV-sugárzás legnagyobb részét kiszűri, így a sztratoszférikus ózonréteg nélkülözhetetlen az élővilág és az élet szempontjából. (Ezzel szemben a földfelszín közelében a légszennyezések - főleg a közlekedés - hatására kialakuló,

¹ Thomas Midgleynek nemcsak a freont köszönhetjük. 1921-ben a General Motors kutatási részlegének alkalmazottjaként ő volt az a kutató, aki rájött arra is, hogy az ólom-tetraetil csökkenti a motor kopogását: feltalálta az ólmozott benzint. Az ólmozott benzin alkalmazásáról is kiderült később, hogy nagymértékben szennyezi a levegőt, az ólommal szennyezett levegő belégzése pedig súlyosan egészségkárosító hatású. Az ólommentes benzin bevezetése óta jelentősen csökkent az ólomterhelés, de a forgalmas utak környezetében a talajra kijutott ólom továbbra is problémát jelenthet, mert feldúsulhat az ott termesztett növényekben, illetve a táplálkozási lánc útján a növényevő állatokban is.

Nem véletlen, hogy J.R.McNeill szerint Thomas Midgley „... az atmoszféra történetében ahhoz hasonló szerepet töltött be, mint Fritz Haber a talajtörténetben”.

A sors iróniája, hogy számtalan felfedezésének egyike, a gyermekbénulásából fakadó egészségromlását segítő berendezés okozta halálát 1944-ben (a készülék megfojtotta Midgley-t) [6]

ún. troposzférikus ózon rendkívül káros, mérgező hatású az élőlényekre, a nagyvárosi fotokémiai szmog egyik fő összetevője.)

Az UV, azaz ultraibolya sugárzás hullámhossz-tartománya 100-380 nm közé esik. Az UV-A hullámok tartománya 320-400 nm, az UV-B hullámok tartománya 280-320 nm, az UV-C hullámoké pedig 100-280 nm (a látható fény tartománya 380-760 nm közé esik).

Az ózonréteg az UV-A sugárzást kis mértékben, az UV-B sugárzást szinte teljes mértékben, az legrövidebb hullámhosszú, UV-C sugárzást pedig teljes mértékben elnyeli.

A sztratoszféra ózontartalmának mérésére a Dobson-egységet (Dobson-unit, DU) használják, ez az ózonréteg oszlopsűrűségének a mértékegysége. Bár az ózonréteg a Föld egyes területei fölött nem azonos mennyiségű (a szélességi fokkal és évszakokkal is változó mértéket mutat), azt mondhatjuk, hogy átlagosan 300DU a sztratoszféra ózontartalma. Ózonlyukról a klímakutatók akkor beszélnek, ha az ózonszint 220DU alá esik [4] (tehát tényleges lyukról valójában nincs szó, csak az ózonréteg vékonyodásáról).

A Thomas Midgley által létrehozott freon-vegyületek stabilitásuknak köszönhetően semmilyen más anyaggal nem reagáltak, egészen addig, amíg be nem kerültek a sztratoszférába. Az UV-sugárzás ugyanis felszakítja a freon-vegyület kémiai kötéseit, s így a halogén atomok (pl. klór, bróm) reakcióba léphetnek az ózonnal, felszakítva a háromatomos molekula kémiai kötéseit; így károsítják, „bontják” az ózonréteget.

Erre a felfedezésre 1974-ben három tudós, Sherwood Rowland, Mario Molina és Paul Crutzen jött rá. A három tudós a felfedezésért 1995-ben kémiai Nobel-díjat kapott [6].

Az ózonréteg károsodása eredményeként egyre erősödő UV-B sugárzás kipusztítja az óceáni tápláléklánc alapját képező fitoplanktonokat, és akadályozza a növények fotoszintetizálását. Az embernél szembetegségeket, pl. kötőhártya-gyulladást, vagy akár szürkehályogot okoz, továbbá gátolja az immunrendszer működését. Nagyobb dózisú sugárzás a bőrben elnyelődve, hosszabb-rövidebb idő után bőrgyulladást okoz, továbbá az arra érzékenyeknél elősegíti a bőrrák kialakulását is.

2.5 A freonok betiltása

Az 1987-es Montreáli Jegyzőkönyv [8] célja az ózonréteget károsító anyagok használatának korlátozása volt. Hazánk a Montreáli Jegyzőkönyv rendelettel [9] ratifikálta a Montréali

Jegyzőkönyvet [8]. A Jegyzőkönyv [8] szerint a kemény freonok használata 1996-tól tilos, 2030-ig pedig minden freon-vegyület használatát meg kell szüntetni, még a lágy-freonokét is.

Az irányadó uniós szabályozás keretében az Ózon-rendelet [3], Magyarországon pedig a jelenleg (2017. április) hatályos Klímagáz-rendelet [10] tiltja, illetve korlátozza a freonok és a többi halogénezett szénhidrogén alkalmazását. Hűtőkben és egyéb háztartási eszközökben a 90-es évek közepe óta nem használják a freonokat hűtőközegként és a szigetelő habban.

Sajnos stabilitásuk miatt a CFC-vegyületek (freonok) legalább 80-100 évig nem ürülnek ki a légkörből. Bár alkalmazásukat betiltották, a XX. század második felében a légkörbe bocsátott mennyiség még a XXI. század végéig pusztítani fogja az ózonréteget, és hozzájárul a globális felmelegedéshez. A freonok betiltása óta ugyanakkor pozitív tendencia is megfigyelhető: a 80-as években aggasztó méreteket öltő „ózonlyuk” növekedése a tiltást követően jelentősen lecsökkent. „Ez az emberiség tulajdonképpen egyetlen olyan sikertörténete, amelynek egyértelmű, pozitív eredményei vannak.” [7].

3. Élet a freonok után

3.1 Az újabb hűtőközegek

A freonok betiltását követően a gyártók a fluorozott szénhidrogénekre, az ún. HFC-kre tértek át. Új hűtőközegeket alkalmaztak, így például a következőket:

Háztartási hűtőkben:

- R134a: 1,1,1,2 - tetrafluoretán, $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ (GWP 1430); illetve
- R600a: izobután, más néven 2-metil-propán, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3$ (GWP 0).

Kereskedelmi hűtőkben, valamint légkondicionálókban és hőszivattyús berendezésekben az R134a hűtőközeg mellett jellemzően zeotróp és azeotróp elegyek terjedtek el.

Kereskedelmi hűtőkben:

- R404a: R125 – R143 – R134a (44/52/4²) (GWP 3800)
(R125: pentafluor-etán, C_2HF_5 ; R143: 1,1,2-trifluoretán, $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$)

² A jelölés az egyes összetevők %-os arányát mutatja.

- R507: R125 – R143a (50/50) (GWP3985)
- R407c: R32 – R125 – R134a (23/23/52) (GWP1774)
(R32: difluor-metán, CH₂F₂)
- R410a: R32 – R125 (50/50) (GWP2088)

Légkondicionálókban, valamint hőszivattyúkban, illetve hőszivattyús berendezésekben (pl. szárítógépekben):

- R407c: R32 – R125 – R134a (23/23/52) (GWP1774)
- R410a: R32 – R125 (50/50) (GWP2088)

A fluortartalmú hűtőközegek – ellentétben a freonokkal – már nem károsították az ózonréteget, de a globális felmelegedésre tett hatásuk nagyon magas.

Összehasonlításképpen az 1. táblázatban találunk adatokat:

1. táblázat: ODP és GWP értékek

ODP: ozone depleting potential (ózonbontó képesség)	GWP: global warming potential (globális felmelegedésre tett hatás)
<p><i>Az R11-hez képest mutatott ózonréteggárosító-hatás</i></p> <p>Az R11 ODP-je: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Halonok: 5-15 • HCFC-k: 0,005 – 0,2 • HFC-k: 0 	<p><i>100 év viszonylatában 1 kg üvegházhatású gáz globális felmelegedésre tett hatása</i></p> <p>A CO₂ GWP-je: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • CH₄: 25 • R11: 45 (CFC) • R12: 100 (CFC) • R22: 1810 (HCFC) • R134a: 1430 • R125: 3500 • R404a: 3800 • R407c: 1774 • R410a: 2088

3.2 Az üvegházhatásról és a globális felmelegedésről röviden

Az üvegházhatás, mint légköri jelenség, a növények termesztésére használt üvegházak hatásmechanizmusáról kapta a nevét. Mi is történik valójában? Az üvegházak tetőzetén a napfény (látható fény) áthatol, és a sugarakat elnyeli a földfelszín. Ezt követően a felszín infravörös, hősugárzás formájában felmelegíti az üvegház levegőjét, s a meleg benn marad az üvegházon belül, nem szökik el azon kívülre, csak egy kicsi része. Így a levegő kellően meleg lesz ahhoz, hogy növényeket lehessen termesztetni, még akkor is, ha kinn hidegebb van. A légkör is hasonlóan működik, mert ott is vannak olyan anyagok, amelyek úgy működnek, mint egy üvegház: a napfényt átengedik, de a földfelszín hősugárzását nagyrészt itt tartják a légkörben. Ilyen például a légkör vízgőz tartalma, de ilyen üvegházhatású gáz a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O), a fluorozott szénhidrogének (HFC-k), a perfluorkarbonátok (PFC-k) és a kén-hexafluorid (SF₆) [11], továbbá, ahogy korábban láttuk, a freonok (CFC-k) is, valamint az ózon (O₃).

A földfelszínről érkező hősugárzásnak csak egy része távozik a légkörből a világűrbe, a meleg jelentős része itt marad a légkör földfelszín közeli részében, s ezért az üvegházhatás a felelős. Valójában üvegházhatás nélkül a Föld átlaghőmérséklete 33 fokkal alacsonyabb, -18 fok lenne, **így az üvegházhatás a földi élet elengedhetetlen feltétele.**

A Föld mintegy 4,5 milliárd évvel ezelőtt alakult ki, és azóta a hőmérséklete sokszor változott, hidegebb és melegebb periódusok váltották egymást. Jelenleg hideg periódusban élünk, immár néhány tízezer éve tart ez az időszak. Az elmúlt néhány ezer évben a hőmérséklet folyamatosan emelkedik és csökken, de az emelkedés mértéke kissé nagyobb. Ezt nevezzük globális felmelegedésnek, pontosabban klímaváltozásnak. A problémát most egyes klímakutatók szerint az jelenti, hogy a természeti jelenségek mellett az antropogén, emberi tevékenység – például az energia előállítása – miatt túl sok szén-dioxid és egyéb, üvegházhatású gáz kerül a levegőbe, melyek növelhetik az üvegházhatást, így a Föld hőmérséklete gyorsabban emelkedik. Sok klímakutató szerint a globális felmelegedés felelős a mostanában gyakran tapasztalt szélsőséges időjárási jelenségekért, például a Föld egyes részein tomboló hatalmas viharokért, máshol pedig a nagy szárazságért. Valamint azért is, hogy gyorsan olvadnak a jégsapkák az Északi és a Déli sarkon, vagy változik a tengerek hőmérséklete, és növekszik a víz szintje.

4. A legfontosabb nemzetközi szabályozások

4.1 A Kiotoi Jegyzőkönyv

Az 1997-es Kiotoi Jegyzőkönyv [11] és az ENSZ Éghajlat-változási Keretegyezménye célul tűzte ki az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését 5,2%-kal 2008. és 2012. között. A jegyzőkönyvet 2012-ben Dohában meghosszabbították 2020-ig.

Magyarország a Kiotoi Jegyzőkönyvről szóló törvénnyel [12] ratifikálta az egyezményt, és 6% csökkenést vállalt. A jelenlegi cél: 2050-ig 80-95%-kal csökkenteni a kibocsátást.

4.2 Szabályozás az Európai Unióban

Az Európai Unió Bizottsága 2011-ben adta ki az alacsony CO₂-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemtervét [13]. Ebben célként fogalmazta meg az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését 72-73%-kal 2030-ig, és 70-78%-kal 2050-ig (1990-hez képest).

Ezen célkitűzések alapján született meg és lépett hatályba 2015. január 1-én az F-gáz rendelet [14] az Unióban (mely alapján létrejött a hazai Klímagáz-rendelet [10]). A szabályozás három vegyületcsoportra vonatkozik:

- HFC-k (azaz hidro-fluoro-karbonátok);
- PFC-k (azaz perfluor-karbonátok); és
- PF₆ (azaz kén-hexafluorid).

A háztartási gépek közül az F-gáz rendelettel és szabályozással az alábbi termékcsoportok érintettek:

- hűtők;
- mélyhűtők;
- légkondicionáló berendezések; valamint
- hőszivattyús szárítógépek.

Természetesen a szabályozás nem csak a háztartási gépekre, hanem a kereskedelmi hűtőkre és egyéb, HFC-hűtőközeggel működő berendezésre is vonatkozik (pl. a hőszivattyúkra).

Az uniós szabályozás célul tűzte ki 2030-ra az F-gázok kibocsátásának csökkentése 67%-kal az Unióban. 2005-ben a F-gázok kibocsátásának éves becsült mennyisége 90 millió tonna CO₂-egyenérték volt. 2030-ra ezt a tervek szerint 35 millió tonnára kell csökkenteni. (2030-ban a várható kibocsátás 104 millió tonna lesz, így kb. 67% kibocsátás-csökkenést kell elérni.)

Ennek érdekében:

- folyamatos mennyiség-csökkentés és tilalmak kerülnek bevezetésre;
- F-gáz kvótarendszer került bevezetésre 2017-től;
- a készülékek címkézése kötelező minden érintett termék esetén; valamint
- szigorú szervizelési és hulladékkezelési előírások alkalmazandók.

4.3 A szabályozás által bevezetett tilalmak

Az F-gáz rendelet [14] (és a hazai Klímagáz-rendelet [10]) szerint 2015. január 1-től tilos a háztartási hűtőkben a 150-es, vagy annál nagyobb értékű GWP-vel rendelkező hűtőközegek használata. Igaz, ezen berendezésekben az R134a-t már korábban leváltotta egy új hűtőközeg, az izobután (R600a). Az izobután, más néven 2-metil-propán (CH(CH3)2CH3), a bután egyik izomere, hűtőközegként R600a elnevezés alatt ismert. Ez a hűtőközeg nem károsítja az ózonréteget, és a globális felmelegedésre tett hatása is jóval a megengedett érték alatt van, viszont van egy nagyon fontos tulajdonsága: tűzveszélyes. Éppen ezért például a hordozható, jellemzően autókban vagy jachtokon használatos hűtőládákban még nem jelent megfelelő alternatívát az R134a-hoz képest.

Ami az egyéb típusú berendezéseket illeti, az alábbi 2. és 3. táblázat foglalja össze a korlátozási tilalmakat az F-gáz rendelet [14], illetve a Klímagáz-rendelet [10] alapján:

2. táblázat: A hűtőkre vonatkozó tilalmak

Típus	HFC hűtőzeg GWP-je	Forgalomba hozatali tilalom kezdete
Hermetikusan zárt hűtő- és fagyasztó	$2500 \leq$	2020. január 1.
Hermetikusan zárt hűtő- és fagyasztó	$150 \leq$	2022. január 1.

Helyhez kötött hűtőberendezések (kiv. a -50 °C alatti hűtés esetét)	$2500 \leq$	2020. január 1.
Min. 40 kW teljesítményű csoportaggregátoros központi hűtőrendszerek (kiv. ³)	$150 \leq$	2022. január 1.

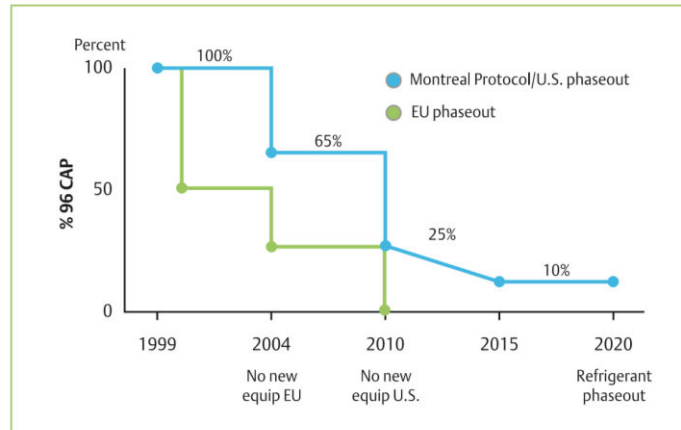
3. táblázat: A légkondicionálókra vonatkozó tilalmak

Típus	HFC hűtőközeg GWP-je	Forgalomba hozatali tilalom kezdete
Hermetikusan zárt, hordozható beltéri egységek	$150 \leq$	2020. január 1.
3 kg-nál kevesebb HFC-t tartalmazó osztott mono légkondicionáló rendszerek	$750 \leq$	2025. január 1.

Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy az USA szabályozása jóval megengedőbb: az alábbi 2. ábra például az ún. lágý-freonok, a HCFC-k alkalmazhatóságát mutatja be, összhangban a Montreali Jegyzőkönyv szabályaival. Míg az EU-ban 2010 óta HCFC hűtőközeggel működő hűtőket nem lehet forgalomba hozni, addig Amerikában még egészen 2020-ig piacra lehet helyezni ilyen készülékeket:

³ Kaszkádszisztemek felső fokozatú hűtőköré, amelyekben 1500-nál kisebb GWP-vel rendelkező HFC alkalmazható

HCFC phaseout timeline



2. ábra: az USA szabályozása [15]

A kvótarendszer és a mennyiségi korlátozások azon berendezéseknél is felvetik majd előbb-utóbb az alternatív hűtőközegek keresésének kérdését, melyek az F-gáz rendelet [14] 3. melléklete által nem érintettek (így pl. az előtöltött berendezések esetében).

4.4 2016: Kigali

2016. október 8-14. között került megrendezésre a Montreali Jegyzőkönyv részes feleinek 28. találkozója a ruandai Kigaliban. A találkozó fő témája a HFC-k felhasználásának visszaszorítása volt. A megállapodás értelmében a fejlettebb gazdaságok, mint az Európai Unió, az Egyesült Államok és mások pár éven belül elkezdik a HFC-k visszaszorítását, a célszám a 10%. Kína, Latin-Amerika államai és több szigetállam 2024-től lép be a cselekvők körébe, míg India, Pakisztán, Irán, Irak és az öböl menti államok 2028-tól. India akár 2032-ig is kaphat haladékot [16].

5. Hogyan tovább, avagy az EU útkeresése

Az Európai Unió Bizottsága felhatalmazást kapott az F-gáz rendelet [14] 11 (6) bekezdésében, hogy vizsgálatokat végezzen a HFC-khez képest alacsonyabb GWP-vel rendelkező alternatív megoldások feltérképezésére. Az eddig elvégzett kutatások alapján az alábbi pontokban lehet összefoglalni, hogy jelenleg, 2017-ben hol tart a munka.

5.1. Lehetséges alternatívák

A jelenleg használt magas GWP-vel rendelkező hűtőközegek az alábbi, alacsony vagy alacsonyabb GWP-vel rendelkező hűtőközegek lehetnek az alternatívái [17]:

- HC-k (tiszta szénhidrogének: R600a és R290);
- NH₃ (ammónia);
- CO₂ (szén-dioxid);
- R32 (HFC32, azaz CH₂F₂ – difluor-metán);
- HFO-k (pl. R1234yf);
- R32-HFO elegyek.

Tekintsük át röviden ezeket a lehetőségeket.

A HC-k (tiszta szénhidrogének: R600a és R290)

Az R600a és az R290 hűtőközegek az erősen gyúlékony kategóriába tartoznak, így jelenleg olyan berendezésekben használatosak, amelyekben csak kicsi mennyiséget (pl. max 150g-ot) kell alkalmazni. Ilyenen például a háztartási hűtők (ahogy erről korábban már volt szó).

Az ammónia

Az ammónia (NH₃) ODP-je és GWP-je is 0. Nagyméretű berendezésekben a korábban használt R22-vel közel azonos hatékonyságú hűtőközeg lehetne, és még olcsó is, mégsem jellemző a használata, az alábbi okok miatt:

- toxikus és gyúlékony;
- magas nyomáson kondenzálódik, emiatt speciális olajhasználati megoldásokat kíván;
- a réz és acél alkatrészekre nagyon korrozív hatású.

Az ammóniát ma főleg abszorpciós hűtőkben alkalmazzák. Ezek a hűtők kisméretű, csendes készülékek, melyeket jellemzően járművekben vagy hotelekben használnak főleg ez utóbbi tulajdonságuk miatt (valamint mert különböző energiaforrással is működtethetők, pl. elektromos energiával, gázzal). Ezekben a rendszerekben az ammónia korrozív tulajdonsága miatt korróziógátlóként hat vegyértékű krómot (Cr⁶⁺) használnak a gyártók. A Cr⁶⁺ toxikus anyag, melynek az elektronikai berendezésekben való használatát a RoHS1. és RoHS2. irányelv betiltotta. Az abszorpciós hűtők azonban mentességet élveznek, tekintettel az alternatív megoldás hiányára (a mentesség további évekre történő meghosszabbítása jelenleg folyamatban van az Unióban, ahogy a gyártók általi alternatíva keresése is). Míg ezekben a kisméretű alkalmazásokban jellemzően a Cr⁶⁺ mennyisége nem haladja meg a 2g-ot készülékenként, addig

nagyméretű, ipari berendezésekben ennél jóval nagyobb mennyiségre lenne szükség, ami egy újabb biztonsági, egészségügyi és hulladékgazdálkodási kihívást jelenthet. Ennek ellenére egyes kereskedelmi egységekben ma is alkalmazzák.

A szén-dioxid

Ami a szén-dioxidot illeti, ez egy kiváló lehetőség lenne, ha termodinamikailag jó tulajdonságokkal rendelkezne. Ez azonban sajnos nincs így. A CO₂ magas nyomáson történő kondenzációja jelentős technológiai módosítást kíván: külön hűtőegységre van (lenne) szükség a berendezésben, ami technológiai-gazdaságossági oldalról akadályozta ez idáig a technológia elterjedését az elektronikai berendezésekben.

Az R32

Jelenleg úgy tűnik, hogy itt Európában a klímaberendezések esetében a jövőt (sőt egyes gyártóknál már a jelent is) az R32 hűtőközeg, azaz a difluor-metán (CH₂F₂) jelent(het)i. Az R32 jelenleg is ismert és használt: az R410a hűtőközeg 50%-át, az R407c-nek pedig 23%-át adja (R410a: R32 – R125 (50/50) (GWP2088); R407c: R32 – R125 – R134a (23/23/52) (GWP1774)). Mindkét jelenleg használt zeotróp elegynek magas a GWP-je. Ezzel szemben az R32-nek „mindössze” 675. Láthattuk, hogy a 3 kg-nál kevesebb HFC-t tartalmazó osztott mono légkondicionáló rendszerek esetében a jogszabályi korlátozás 2025. január 1-jén lép majd életbe, ettől fogva a forgalomba hozott berendezésben alkalmazott hűtőközeg GWP-je maximum 750 lehet. Ennek a kritériumnak tehát az R32 meg fog felelni. Az R32 önállóan, hűtőközégként használva jelentősen kisebb GWP-vel rendelkezik, viszont enyhén gyúlékony. Így körültekintőbb kezelést igénynek majd a jövőben az R32-vel töltött berendezések biztonsági szempontból.

A HFO-k és az R32 – HFO elegyek

Szintén alternatívát jelenthetnek a jövőben a fluorozott telítetlen szénhidrogének, vagyis a fluorozott alkének (más néven olefinek, innen is ered a hidro-fluoro-olefin - HFO rövidítés). Ezek GWP-je alacsony, 4 – 9 közötti értéket mutat. Ilyen hűtőközeg lehet például az R1234yf (azaz a 2,3,3,3-tetrafluor-propén), vagy az R1234ze (azaz az 1,3,3,3-tetrafluor-propén). Szintén alternatívaként jöhetnek számításba az R32-HFO-elegyek (GWP 200-400). Ezek a hűtőközégtek tehát alacsony(abb) GWP-vel rendelkeznek, viszont gyúlékonyak (ha csak enyhén is, a tiszta HC-khez képest).

5.2 A fő változó tényezők

Az új lehetőségek kapcsán az alábbi tényezőket kell megvizsgálni, ezek változhatnak az új típusú hűtőközegek bevezetésével, használatával [17], [18].

- gyúlékonyság;
- toxicitás;
- magas nyomáson történő működés;
- anyagi összeférhetőség.

Ahogy láttuk, a jogalkotónak kiemelt célja, hogy a berendezésekben használt hűtőközegek minél környezetbarátabbak legyenek, minél kisebb legyen a globális felmelegedésre gyakorolt hatásuk. Így ma már a háztartási hűtőkben jellemzően tiszta szénhidrogént, izobutánt (R600a) használnak a gyártók. Az izobután ugyanakkor, mint fentebb láttuk, gyúlékony. Általánosságban elmondható, hogy **minél kisebb GWP-vel rendelkezik egy hűtőközeg, annál inkább gyúlékony**. Annak ugyanis, hogy alacsony GWP-je legyen egy vegyületnek, az a feltétele, hogy keveset tartózkodjon a légkörben. Ez pedig akkor valósítható meg, ha az adott vegyület reaktív. A kémiai reaktivitás viszont a gyúlékonyság kockázatát is jelenti, és minden igaz fordítva is: ha egy vegyület nem reaktív, akkor nem is gyúlékony, és hosszú időn át a légkörben tartózkodik, tehát bőven van ideje, hogy üvegházhatását kifejtsen.

Amikor megfelelő alternatívákat keresünk a GWP csökkentésére, a **biztonsági tényezőket** (pl. gyúlékonyság, toxicitás) mindenképpen figyelembe kell vennünk.

Szintén figyelembe kell venni a **technológiai jellemzőket** az új hűtőközegek keresésénél. Fontos tényező a **nyomás**. Ha az új hűtőközeg a lecserélendőhöz képest jóval magasabb nyomáson kondenzálódik, akkor az a berendezés számos technikai-technológiai jellemzőjét érinti. Ki kell emelni továbbá az **anyagi összeférhetőség** kritériumát, mely szintén jelentősen befolyásolja a már kialakított technológiát (pl. a motor szigetelését).

Mindenfajta technológiai vonzat (pl. égésgátlás, szigetelés, más típusú kenőolajok használata, korróziógátlás, esetleges külön hűtőegység használata stb.) értelemszerűen növelheti a gyártási és üzemeltetési/javítási költségeket, s ebből látható, hogy a biztonság mellett a **gazdaságosság** is egy olyan fontos tényező, mellyel számolni kell az alternatívák keresésekor.

5.3 Az áttérés előtt álló akadályok

Az EU Bizottság megvizsgálta azt is, hogy a jelenleg irányadó szabványok jelentenek-e, és ha igen, milyen akadályt az új megoldások alkalmazhatóságában [18]. Megállapították, hogy tekintettel arra, hogy a HFC-k esetében a gyúlékonyság nem volt kockázati tényező, a jelenlegi szabályozások jellemzően túlzottan leegyszerűsítve kezelik a gyúlékonysági tényezőt, általában 2 vagy 3 kockázati csoport meghatározásával (pl. gyúlékony – nem gyúlékony; vagy nem gyúlékony – (kevésbé) gyúlékony – erősebben gyúlékony). Ez a leegyszerűsítés jelentős akadályt képez az áttérésben, hiszen több lehetséges alternatíva is a jelenleg tiltott csoportba sorolandó. Mivel az alternatívák esetében a gyúlékonyság valamilyen foka minden esetben kockázati tényező, így a Bizottság megállapítása szerint a gyúlékonysági fokozatok részletesebb szabályozására lenne szükség annak érdekében, hogy differenciálni lehessen a kockázat mértékét illetően (ti. hogy az jelentős, vagy valamilyen módon, pl. technológiai módosítással vállalható). Összességében tehát elmondható, hogy a gyúlékonysági tényezőt határozták meg a legfontosabb, az áttérést befolyásoló tényezőként. Megállapításra került továbbá, hogy egyes tagállamok az EU-s és egyéb nemzetközi szabványoknál szigorúbb, helyi szabványokat is alkalmaznak (pl. Ausztria, Belgium, Franciaország, Németország, Olaszország, Spanyolország és Svédország). Ezek a szigorítások lehetnek mennyiségi szigorítások, a gyúlékonyság teljes kizárására irányuló tilalmak, illetve limitálhatják az egyes készülékek használatát pl. közintézményekben (pl. iskolákban, kórházakban). A helyi szigorítások további akadályt jelentenek az alternatívákra történő áttérésben.

Ezek az akadályok a HC-k, a HFC32, a HFO-k és a HFC32-HFO elegyek alkalmazhatóságát nehezítik. Az ammónia és a szén-dioxid alkalmazhatósága tekintetében a kutatások nem állapítottak meg EU-s és/vagy nemzeti akadályokat a szabványokban vagy az egyéb szabályozásokban.

5.4 Gyúlékonyság

A gyúlékonysági tényező jelenlegi fő megítélésében irányadó uniós szabvány az EN378. Ez 3 kategóriát határoz meg:

1. nem gyúlékony;
2. gyúlékony; és
3. erősen gyúlékony kategóriákat.

Ha a nemzetközi ISO5149 szabványt nézzük, ez az alábbi kategóriákat határozza meg:

1. nem gyúlékony;
2L. kevésbé gyúlékony;
2. gyúlékony;
3. erősen gyúlékony.

Ez a szabályozás tehát már bevezetett egy 2L kategóriát a kevésbé gyúlékony anyagok besorolására.

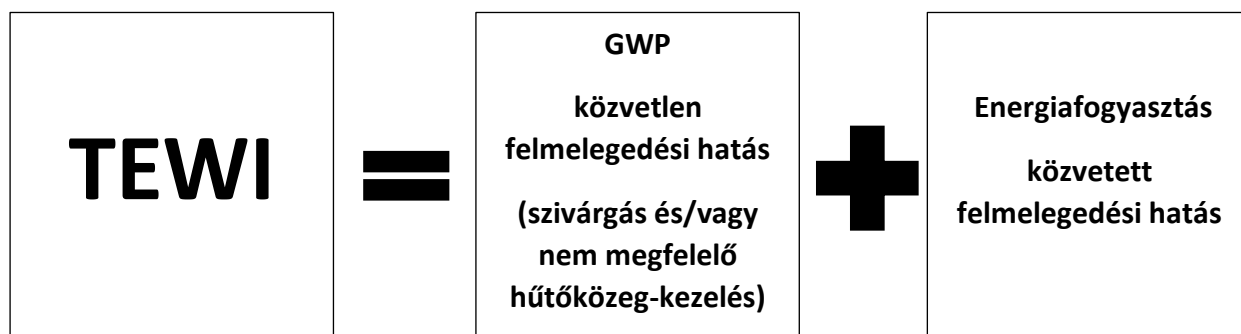
Az uniós szabályozások felülvizsgálata jelenleg folyamatban van, bár már most látszik, hogy a biztonsági tényező kiemelt jellegére tekintettel nincs egyszerű helyzetben a Bizottság és a szabványügyi testületek. Az eredeti tervekkel ellentétben (2016) várhatóan csak 2017/18-ban állnak majd rendelkezésre az új irányok és lehetőségek alapján módosított szabványok. A módosítás érinteni fogja az EN378 szabványon túl az EN60335-2-40 és az EN60335-2-89 szabványokat is.

6. Használat és hulladékgazdálkodás

6.1 Készülékeink használata

6.1.1 A TEWI

A GWP (Global Warming Potential) mellett az utóbbi időben egy másik mutató is megjelent a környezeti hatás bemutatására, ez pedig a TEWI, a Total Equivalent Warming Impact. Magyarul Teljes/Összesített Egyenértékű Felmelegedési Hatásnak fordítható. Ez a mutató a hűtőközeg globális felmelegedésre gyakorolt hatásán (azaz a közvetlen felmelegedési hatáson) túl figyelembe veszi a készülék közvetett felmelegedési hatását is, vagyis a készülék üzemelésének villamosenergia-fogyasztását (3. ábra). Ez a mérőszám így sokkal pontosabb értékelést ad a készülék tényleges környezeti hatásáról. Ha jól belegondolunk, a közvetett hatás valójában sokkal jelentősebb lehet, különösen, ha a közvetlen hatást a zérus felé közelítjük. Az a hűtőközeg ugyanis, amely nem jut ki a légkörbe, biztosan nem járul hozzá a globális felmelegedés növeléséhez...



3. ábra: A TEWI

A TEWI-t az alábbiak szerint számíthatjuk ki [19]:

$$\text{TEWI} = (M \times \text{GWP}) + (a \times E) \times L$$

Ahol

M: a készülék éves hűtőközeg-vesztesége (kg/év)

GWP: a hűtőközeg GWP-száma (kg CO₂/kg)

a: a villamosenergia-előállítás CO₂-értéke (kg CO₂/kWh)

E: a készülék éves villamosenergia-fogyasztása (kWh/év)

L: a készülék életkora (év)

A TEWI, mint új mérőszám, valóban közelebb visz az igazságos megítéléshez, az adott készülék tényleges környezeti hatásának bemutatásához. Ennek két vonatkozásban van jelentősége: ha ma új készüléket vásárolunk, akkor milyen energiaosztályú berendezést veszünk, valamint mennyire idősek a készülékeink. Ez utóbbi szempont Magyarországon kiemelten fontos. Nézzük meg például, mi a helyzet a **hűtőgépekkel**:

4. táblázat: A háztartásokban található készülékek kora (háztartások %-a) [20]

	hűtőgép	fagyasztó
új	0,3	0,2
1 éves	8	6,1
2 éves	7	5,3
3-7 éves	25,4	17,3
8-10 éves	13,9	8,7
11-14 éves	18,3	10,7
15-18 éves	14	17,1
19-23 éves	5,5	13
24 év +	5,4	19,2
nem tudja	2,1	2,6

A fenti 4. táblázatból látható, hogy ma a hazai háztartásokban található hűtők 5,4%-a, a fagyasztóknak pedig közel ötöde még freonos készülék. Ezek a matuzsálemek ráadásul a ma kapható energiatakarékos készülékekhez képest jóval több energiát is fogyasztanak. A freonoknak ugyanakkor sokkal alacsonyabb a GWP-jük, mint pl. az R134a-val működő, fiatalabb hűtőké, viszont magas az ODP-jük. Ezekben az esetekben tehát a TEWI-t még az ODP értékkel is súlyozni kéne ahhoz, hogy a tényleges környezeti hatást megkapjuk.

Szintén érdekes lehet a TEWI számítása a **szárítógépek** esetében. A háztartásokban elterjedt két fő típus, a (i) kondenzációs-fűtőbetétes szárítógép és a (ii) kondenzációs-hőszivattyús szárítógépek között az a fő különbség, hogy míg az első típus nem igényel hűtőközeget a működéséhez (a fűtőbetétet elektromos energia melegíti fel), addig a hőszivattyús gépek ma jellemzően R410a-val működnek a fordított Carnot-cilus termodinamikai elve szerint. Az energiafelhasználás terén ugyanakkor a hőszivattyús gépek óriási fölényrel nyerne: legalább 40%-kal kevesebb energiát fogyasztanak, esetükben ugyanis elektromos energia csak a kompresszor működtetéséhez kell.

6.1.2 A fogyasztói magatartás

Ha a használatról beszélünk, természetesen a **tudatos fogyasztói magatartás** is segítheti az energiatakarékos üzemeltetést és a környezetterhelés csökkentését. Hosszan lehetne elemezni, hogy – különösen klímáknál – a megfelelő berendezés kiválasztásával, de minden készülék esetében a használati útmutató szerinti takarékos használattal, a rendszeres karbantartással mi magunk fogyasztóként is tenni tudunk azért, hogy készülékeink ne fogyasszanak szükségtelenül sokat.

Kiemelt jelentősége van annak is, hogy szakember szerelje, szervizelje készülékünket, valamint annak, hogy „életük” végén gondoskodjunk arról, hogy a megfelelő hulladékgyűjtő-helyre kerüljenek.

6.1.3 A szerelők szerepe

No persze a szerelők szerepéről is ejtenünk kell néhány szót. Hiszen főleg klímaberendezések esetében a legnagyobb szerepe a szerelőnek van abban, hogy megakadályozza a környezetre káros hűtőközeg légkörbe engedését. Mert, ahogy már korábban is jeleztem, az a hűtőközeg, amely nem kerül a légkörbe, nem fokozza a globális felmelegedést. Ráadásul a megfelelően összegyűjtött hűtőközeg regenerálható, így újra felhasználható, mellyel további környezetterhelés-csökkentés érhető el.

Arról nem is beszélve, hogy a szerelők azok, akik a készülékhasználókkal személyesen is kapcsolatba kerülnek. Kiemelt lehetőségük van ezáltal a környezettudatosságra való nevelésben, a fontos üzemeltetési és hulladékgyűjtési információk átadásában.

6.2 Hulladékok kezelése

Ha a gyártók, fogyasztók és a szerelők is nagyon környezettudatosan járnak el, és a maguk részéről mindent megtesznek a környezetvédelmi célok betartása és hűtőközeg-mérlegünk lehetőség szerinti optimális állásának biztosítása érdekében, akkor feltételezzük, hogy a készülékek életük végén a megfelelő állapotban eljutnak az elektronikaihulladék-feldolgozókhöz.

Maga a WEEE 2. [21] a VII. mellékletében előírja, hogy az ózonbontó, és a globális felmelegedést okozó⁴ gázokat a kezelés során a berendezésekből el kell távolítani, és megfelelően kell kezelni. Ez a kötelezés persze még nem feltétlenül jelenti, hogy minden érintett szereplő így is tesz. Ezért nagy jelentőségük lesz a jövőben az e-hulladékok gyűjtésére és kezelésére vonatkozó jogszabályi változásoknak és szabványoknak (a szabványokról szóló összefoglalót a 2. számú melléklet tartalmazza).

7. Zárszó

A fentiekből láthattuk, hogy az elmúlt 100 évben hogyan alakult a hűtőközegek evolúciója. A kezdeti mérgező vagy technológiailag kevésbé hatékony megoldásokkal szemben hogy vették

⁴ Amelyek GWP-je 15 fölött van.

át a szerepet először a freonok, melyek mind egészségügyi/biztonsági, mind technológiai szempontból a mai napig a legideálisabb hűtőközegek voltak, ebben minden szakember egyetért. A freonok használatával azonban túl nagy árat fizettünk a környezet oldalán, illetve végső soron a saját egészségünk oltárán, hiszen az ózonréteg vékonyodásának fő károsultjai mi magunk vagyunk (a környezetet ugyanis sosem önmagáért kell védeni, hanem azért, mert a környezetre gyakorolt hatások a környezetben olyan változásokat indítanak el, melyek hatásai az élővilágra és kiemelten az emberiségre káros következményekkel járhatnak).

A freonok helyét így a már nem klórozott, de még fluorozott szénhidrogének vették át, melyek az ózonréteget már nem károsították. Most tulajdonképpen a HFC-k korszakát éljük. De „ők” sem tökéletesek, mert a globális felmelegedésre tett hatásuk – bár széles spektrumon szór – jellemzően elég magas.

Mit tehetnénk hát? Megyünk előre az úton, és próbálunk olyan megoldásokat találni, melyek a hűtőközegek ezen negatív tulajdonságait csökkentik. Olyan ez az egész, mint egy három tányérú mérleg: a biztonság, a környezetvédelem és a gazdaságosság három serpenyőjében próbáljuk úgy elhelyezgetni az egyes „összetevőket”, hogy a lehető legideálisabb mérlegállást kapjuk, vagyis egyik serpenyőt se húzza le nagyon a belepakolt „összetevő”. A problémát az adja, hogy a legideálisabb mérlegállást még nem sikerült meghatározni. Talán azért, mert pontosan és objektíven nem is lehet, talán azért, mert az az idővel folyamatosan változik. Most, 2017-ben úgy érezzük, hogy a környezetvédelem serpenyője túlzottan lesüllyedt (bár már jobb helyzetben van, mint egy-két évtizede, de még mindig szeretnénk egy kicsit feljebb tornáznunk ezt a serpenyőt).

Ami viszont most fejtörést okoz, az az, hogy a környezetvédelem serpenyőjéből kivételre kerülő összetevőket nem tudjuk máshol elhelyezni, mint vagy a biztonság, vagy a gazdaságosság serpenyőjében. Egyelőre más megoldás, úgy tűnik, nincs...

1. számú melléklet

A hűtőközegek [1] azonosítását jelentősen zavarta az, hogy számos néven használták őket: CFC, Chlorofluorocarbon, freon, R11, R12 stb. Az egységesítésüket a DuPont cég kezdeményezte, és az ASHRAE rendezte. A jelölési rendszer a molekulaképlet alapján értelmezhető. Ha 90-et adunk az azonosító számhoz, a kapott három számjegyű szám jegyeinek jelentése: a szénatomok, a hidrogénatomok, majd a fluoratomok száma. Másképpen kifejezve:

1. szénatomok száma - 1
2. hidrogénatomok száma +1
3. fluoratomok száma

A vezető nullát nem írják, ezért a metán származékai mind két számjegyűek. A maradék kötések nem számlálják, ezek a klóratomokat azonosítják. Az izomereket az abc betűinek hozzátoldásával jelölik. Az R a hűtőközegre („refrigerant”) utal.

Az R-400 sorozatot a zeotrop elegyek azonosítására tartották fenn, az R-500 sorozatot az azeotrópos elegyek számára. Az azonos anyagokból képzett, különböző összetételű elegyeket nagybetűvel jelzik, például R-407A, R-407C.

Példaképpen:

A CFCl_3 , azaz a triklór-fluor-metán, avagy az R11-es freon, úgy kapta ez utóbbi elnevezését, hogy 1db szénatomot tartalmaz, de mivel $1-1=0$, ezért ezt nem írjuk, a metán mind a 4 hidrogénatomját helyettesítik, így azok száma 0, $0+1=1$, valamint a fluoratomok száma 1, így jön ki az R11.

Ehhez hasonlóan, az R12-es freonban, a diklór-difluor-metánban (CF_2Cl_2) az első 0-át nem írjuk, hidrogénatom nincs, mert mind a négy helyettesítésre került 2 fluor és 2 klóratommal, ezért ezen a helyen 1-es áll, és mivel 2 db fluoratomot tartalmaz, így R12 lesz a száma.

Nézzük meg még az R-134a hűtőközeget is, vagyis a $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$, tetrafluor-etánt: ez tartalmaz 2 szénatomot ($2-1=1$), 2 hidrogénatomot ($2+1=3$) és 4 fluoratomot (4). Az azonos összegképletű izomerek közül (R-134, R-134a, R-134b, R-134c) ez a legjobban használható anyag hűtési célokra.

2. számú melléklet

A hulladékkezelési szabványok szerepe

A WEEE1. [22] hatályba lépését követően elsőként a CFC, HCFC és HFC hűtőközegeket tartalmazó hűtőkészülékek környezetbarát kezelését leíró szabvány került kidolgozásra, melyet három érintett szervezet, a gyártói szervezeteket tömörítő WEEE Forum [23], az európai háztartásigép-gyártókat képviselő CECED [24] és az európai e-hulladékfeldolgozókat képviselő EERA [25] tűzött a zászlójára.

A szabvány két lépéses eljárást határozott meg: (i) első lépésként a CFC/HCFC/HFC és az olaj hűtőkörből történő eltávolítását, (ii) második lépésként ezen gázok szigetelő habból történő eltávolítását és ártalmatlanítását, valamint a berendezés hasznosítható anyagfrakcióinak (pl. fémek, kábelek, üveg, műanyag) elkülönítését írta elő. A szabvány a feldolgozási követelmények mellett beszámolási és monitorozási követelményeket is meghatározott.

Ez az önkéntes alapon kidolgozott szabvány 2012. májusában egy CENELEC-szabványban öltött testet: ez lett az EN50574-es szabvány.

A három szervezet (WEEE Forum, CECED és EERA) külön projekt keretében dolgozta ki az új generációs, szénhidrogén hűtőközeggel működő hűtők feldolgozásának követelményeit is. Ennél a hűtőközegnél, mely – ahogy korábban már említésre került – se nem ózombontó, se nem gyakorol káros hatást a globális felmelegedésre, ellenben tűzveszélyes, ez utóbbi szempontra kellett a hangsúlyt helyezni a feldolgozási körülmények meghatározásakor.

Végül ez a szabvány is beépült az EN50574-es CENELEC-szabványba.

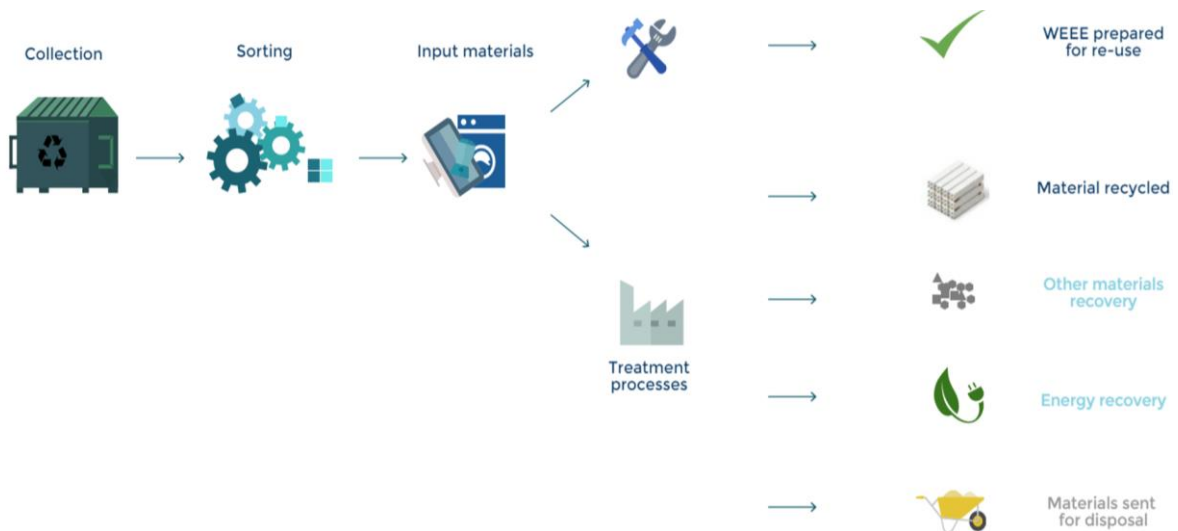
A fejlődés nem állt itt meg: természetesen nemcsak a hűtők, hanem a többi elektronikai eszköz is tartalmaz számos veszélyes anyagot, valamint újrahasznosítható értékes anyagot (fémeket, nemesfémeket) is, melyek miatt valójában az összes ilyen berendezésünk kiemelt figyelemmel történő feldolgozást igényel.

Ezért a WEEE Forum, a CECED, az EERA támogatásával, 2008-ban indította el a WEEELABEX-projektet (WEEE label of excellence) [26], mely a LIFE07 ENV/B/000041 szám alatt a LIFE- program keretében kapott zöld lámpát. A komplex WEEELABEX-szabvány 2011-ben került bemutatásra, és 2013-ban nyert akkreditációt. Ekkor egy külön szervezet is felállt a támogatására.

A WEEELABEX-szabvány minden fajta elektromos és elektronikus készülék gyűjtési, szállítási, logisztikai, tárolási, újrahasználatra történő előkészítési és feldolgozási minimumkövetelményét tartalmazza. Ezen túl célul tűzte ki a monitorozás keretében az auditálás követelményének létrehozását is.

A WEEE2. irányelv [8] 8(5) szakaszával és a Bizottság M/518 számú felhatalmazásával összhangban a CENELEC jelenleg dolgozik egy átfogó, a teljes elektronikai készülékszegmensre vonatkozó szabványrendszer elkészítésén. Ennek a szabványnak az általános része, az EN50625-1 már elkészült, és Az elektronikai berendezésekből származó hulladékok (WEEE) gyűjtése, logisztikája és kezelése – általános kezelési szabályok címet viseli. Részletszabályok például az újrahasználatra történő előkészítésre még kidolgozás alatt vannak.

Az EN50625-1 szabvány működését, érvényesülését az alábbi 4. ábra mutatja be általánosságban:



4. ábra: Az EN50625-1 szabvány működése [27]

Ennek az új szabványrendszernek, a WEEELABEX-hez hasonlóan (nagy mértékben azon is alapulva) az a célja, hogy a jelen kor technológiai fejlesztéseinek, lehetőségeinek megfelelően minden olyan megoldást összegezzon, amely ma rendelkezésre áll és követendő annak érdekében, hogy az e-hulladékok sorsa a leghatékonyabb feldolgozási megoldást kövesse, és lehető legkevésbé sérüljön a környezet és az emberi egészség.

Eredmény?

Az EN50625-1 szabványt néhány tagállam, Hollandia, Franciaország és Írország már kötelező jelleggel beépítette a jogrendszerébe. Néhány további tagállam is tervezi a szabvány kötelezővé tételét, de a legtöbb tagállam eddig nem mutatott szándékot erre. A problémát az adja, hogy ha a szabvány nem lesz kötelező, csak önkéntes alapon alkalmazandó, vagy csak néhány tagállamban lesz kötelező, akkor a hulladék, vagy annak egy része várhatóan azokba az országokba vándorol, amelyekben a szabványt nem alkalmazzák.

Ezért a legfontosabb lépés jelenleg az, hogy az EN50625 szabványsorozatot a körforgásos gazdaság égisze alatt történő jogszabály-módosítás csomag minden tagállam számára kötelezővé tegye.

Ezen túlmenően fontos lesz a piacellenőrzés erősítése is, a szabvány tényleges érvényesülését, betartását biztosítandó.

Felhasznált irodalom

- [1] Wikipédia, hűtőközeg címszó (2017. április 8.)
- [2] SZTE –Környezettan, jegyzet
- [3] 1005/2009/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet az ózonréteget lebontó anyagokról
- [4] Rakonczai János: Globális környezeti kihívásaink (Universitas Szeged Kiadó, 2008)
- [5] ASHRAE-klasszifikáció (www.ashrae.org)
- [6] J.R.Mc Neill: Valami új a nap alatt (Ursus Libris, 2011)
- [7] Paulik Katalin: Már csak nézhetünk, mint a moziban? (Interjú Gelencsér Andrással, a Pannon Egyetem rektorával, az MTA Levegőkémiai Kutatócsoportjának vezetőjével (Innotéka Magazin, 2016. augusztus-szeptember, 30. oldal)
- [8] Montreáli jegyzőkönyv: az ózonréteget lebontó anyagokról szóló, Montreálban 1987. szeptember 16-án aláírt jegyzőkönyv
- [9] Montreáli Jegyzőkönyv rendelet: 35/1990 (II.28.) MT rendelet az ózonréteget lebontó anyagokról szóló, Montreálban 1987. szeptember 16-án aláírt jegyzőkönyv kihirdetéséről
- [10] 14/2015 (II. 10.) Korm. rendelet a fluortartalmú üvegházhatású gázokkal és az ózonréteget lebontó anyagokkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről
- [11] az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Felek Konferenciájának 1997. évi harmadik ülészakán elfogadott Kiotói Jegyzőkönyv
- [12] 2007. évi IV. törvény az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményben Részes Felek Konferenciájának 1997. évi harmadik ülészakán elfogadott Kiotói Jegyzőkönyv kihirdetéséről
- [13] A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK, A TANÁCSNAK, AZ EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁGNAK ÉS A RÉGIÓK BIZOTTSÁGÁNAK Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, versenyképes gazdaság 2050-ig történő megvalósításának ütemterve (Brüsszel, 2011. 03.08.)
- [14] 517/2014/EU európai parlamenti és tanácsi rendelete a fluortartalmú üvegházhatású gázokról és a 842/2006/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről
- [15] Refrigerants for commercial refrigeration applications (Emerson Climate Technologies, EmersonClimate.com, June 2011)
- [16] Lehet, hogy nem pusztulunk el a saját hűtőinktől (24.hu/Tudomány)
(<http://24.hu/tudomany/2016/10/15/lehet-hogy-nem-pusztulunk-el-a-sajat-gazainktol/>; 2017. április 8.)

[17] A fejezethez felhasznált irodalom:

- The future direction of refrigerants (Emerson Climate Technologies, EmersonClimate.com, 2016)
- R32 for Air Conditioning – a low GWP, low flammability solution (Air Conditioning and Heat Pump Institute, November, 2012)
- Assistance to the Commission on Technological Socio-Economic and Cost-Benefit Assessment Related to Exemptions from the Substance Restrictions in Electrical and Electronic Equipment (Eunomia, Fraunhofer IZM, Öko-Institut e.V., 7 June 2016)
- https://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/alternatives_en (2017. április 8.)

[18] A fejezethez felhasznált irodalom:

- Topic A Briefing Paper: Barriers related to standards and legislation (Ricardo – AEA, Gluckman Consulting) (https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/0106/ta_slides_en.pdf; és https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/0106/ta_paper_en.pdf ; 2017. április 8.)
- Report from the Commission: on barriers posed by codes, standards and legislations to using climate-friendly technologies in the refrigeration, air conditioning, heat-pumps and foam sectors (draft) (https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/report_on_standards_en.pdf; 2017. április 8.)

[19] Varga Csaba (Oktoklíma Kft.): R407c, R134a, R410a hűtőközegek tulajdonságai

[20] CECEDHU – GFK Hungária, 2017

[21] Az Európai Parlament és Tanács 2012/19/EU irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól

[22] Az Európai Parlament és Tanács 2002/96/EC irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól

[23] <http://www.weee-forum.org/standards> (2017. március 22.)

[24] <http://www.ceed.eu/site-ceed> (2017. március 22.)

[25] <http://www.eera-recyclers.com/> (2017. március 22.)

[26] <http://www.weelabex.org/> (2017. március 22.); <http://www.weee-forum.org/weelabex-0> (2017. március 22.)

[27] CECED: Compliance with EN50625