



Se moramo pričeti poslavljati od uporabljenih hladiv?

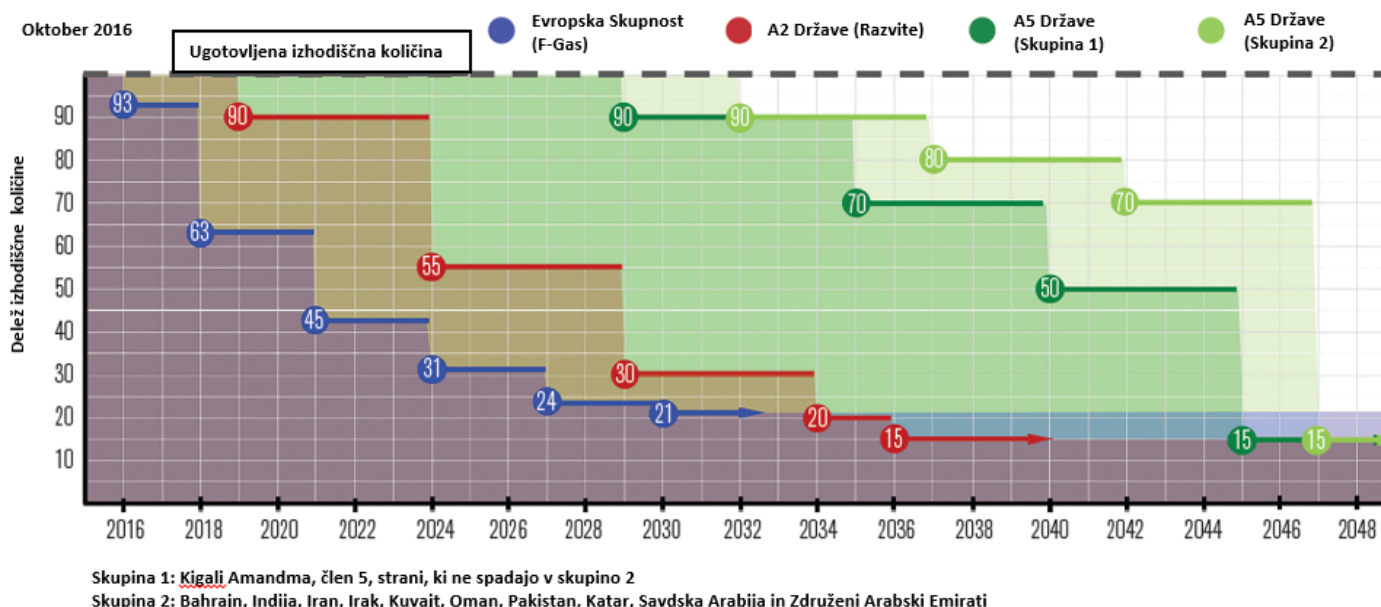
Odgovor ni povsem enoznačen, saj je odvisno ali nekdo deluje na področju hladilništva (Refrigeration) ali hlajenja/klimatizacije (Air-Conditioning). Namreč, Uredba št. 517/2014 Evropskega Parlamenta in Sveta o fluoriranih toplogrednih plinih, med njimi tudi HFC-jev, skrajšano poimenovana »F-Gas Uredba«, zahteva dvoje: 1) prepoved nastopanja na trgu in 2) zmanjševanje uporabe določenih hladiv, pri čemer se prepoved za primere strojno inštalacijske opreme in sistemov nanaša prednostno na hladilništvo in »manjšo« klimatizacijsko opremo, kot je to povzeto predstavljeno v tabeli 1. Pri tem predstavlja glavno merilo Potencial Globalnega Segrevanja (GWP - Global Warming Potential).

OPREMA/SISTEM		DATUM PREPOVEDI
Gospodinjiski hladilniki in zamrzovalniki, ki vsebujejo HFC s potencialom globalnega segrevanja 150 ali več		1. januar 2015
Hladilniki in zamrzovalniki za komercialno uporabo (hermetično zaprta oprema in sistemi)	ki vsebujejo HFC s potencialom globalnega segrevanja 2500 ali več	1. januar 2020
	ki vsebujejo HFC s potencialom globalnega segrevanja 150 ali več	1. januar 2022
Nepremična hladilna oprema, ki vsebuje ali za svoje delovanje potrebuje fluorirane ogljikovodike s potencialom globalnega segrevanja 2500 ali več, razen opreme, namenjene primerom uporabe, zasnovanim za hlajenje izdelkov na temperature pod $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$		1. januar 2020
Večstopenjski centralizirani hladilni sistemi za komercialno uporabo z zmogljivostjo 40 kW ali več, ki vsebujejo ali za svoje delovanje potrebujejo fluorirane toplogredne pline s potencialom globalnega segrevanja 150 ali več, razen v primarnih hladilnih krogotokih kaskadnih sistemov, kjer je dovoljena uporaba fluoriranih toplogrednih plinov s potencialom globalnega segrevanja, ki je manjši od 1500		1. januar 2022
Premična sobna oprema za klimatizacijo (hermetično zaprta oprema, ki jo končni uporabnik lahko premika med različnimi prostori), ki vsebujejo HFC s potencialom globalnega segrevanja 150 ali več		1. januar 2020
Enojne klimatske naprave, ki vsebujejo manj kot 3 kg fluoriranih toplogrednih plinov in vsebujejo ali za svoje delovanje potrebujejo fluorirane toplogredne pline s potencialom globalnega segrevanja 750 ali več		1. januar 2025

Tabela 1: Vrsta opreme/sistema in datum prepovedi pojavljanja na trgu

Pomeni, določene naprave bodo dejansko prepovedane ob nastopu določenega datuma, druge se bodo ukinjale same po sebi kot posledica zahtevanega zmanjševanja dosegljivosti določenega hladiva. Največje zmanjševanje je predvideno ravno letos, zato se o tem tudi precej govori. Na sliki 1 je predstavljeno

predpisano nižanje uporabe hladiv vrste HFC v ES in tudi drugod po svetu. Pri slednjem predstavlja nižanje posledico oktobra 2016 doseženega Kigali Amandmaja k Montrealskem Protokolu.



Slika 1: Časovnica nižanja uporabe količin HFC, dogovorjene v Kigali Amandmaju

Vezano na hladilno klimatizacijsko opremo je ameriška Agencija za Zaščito Okolja (EPA) za razliko od F-Gas Uredbe ES postavila časovnico prepovedi uporabe HFC hladiv v vseh novih hladilnikih tekočin, zračno in tekočinsko hlajenih, ki uporabljajo spiralne, vijake in centrifugalne kompresorje. S 1. januarjem 2024 je tako prepovedana popolna uporaba R-134a, R-410a in R-407c. Švica, na primer, ima že prepoveduje uporabo hladiv z GWP >10 v sistemih z močjo preko 400 kW.

Vse predstavljeno, to je Kigali Amandma, F-Gas Uredba in zahteve ameriške EPA, so vodile k pojavu novih hladiv, Hydrofluorolefin-ov, na kratko HFO-jev, ki se ne uvrščajo med toplogredne pline. Vendar imajo ta hladiva določene varnostne omejitve zaradi svoje vnetljivosti.

Zahteve F-Gas Uredbe za nepremično opremo za hlajenje/klimatizacijo

V nadaljevanju predstavljam zahteve F-Gas Uredbe, ki se nanašajo predvsem na (ne)premično opremo za hlajenje/klimatizacijo, ki lahko deluje tudi kot toplotna črpalka, in predstavlja večinskega uporabnika hladiv vrste HFC. To opremo, upoštevajoč F-Gas Uredbo, razvrstimo v 5 razredov:

1. Enojne klimatske naprave, ki so sestavljene iz notranje hladilne enote, povezane z zunanjo kondenzacijsko enoto (kompresor in kondenzator). V novejših sistemih prevladuje hladivo HFC R-410a, katerega količina polnjenja znaša običajno med 1 in 5 kg.
2. Veliki deljeni sistemi in enovite enote. Te zajemajo sisteme z uporabo neposredne ekspanzije hladiva, vključno z več notranjimi enotami, sisteme vrste VRF in strešne enovite prezračevalno-klimatske naprave. V novejših sistemih prevladuje hladivo HFC R-410a, količina polnjenja znaša običajno med 5 in 50 kg.
3. Sistemi s hladilniki tekočin. Ti se navadno uporabljajo za hlajenje velikih stavb in proizvajajo ohlajeno vodo kot sekundarno hladilno sredstvo. Veliki hladilniki pogosto uporabljajo HFC 134a in imajo običajne količine polnjenja med 50 in 500 kg. Manjši hladilniki uporabljajo HFC 410a ali HFC 407c, katerih polnitev znaša med 5 in 50 kg.
4. Ogrevanje s toplotnimi črpalkami. Te vključujejo različne vire toplote: zrak, zemlja in voda. Sistemi za hišno uporabo pogosto uporabljajo HFC 410a, katerih polnjenje običajno znaša med 3 in 5 kg. Pri večjih sistemih, ki se uporabljajo v poslovnih, industrijskih in javnih zgradbah, se uporabljajo različna hladiva.

- Hermetično zaprte majhne in enovite premične sobne klimatske naprave, ki se lahko premikajo med prostori. Te običajno uporabljajo HFC 134a ali HFC 410a, katerih količina polnjenja znaša manj kot 1 kg.

Opomba:

- Mnogi nepremični klimatski sistemi so "reverzibilni", kar pomeni, da lahko delujejo kot hladilni sistemi v vročem vremenu in kot ogrevalni sistemi (toplotne črpalke) v hladnem vremenu.
- VRF sistemi so običajno zasnovani tako, da v različnih delih stavbe hkrati, upoštevajoč potrebe prostorov, delujejo v načinu hlajenja in ogrevanja.

Kot predstavljeno v tabeli 1, se za nove naprave postavlja prepoved uporabe:

- S 1. januarjem 2020 za premično sobno opremo za klimatizacijo, ki uporablja HFC z GWP >150.
- S 1. januarjem 2025 za enojne klimatske naprave, ki uporabljajo manj kot 3 kg hladiva HFC z GWP >750.

Kot povedano, za večjo nepremično klimatizacijsko opremo, vključno s hladilniki tekočin in večjimi ločljivimi sistemi, delujočimi v načinu ogrevanja in/ali hlajenja, F-Gas Uredba ne postavlja nikakršnih HFC prepovedi! Je zgolj predpisana časovnica količinsko znižane uporabe HFC-jev, kar se bo zanesljivo odražalo pri proizvajalcih. Še posebej pri svetovnih, kateri bodo upoštevali pri svoji proizvodnji tudi zahtevo ameriške EPA.

Vezano na obratovanje obstoječe opreme F-Gas Uredba uvaja spremembo glede preizkušanja na tesnost. Uredba iz leta 2006 je postavljala zahtevo glede pogostosti izvajanja preizkušanja tesnosti hladilnih sistemov izhajajoč iz uporabljene količine hladiva, sprememba 2014 je uvedla namesto te CO₂ ekvivalent (CO₂e). V tabeli 2 je predstavljen primer zahtevane pogostosti izvajanja preizkusa za hladivi R-410a in R-134a.

Pogostost izvajanja preizkusa tesnosti*	Uredba 2006	Uredba 2014		
	količina uporabljenega hladiva HFC v kg	meja za vse HFC-je v CO ₂ e ton	meja za R-410a v kg	meja za R-134a v kg
Letno	3 kg	5 CO ₂ e ton**	2,4 kg	3,5 kg
Vsakih 6 mesecev	30 kg	50 CO ₂ e ton	24 kg	35 kg
Vsake 3 mesece	300	500 CO ₂ e ton	240 kg	350 kg

* Pogostost se zmanjša na polovico v primeru samodejne zaznave puščanja hladiva.

* Mejo za letno izvajanje preizkusa hermetično zaprte opreme predstavlja 10 CO₂e ton.

Tabela 2: Pogostost izvajanja preizkusa tesnosti upoštevajoč F-Gas Uredbo



Sedanja F-Gas Uredba na isti način spreminja tudi zahtevo po vgradnji samodejne zaznave puščanja hladiva za nepremično opremo za hlajenje/klimatizacijo, ki vsebuje več kot 500 CO₂e ton, za razliko od izdaje iz leta 2006, ki je zahtevala vgradnjo te pri 300 kg. Pomeni, za potrebnost vgradnje samodejne zaznave puščanje velja vrsta hladiva, pri čemer je meja prestavljena, to je znižana za R-410a na 240 kg, za R-134a zvišana na 350 kg. In še opredelitev pojma samodejne zaznave puščanja hladiva: »Umerjena mehanična, električna ali elektronska naprava za zaznavo puščanja F-Plina, ki ob zaznavi opozori obratovalno osebje ali servisno podjetje na puščanje«.

Razvrstitev HFO-jev glede na vnetljivost (Flammability)

Varnost, vključno z vprašanjema vnetljivosti in strupenosti, je ključnega pomena za ocenjevanje hladiv naslednje generacije. Ker se pojavlja zahteva po uporabi hladiv z nižjo vrednostjo GWP, je nujno razmišljati tudi o uporabi hladiv, ki niso izključno vnetljivostnega razreda 1 (brez širjenja plamena), ampak tudi razreda 2 (nižja vnetljivost) ali celo razreda 3 (višja vnetljivost). Upoštevajoč ASHRAE Standard 34-2016 in EN 378-2017 so hladiva glede vnetljivosti razdeljena v 3 razrede in z dodatnim podrazredom, kot to prikazuje tudi slika 2:

- Razred 3: visoka/višja vnetljivost;
- Razred 2: nizka/nišja vnetljivost;
- Razred 2L: nizka hitrost gorenja (BV) razred 2s s hitrostjo gorenja manj kot ali enako 10 cm/s; in
- Razred 1: brez širjenja plamena.

Razred 2L bo pričakovano postal samostojen razred v ASHRAE Standardu 34.

	VISOKA VNETLJIVOST	A3 R-50, R-170, R-290, R-600a, R-441a, R-1270	B3 R-1140
	NIZKA VNETLJIVOST	A2 R-142b, R-152a	B2 R-30, R-40, R-611, R-717
	BREZ ŠIRJENJA PLAMENA	A2L HFO-1234yf, HFO-1234ze	
		A1 R-11–R-14, R-22, R-113, R-114, R-115, R-134a, R-410A, R-449B, R-1234zd	B1 R-10, R-21, R-123, R-764
		NIZKA STRUPENOST	VISOKA STRUPENOST
			

Slika 2: Razredi hladiv glede vnetljivosti in strupenosti

Do sedaj je bila večina uporabljenih hladiv v klimatizaciji razreda 1 oziroma so bila ta nevnjetljiva, brez širjenja plamena. Amonijak, ki sicer spada v razred 2L, se že več kot 100 let uspešno uporablja v velikih industrijskih hladilnih sistemih, vendar je njegova uporaba iz naslova varnosti močno nadzorovana že zaradi njegove strupenosti, ne vnetljivosti. Sistemi z amonijakom predstavljajo nizko stopnjo tveganja, ker se uporabljajo praviloma v primerih stavb z nizko stopnjo zasedenosti. Industrijske izkušnje z nevarnostjo amonijaka zaradi njegove vnetljivosti so precej omejene, saj je nadzor preprečevanja tvorbe strupene količine v zraku omejil nezgode, ki bi bile posledica vnetljivosti. Vseeno so zabeleženi nekateri dogodki kot posledica vnetljivosti amonijaka, kar daje določen vpogled v sistemsko tveganje z zelo veliko količino hladiva razreda 2L.

Zaradi izzivov, povezanih z vnetljivimi hladivi, je področje klimatizacije pričelo izvajati več projektov ocene tveganja, ki tveganje vnetljivosti opredeljuje z upoštevanjem in nadzorovanjem treh dejavnikov:

1. Verjetnost vnetljivega dogodka zaradi puščanja hladiva, ko je dosežena spodnja meja vnetljivosti (LFL – Low Flammability Limit), kar je mogoče nadzorovati na več načinov: z uporabo sistema za zaznavo puščanja v kombinaciji s prezračevanjem v namen redčenja mešanice zraka/hladiva, omejevanjem količine polnitve hladiva, nadzorovanje površine prostora in prostornine, postavljanje naprave zunaj ali v posebnem nadzorovanem prostoru, zmanjšanje možnosti puščanja z opuščanjem razstavljenih spojev ter odpravljanjem možnosti servisnih posegov.
2. Prisotnost vira vžiga, ki je večja od minimalne energije potrebne za zgorevanje (MIE – Minimum Ignition Energy) hladiva, kar je mogoče preprečiti z izključevanjem ali omejevanjem nastopa virov vžiganja ali njihovo popolno odstranitvijo.
3. Učinek resničnega pojava takšnega dogodka, ki vključuje verjetnost popolnega zgorevanja, dvig tlaka in možnost ustvarjanja sekundarnega požara zaradi prisotnosti drugih gorljivih materialov, kot

dejavnika časa in temperature. To je mogoče ureditev z načrtovanjem prostora na povišan tlak in razbremenjevanjem preko zračnih odprtin ali z namestitvijo naprave na prostem.

Primeri hladilnikov tekočin na tržišču, ki že uporabljajo hladiva vrste HFO

V začetku leta 2016 je Carrier naznanil, da je po dveh letih raziskovanj začel s proizvodnjo hladilnikov tekočin z vijačnimi kompresorji, pri čemer ti uporabljajo hladivo vrste HFO, natančneje R-1234ze, katerega vrednost GWP znaša manj od 1. Ob tem je zagotovil, da hladilniki izpolnjujejo, tako energijske zahteve ErP Uredbe (št. 1095/2015), kot tudi zahteve F-Gas Uredbe (Št. 517/2014). Hladilniki tekočin, ki uporabljajo izpostavljeno hladivo, nosijo oznako AQUAFORCE® 30XW-PZE.

Podobno ima Trane od sredine 2014 na tržišču centrifugalni hladilnik tekočin EarthWise™ CenTraVac™, ki uporablja hladivo R-1233zd(E), katero naj tudi ne bilo vnetljivo (A1) in nestrupeno. Ta hladilnik tekočin naj bi bil tudi prvi na svetu, ki je pridobil tudi Okoljsko izjavo izdelka (EPD - Environmental Product Declaration), izdano v skladu z zahtevami ISO 14025. Od sredine lanskega leta ima na tržišču tudi hladilnika tekočin z vijačnimi kompresorji, vodno hlajenega XStream in zračno hlajenega Sintesis, pri čemer oba uporabljata hladivo R-1234ze.

Iz vsega predstavljenega je mogoče zaključiti, da so prednosti uporabe hladiv vrste HFO za investitorje naslednje:

- Ni jim potrebno izvajati rednih preizkusov tesnosti s strani za to pooblaščenih podjetij in tovrstnega beleženja, kar vodi k (znatnim) prihrankom pri vzdrževanju.
- Mogoče je enostavno dopolnjevanje hladiva, saj je to »čisto« (ni zmes), zato nima temperaturnega zdrsa, ki je običajen za HFC-je, ki zato ne dovoljujejo dopolnjevanja, ampak zahtevajo popolno izpraznitev in ponovno polnitev sistema.
- Ni se potrebno obremenjevati, kaj bo potrebno okoljevarstveno storiti s hladilnikom tekočin ali hladivom v prihodnosti.
- Lažje dosegljivost postavljenih ciljev pri trajnostnem certificiranju stavb, kot na primer LEED.

Se moramo pričeti poslavljati od HFC-jev?

Pred podajo odgovora na naslovno vprašanje si v vlogi projektanta in/ali svetovalca investitorja odgovorimo na vprašanje, ali hladilno/klimatizacijska naprava, ki uporablja HFO, izpolnjuje vse 3 ključne zahteve za izbor »ta prave« tehnične rešitve:

1. Ta mora biti sposobna dano nalogo vseskozi uspešno opravljati.
2. Ta mora biti znotraj razpoložljivega proračuna.
3. Ta mora biti takšno, da jo tehnično osebje (notranje ali zunanje) razume in obvlada, da je z njo sposobno obratovati in jo vzdrževati.

Na prvo vprašanje si ob obračanju na enega od priznanih proizvajalcev tovrstne opreme lahko odgovorimo oziroma moramo odgovoriti pritrdilno, pri drugem se začne pojavljati dvom za katerega odpravo potrebujemo potrditev investitorja, pri tretjem si moramo skoraj praviloma odgovoriti z ne. Pomeni, do nadaljnjega se še ne bomo poslovili od HFO-jev.

Pripravi: predsednik Matične sekcije strojnih inženirjev, Mitja Lenassi, univ. dipl. inž. str.