

R407c, R134a, R410a hűtőközegek tulajdonságai

(Nincs ideális hűtőközeg, csak elfogadható megoldás)

Megszoktuk, és értjük is, igaz, nem szeretjük, az elmúlt évek gyakori jogszabály változásait, újabb meg újabb kötelezettségek bevezetését a klímatechnikai iparban, a hűtőközegek változásait, és az ezzel járó újabb meg újabb feladatokat.

Az új jogszabályok (14/2015 Korm. rendelet, 517/2014FGáz, 41/2015NFM az oktatásról stb.) amelyek a hűtőközegek kezelésével kapcsolatos tevékenységeket szabályozzák, vagyis szigorítják, aktuálissá teszik, hogy egy kissé nézzük át a hűtőközegeket, amelyek a legelterjedtebbek a klímatechnikában. Így talán érthetőbb lesz a szabályok változása, amely végső soron a hűtőközeg felhasználást akarják csökkenteni, és a klíma meg hűtéstechnika ágazatokat olyan irányba terelni, hogy a hűtőközegek felhasználása a szükséges minimumra csökkenjen.



A nagy hűtőközeg tartalmú rendszerek (pl. VRV- k) jól helyettesíthetőek vizes, fan coils rendszerekkel, és a rendszer nem tartalmaz helyszíni szerelésű nagy nyomású csőrendszerben nagy mennyiségű hűtőközeget, amely, ha elszökik a rendszerből, komoly környezetvédelmi károkat okozhat. A fan coils rendszer ezzel szemben kis nyomáson, vizet tartalmaz, amely, ha kilyukad a rendszer valahol, legfeljebb eláztatja a falat, de időben észrevehető, könnyen javítható, nem mérgező, és nincsen környezetkárosító hatása sem.

Az új regisztrációs szabályok szinte ellehetetlenítik a barkácsáruházakban és hipermarketekben a split klímák eladásait, ezért várhatóan a szakma régi vágya is megvalósul, hogy kiszorulnak a „szakszerűtlen” eladások a piacról.

A klímatechnikai és hűtő ipar nagyban hozzájárul a hűtőközegek felhasználásához. meg egyéb iparágak is, de azzal most nem kívánok foglalkozni.

A mára már betiltott R12 (CFC), és az azt követő R22 (HCFC) hűtőközegeket újabb meg újabbakkal váltotta le az ipar, elsősorban környezetvédelmi szempontok miatt.

Különböző nemzetközi egyezmények (London 1990, Koppenhága 1992, Bécs 1995, Montreal 1997, Peking 1999) korlátozták, majd betiltották a környezetre fokozottan káros hűtőközegek használatát, elsősorban a nagyon erős ózon károsító hatásuk miatt, majd a CE 2037/2000 szabályozta a CFC, és HCFC-k termelését, felhasználását az EU- ban.



Az ózon károsító hatást a ODP érték jelzi (Ozone Depletion Potential), mely értéke 0-1 közötti lehet. Hagyományosan a betiltott R12 (CFC) nek az ODP száma 1, az újabb hűtőközegeké meg ennél kevesebb kell legyen: az R22-é (HCFC) például 0,05. Az ózonréteg lebontásáért, mint kiderült a hűtőközegben lévő klórtartalom volt a felelős, tehát a klórt el kellett tüntetni a képletből..

Míg a múltban főleg a hűtőközegek ózon réteg károsítására figyeltek, addigra mára kiderült, hogy a probléma sokkal összetettebb. Az ózonkárosító hatást mára már az újabb hűtőközegekkel sikerült megszüntetni, viszont sürgetően megoldandó kérdés lett a hűtőközegek üvegház hatást fokozó problémája. A Föld

felmelegedése olyan méreteket öltött, hogy azt már a legszkeptikusabbak sem tagadhatják, tehát sürgős intézkedéseket kell tenni, minden fronton, és ebbe beletartozik a klimatechnikában használatos hűtőközegek csökkentése.

Kiderült, minden hűtőközegnek van valamilyen üvegház hatást erősítő jellege, melyet az GWP (Global Warming Potential) értékkel fejezünk ki. A GWP megmutatja, a vizsgált anyaggal milyen mennyiségű CO₂ – nak ekvivalens az üvegház erősítő hatása, 100 éves viszonylatban (kgCO₂/kg).

Az új, teljesen klórmentes hűtőközegeknek nincs ózon károsító hatása, tehát ezt kipipálhatjuk, viszont jelentősen hozzájárulnak az üvegház hatás erősödéséhez, tehát ezt a problémát kell górcső alá venni, és megoldani, a hűtőközeg felhasználást és a légkörbe elszökő mennyiséget kell minimalizálni.

Az alábbi táblázatban összehasonlítjuk az ismertebb hűtőközegeket környezeti hatásuk szerint:

Hűtőközeg	ODB	GWP kgCO ₂ /kg
R11 (CFC)	1	3500
R12 (CFC)	1	8100
R502 (CFC)	1	550
R22 (HCFC)	0.05	1700
R123 (HCFC)	0.02	250
R142b (HCFC)	0.06	1900
R32 (HFC)	0	445
R125 (HFC)	0	2485
R134a (HFC)	0	1300
R404A (HFC)	0	3800
R407C (HFC)	0	1600
R410A (HFC)	0	1900
R507 (HFC)	0	3800
R290 (HC propán)	0	3
R600 (HC bután)	0	3
R717 (ammonia)	0	0.1
R744 (CO ₂)	0	1
R718 (víz)	0	0

A táblázat szerint a szénhidrátok tűnnek az egyik ideális környezetbarát hűtőközegnek, de sajnos ezek annyira gyúlékonyak, hogy biztonsági okokból nem lehetséges a civil felhasználásuk.

Az ammónia egy természetes anyag, nincs ózonkárosító hatása, és üvegház fokozó hatása sem, de sajnos, ez viszont nagyon mérgező, felhasználása igen nagy körültekintést igényel. Ennek ellenére főleg közületi hűtésnél, egyre inkább a figyelem középpontjába kerül, majd kiderül milyen eredménnyel.

A víznek a fizikai tulajdonságai nem megfelelőek, hogy a hűtéstechikában alkalmazhassuk.

A kutatások új hűtőközegek kifejlesztését tették lehetővé, egyeseket a régebbi berendezésekben a környezetileg káros hűtőközegek helyettesítésére, másokat meg az új gyártású berendezésekhez, az is igaz, hogy egyik sem ideális még, kisebb nagyobb kompromisszumokkal lehet felhasználni őket.

ASHRAE megnevezés	Keverék	Vegyi összetétel, komponensek %- os aránya	Biztonsági fokozat	Helyettesíti	Szín
22	tiszta	CHF2CL	A1	-	halvány zöld
123	tiszta	C2HF3Cl2	B1	-	halvány szürkés kékes
134a	tiszta	CF3CH2F	A1	R12	halvány bíbor
401A	R22-R152a-R124	53/13/34	A1/A1	R12	halvány bíbor
401B	R22-R152a-R124	61/11/28	A1/A1	R12	sárgás barna
401C	R22-R152a-R124	33/15/52	A1/A1	R12	kékes zöld
402A	R125-R290-R22	60/2/38	A1/A1	R502	halvány barna
402B	R125-R290-R22	38/2/60	A1/A1	R502	zöldes barna
403A	R290-R22-R218	5/75/20	A1/A1	R402	zöldes barna
404A	R125-R143a-R134a	44/52/4	A1/A1	R502	narancs
405A	R22-R152a-R142b-RC318	45/7/5.5/42.5	A1/A1	R12	narancs
406A	R22-R600A-R142b	55/4/41	A1/A2	R12	zöldes
407A	R32-RR125-R134a	20/40/40	A1/A1	R22	zöldes
407B	R32-R125-R134a	10/70/20	A1/A1	R22	krémszínű
407C	R32-R125-R134a	23/25/52	A1/A1	R22	halvány barna
408A	R125-R143a-R22	7/46/47	A1/A1	R502	bíbor
409A	R22-R124-R142b	60/25/15	A1/A1	R12	barna
410A	R32-R125	50/50	A1/A1	R22	rózsaszín
410B	R32-R125	45/55	A1/A1	R22	barnás piros
411A	R1270-R22-R152a	1.5/87.5/11	A1/A2	R22	barnás piros
411B	R1270-R22-R152a	3/94/3	A1/A1	R502	barnás piros
412A	R22-R218-R142b	70/5/25	A1/A2	/	barnás piros
413A	R218-R134a-R600a	9/88/3	A1/A2	R12	barnás piros
507	R125-R134a	50/50	A1	R502/R22	kékes zöld
508	R23-R116	39/61	A1	R503	kékes zöld
509	R22-R218	44/56	A1	/	kékes zöld

GWP (Global Warming Potential)

Az elmúlt években a tudományos világ, és az országok vezetéseinek a figyelmé az üvegház hatás irányába fordult. A globális felmelegedést a többségi vélemény szerint az üvegház hatást fokozó vegyi anyagok, és a CO₂ kibocsátása okozza, és ezek közé tartoznak a a hűtő és klimatechnika iparban használt hűtőközegek is.

A szabályozásokhoz, és méréshez elengedhetetlen volt a globális felmelegedéshez a hozzájárulás mértékét mérő szám bevezetése, ez a GWP . Ez a szám csupán azt jelzi, ha a hűtőközeg a légkörbe jut, mennyi az a CO₂ mennyiség amellyel azonos az üvegház effektus befolyásoló hatása.



A klímatechnikában ez a szám nem fejezi ki a teljes iparág üvegház fokozó hatását, mert nem veszi figyelembe a klímaberendezések üzemeltetéséhez szükséges elektromos áram, erőművi megtermelésekor keletkező CO₂-ot (a legtöbb erőmű még mindig szénhidrogének elégetésével működik). Érdekes volna, ha egyszer valaki kiszámolná, mennyivel több CO₂ jutott a légkörbe, annak köszönhetően, hogy ugyan maga a hűtőközeg környezetbarát lett, de a berendezés hatékonysága romlott, ezért az élettartama alatti többlet elektromos energia felhasználása miatt ez több CO₂ emissziót jelent.

TEWI (Total Equivalent Warming Impact)

Azt, hogy klímaberendezések teljes élettartama alatt mennyire járulnak hozzá az üvegház hatás erősödéséhez, azt egy új mutató szám, a **TEWI** bevezetésével lehet mérni.

A TEWI figyelembe veszi a légkörbe jutó hűtőközeg hatását, és a berendezés működtetéséhez szükséges elektromos áram megtermelésekor a légkörbe jutó CO₂-ot is.

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

M	éves hűtőközeg vesztesége a készüléknek	(kg/év)
GWP	a hűtőközeg GWP száma	(kgCO ₂ /kg)
a	erőművi CO ₂ kibocsátás az áram termelésekor	(kgCO ₂ /kWh)
E	a berendezés által fogyasztott éves elektromos energia	(kWh/év)
L	a berendezés élettartama	(év)

Egyértelmű, hogy egy klímaberendezés által okozott üvegház hatás nagyobb mértékben nem a hűtőközegek miatt van, főleg, ha a szivárgást minimálisra csökkentjük, hanem a működtetéséhez szükséges elektromos energia megtermelése miatt. A környezet védelméért vívott harcban tehát a hatékonyság növelése is rendkívül fontos.



Nem tárgyaltuk itt a lakberendezések gyártásához felhasznált energia megtermelésekor kibocsátott CO₂-ot, és technológiák egyéb károsító hatását, habár ezek is nyilvánvalóan hozzátartoznak egy klímaberendezéshez köthető CO₂ emisszióhoz. Ezeket a gyártási folyamatokat az EU- ban elég pontosan szabályozzák, és a hatásokat próbálják minimalizálni, és megjegyzem, minden „legyártott” tárgyhoz (hajszárító, cipő stb) társítható egy ilyen jellegű emisszió, amely sajnos része az iparilag fejlett társadalmunknak.

Továbbá az erőművi struktúra és az áramtermelés környezetbarátabbá tételének témáját sem lehet ebben a cikkben taglalni, amúgy ez országonként nagyon változó.

Az új hűtőközegek fejlesztésekor nem csak a környezetre káros hatását kell figyelembe venni, hanem azoknak meg kell felelniük a hűtőköri folyamatokban való alkalmazásra is, és hatékony, biztonságos működést kell biztosítani a berendezéseknek, tehát egy olyan közéletet kell találni, hogy mindkét követelménynek józan határokon belül megfeleljen.

Keverékek

A hűtéstechnikai céloknak a legmegfelelőbb hűtőközegek tagadhatatlanul a CFC és HCFC-k voltak, ezek egynemű anyagok, ideális körülmények és hőmérséklet/nyomás viszonyok közt változtatták a halmazállapotukat, de sajnos vállalhatatlanul környezetkárosítók is.

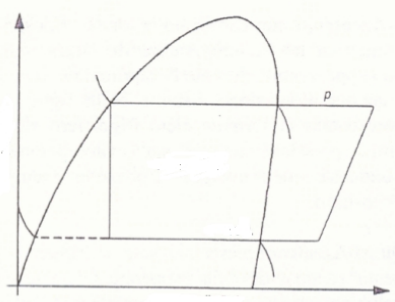
Az új hűtőközegek gyakran különböző hűtőközegek keverékei, a fejlesztők így próbálják a legelőnyösebb tulajdonságokat kihozni belőlük, és megfelelni az elvárásoknak..

A hűtőköri folyamatban való részvételi tulajdonságaik szerint lehetnek **azotróp** és **zeotróp** hűtőközegekről beszélni.

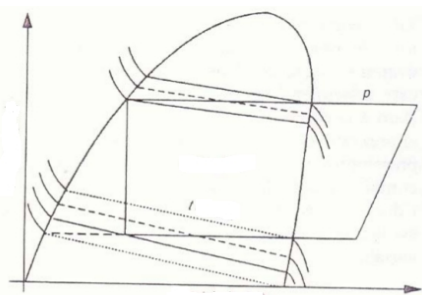
Az **azotróp** anyagok összetétele, telítettségi hőmérséklete nem változnak elpárolgási és kondenzációs folyamatok során.

A **zeotróp** anyagok viszont, a keverék összetételüknek köszönhetően, nem így viselkednek. A különböző komponensek különböző fizikai tulajdonságokkal bírnak, vagyis más és más az elpárolgási hőmérsékletük, még ha azok egymáshoz közeli is. A teljes hűtőközeg halmazállapot változat egy bizonyos hőmérséklet intervallumban zajlik le, nem egy állandó hőmérsékleten. Ezt a hőmérséklet sávot „glide”-nak nevezzük, vagyis csúszásnak.

Állandó nyomáson a hűtőközeg komponensek egymást követően párolognak el, és kondenzálódnak. Az alábbi ábrán a kétféle anyag hűtőköri viselkedését látjuk p-h diagramban.



Azotróp anyag hűtőköri ábrázolása



Zeotróp anyag hűtőköri ábrázolása

Különböző hűtőközegek glide értékei:

	Glide C°	Komponensek
CFC		
R12	0	12
R502	<0,5	22-125
HCFC		
R22	0	22
HFC		
R134a	0	134a
R407A	4,35	32-125-134a
R407B	2,65	32-125-134a
R507	<0,5	125-143a
R404A	<0,5	125-143-134a
R407C	5,4	32-125-134a
R410A	<0,5	32-125

A zeotróp hűtőközegek hűtőköri folyamata során előfordul olyan állapot, amikor egyes komponensek gáz halmazállapotban, mások meg folyadék állapotban vannak jelen.

Az mindegy is, milyen arányban van jelen a két különböző halmazállapotú komponens, mert az a probléma, hogy egyáltalán előfordulhat az ilyen állapot: a folyadékoknak teljesen másak a tulajdonságai, mint a gáz halmazállapotú anyagoknak.

A nem egyidejű halmazállapot változás nagyban csökkenti a hűtőköri körfolyamat hatékonyságát, veszélyezteti az üzembiztonságot, és a berendezés komponenseinek (elpárologtató, kondenzátor) tervezéskor ezt figyelembe kell venni. A keverékek kellemetlen tulajdonságai miatt az ideális hűtőközegek egykomponensűek.

Sajnos, a mai állás szerint nem sikerült hűtéstechnikai szempontból az R22-vel teljesen megegyező hűtőközeget fejleszteni, a mai hűtőközegek mind többé-kevésbé gyengébbek annál, igaz,

környezetvédelmi szempontból kevésbé károsak. Az is nyilvánvalóvá vált, hogy egy- egy anyag felhasználása során nem csak a szigorúan vett szakmai alkalmazhatósága a szempont, hanem a környezetvédelmi hatásait is figyelembe kell venni.

R407c

Az **R407c** hűtőközeg tulajdonságai nagyban hasonlítanak az R22- hez, és nem károsítja az ózonréteget. De sajnos nagyon zeotróp jellegű keverék, a glide hatása jelentős, és nehezen kezelhető.

A glide 5,4 °C. amely nehezen kezelhető, és sokkal alacsonyabb a hatékonysága mint az R22- é.

Azokban a alkalmazásokban, ahol a glide nem fontos, megfelelő választás lehet, de, abban az esetben, ahol az elpárolgási hőmérsékletre érzékeny a készülék, ott nem alkalmazható (több elpárolgató készülékek).

Ennek ellenére, sok tulajdonsága nagyon hasonlít az R22 hűtőközeghez, és ez lehetővé teszi viszonylag kis átalakítások után ennek a helyettesítésére akár régebbi készülékekben is. De a helyettesítés sem tökéletes, a berendezés teljesítménye csökken, és instabillá válik a működése.

A legnagyobb gond viszont, a klímaberendezések élettartama során esetleges szivárgások során fellépő hűtőközeg szökés során a keverék komponensei nem egyforma arányban szöknek, megváltozik a keverékek aránya. Ez, mivel a helyszínen lehetetlen a kialakult arányokat felmérni, ahhoz vezet, hogy a legkisebb hűtőközeg veszteség esetén is a teljes töltetet le kell cserélni. Ez kellemetlen feladat, mert a vákuumozás után tisztítani, és savtalanítani kell a csőhálózatot.

A lefejtett hűtőközeget vissza kell gyűjteni, és szakszerűen megsemmisíteni, de az EU- ban a gyakorlat azt mutatja, hogy ez sem működik zökkenőmentesen. A visszagyűjtés költséges, és időigényes, ezért a vállalkozások és tulajdonosok nem szívesen vállalják ezt fel, és utólag lehetetlen megállapítani, hogy a berendezés töltetét magától szökött el, vagy egy kis „segítséggel”.

Továbbá, a hőszivattyúk terjedésével is visszaszorul ez a hűtőközeg, mert a glide effektusnak köszönhetően nem lehet olyan jó hatékonyságot elérni vele, mint más hűtőközeggel.



R134a

Másik alternatív hűtőközeg az **R134a**, amelyeket főleg a csavarkompresszoros és turbókompresszoros berendezésekhez fejlesztettek.

A jó választásnak tűnik az **R134a**: egy-komponensű, alacsony a GWP értéke, viszont a termodinamikai hatásfoka alacsonyabb az R22- hez viszonyítva. Egy ugyanolyan teljesítményű R22 berendezéshez képest az R134a- val töltött 30-40 %- al nagyobb kell legyen: nagyobb hőcserélők, nagyobb átmérőjű vezetékek, nagyobb töltet, nagyobb áteresztő képességű adagolók, szelepek stb...

Különösen érzékeny a víz jelenlétére, és a szennyeződésekre, ezért szereléskor, kezeléskor maximális gondosságot igényel. A -10 °C~ +10°C tartományban a tulajdonságai nagyban megegyeznek az R22- vel, alacsonyabb hőmérsékleten viszont nagyon romlik a hatékonyság. A kereskedelmi hűtőkben ideális választás, de mindezek ellenére a komfort klímaberendezésekben is nagyon elterjedt.



R410a

A dugattyús és scroll kompresszorokhoz az **R410a** tűnik a legmegfelelőbbnek, amely szintén keverék, de a glide hatás nagyon kicsi, és kezelhető, és hűtőtechnikai tulajdonságai is hasonlítanak az R22-höz.

Míg az R407c hűtőköri tulajdonságai közel azonosak az R22-ével, addig az R410a- val 6 %- al nagyobb hatékonyságot lehet elérni, igaz, ehhez 50 -70 %- al nagyobb nyomásra is szükség van, ezért teljesen új berendezésekben használható csupán, a régebbiek nem helyettesíthetőek vele.



Ez a hűtőközeg is keverék, de a glide hatás elhanyagolható, és könnyen kezelhető, csupán 0,5 °C.

Kellemetlen tulajdonsága, hogy gáz halmazállapotban nehezebb mint a levegő, ezért szivárgás esetén, zárt térben leülepedhet egyes zónákban, és mérgező koncentrációt érhet el. Ezért az emberre gyakorolt hatását is vizsgálni szükséges, illetve fel kell készülni az ezzel járó kellemetlenségekre. Ezért az olyan belső helyszíneken, ahol ilyen hűtőközeget alkalmazunk, szerelünk, felhasználunk, raktározunk, gondoskodni kell a megfelelő szellőztetésről.

Az R410a normál felhasználás mellett, egyszerű intézkedéseket betartva, nem mérgezőbb, vagy veszélyesebb mint az egyéb hűtőközegek.

Viszont ügyelni kell, hogy a veszélyesnek tartott koncentrációt ne lépje túl az emberi tartózkodás helyén: ezt általában max. 8 óra időtartamra, 1000 ppm- ben határozzák meg, heti 40 órás munkaidőszakot figyelembe véve.

Ennél nagyobb kitettség esetén idegrendszeri problémák, fejfájás, zavarodottság, és akár eszméletvesztés is előállhat. Ilyen esetekben tiszta levegőre kell a beteget haladéktalanul szállítani, és szükséges lehet az orvosi segítség is. Nagy koncentrációjú hűtőközeg belélegzése szívritmus zavarokat, rendszertelen pulzust, és szívleállást is okozhat.

Az érzékenység nyilván egyénenként változó, de, beltéri helyszíneken mindenképp figyelni kell a hűtőközeg feldúsulás lehetőségére: gyártó csarnokokban, hűtőközeg raktárakban, VRV-rendszereket használó épületekben szivárgás esetén stb., ilyenkor ki kell üríteni a helyiséget, és jól átszellőztetni.

Szemmel és bőrrel érintkezve a folyadék, összeragadást okozhat, ez viszont langyos vízzel könnyen lemosható, a hideg folyadék meg fagyást okozhat, és ez esetben mindenképp orvosi ellátás szükséges.

Az R410a A1 biztonsági osztályba sorolható, vagyis atmoszferikus nyomáson és hőmérsékleten nem gyúlékony, sőt, gyakorlatilag meggyújthatatlan. Laboratóriumban viszont kimutatták, hogy nyomás alatt kialakulhat olyan elegy a levegővel, hogy gyúlékony legyen.

Viszont nem lehet figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy nagy hőmérséklet alatt, pl. tüzesetkor, az R410a elbomlik, és mérgező és irritáló gázok keletkeznek.

Összességében megállapítható, hogy az R410a tűnik a legjobb hűtőközeg választásnak, az R22- vel való összehasonlítás során:

- nem csökken a berendezés hatékonysága sőt, növekszik az R22-vel töltött berendezéshez képest
- kevés hűtőközeg töltet szükséges
- nem kezelhetetlenül káros a környezetre (a kevesebb felhasznált mennyiség abszolút értékben kevesebb GWP értéket jelent)
- nincs hatással az ózonrétegre
- egyszerű hűtőköri kialakítás szükséges, igaz , nagyobb nyomáson üzemel
- a kevesebb hűtőközeg kisebb áramlási és kompresszor zajt okoz, csendesebb a berendezés

Úgy tűnik, hogy az R410a jelenleg a legmegfelelőbb hűtőközeg, habár nem hinném, hogy a vegyészek itt megállnának, és hátradólnának, hiszen a hatékonyságon, a GWP potenciálon van mit javítani még, tehát várjuk az újabb és újabb megoldásokat.

A klimatechnika területén tevékenykedők csak kapkodják a fejüket, hiszen az elmúlt pár évben annyi változás volt, annyiszor kellett a szerelőknek újabb meg újabb vizsgákat tenniük, hogy joggal várunk el egy nyugodtabb időszakot, de, úgy látszik, erre még várni kell, mert az elkövetkező években a hűtőközeggel való munkavégzést, kereskedelmet akkurátus adminisztrációval lehet csak végezni, amely remélhetőleg elősegíti a hűtőközeg felhasználás csökkenését, nyomon követését, de vitathatatlanul több munkát, költséget jelent a résztvevőknek.

Varga Csaba/Oktoklíma Kft.