

# Životna sredina suočena sa izazovima klimatizacije

## Air conditioning environmental challenges

Didier COULOMB, International Institute of Refrigeration (IIR), Paris, France

Ključne reči:  
klimatizacija; potrošnja energije;  
životna sredina; rashladni fluidi;  
hidrofluorouglenjenci; globalno  
zagrevanje

Key words:  
air conditioning;  
energy consumption; environment;  
refrigerants; hydrofluorocarbons;  
global warming

Klimatizacija je deo naše ugodnosti u zgradama u kojima živimo i radimo. Ona je takođe neophodna i u mnogim oblastima primene, a tehnologija joj je u osnovi ista kao tehnologije hlađenja. Te tehnologije se suočavaju sa značajnim izazovima – smanjenjem potrošnje energije i smanjenjem emisija rashladnih fluida. Cilj Međunarodnog instituta za hlađenje (IIR) je smanjenje tih uticaja na životnu sredinu.

Air conditioning is part of our comfort in our buildings. It is however also necessary in many various uses and the technology is basically the same as the refrigeration technologies. These technologies face two important challenges, reduction of energy consumption and reduction of refrigerant emissions. The International Institute of Refrigeration aims to reduce these environmental impacts.

### Klimatizacija je neophodna u životu

Klimatizacija se široko koristi u zgradama, kućama i poslovnim objektima.

Ona se takođe mnogo koristi u industrijske svrhe pošto je temperatura veličina i ključna promenljiva u fizici, hemiji i biologiji. Ona karakteriše stanje materije i tečnosti, čvrste i gasovite faze. Ona na taj način vodi ka primenama za koje će veličine materijala biti naročito nepromenljive, kao što su informacione tehnologije i nanotehnologije ili elektronski računski centri. Ona je takođe od vitalne važnosti za sva živa bića (biotehnoške industrije i dr.).

Ona je slična ostalim primenama rashladne tehnike i u:

- kriogenici (petrohemijskoj rafinaciji, industriji čelika, kosmičkoj industriji, nuklearnoj fuziji i dr.);
- medicini i zdravstvenim proizvodima (kriohirurgiji, anesteziji, skeniranju, vakcinama i dr.);
- prehrambenoj industriji i rashladnom lancu;
- energetskom sektoru (uključujući toplotne pumpe, LNG, vodonik i dr.);
- životnoj sredini (uključujući apsorpciju ugljenika i skladištenje), javnim radovima, rekreativnim aktivnostima.

Svako može razumeti potrebu za hlađenjem u očuvanju hrane i njenoj zaštiti. Međutim, manje ljudi zna da je klimatizacija korisna i za zdravlje. Na primer:

- Jedna nedavna studija u Institutu za tehnologiju u Masačusetsu pokazala je da je smrtnost u SAD tokom toplih dana (sa temperaturama višim od 32 °C) smanjena za 80% između 1900. i 1959. i 1960. i 2004; „Usvajanje stambene klimatizacije objašnjava suštinu toga opadanja smrtnosti povezanog sa temperaturom“ [1].
- Od klimatizacije se očekuje da odigra sve veću ulogu u kontekstu klimatskih promena i povišenja temperatura sredine. IPCC procenjuje da su potrebe klimatizacije za energijom leti projektovane sa povećanjem preko 13 puta između 2000. i 2050. i preko 30 puta do 2100, u okviru scenarija klimatskih promena [2].
- Prema drugoj studiji, u Velikoj Britaniji se svake godine gubi 15,7 milijardi evra zbog neodgovarajućih temperatura [3].

### Hlađenje i klimatizacija su veliki potrošači energije

Na hlađenje, uključujući klimatizaciju, odlazi više od 17% potrošnje energije na planeti [4]. A ta brojka i dalje raste. Problemi u tehnici hlađenja jasno su povezani sa elektroenergetskim problemima, koje čine:

- globalno zagrevanje zbog emisija CO<sub>2</sub> (proizvodnja elektroenergije zavisi od fosilnih goriva); potrebno je uzeti u obzir TEWI (ukupan ekvivalent uticaja na globalno zagrevanje) i LCCP (životni ciklus klimatskih karakteristika) opreme za hlađenje;
- cena elektroenergije će se povećavati u dugoj perspektivi (novi izvori energije imaju veće troškove);
- nedostaju energetske infrastrukture, naročito u zemljama u razvoju.

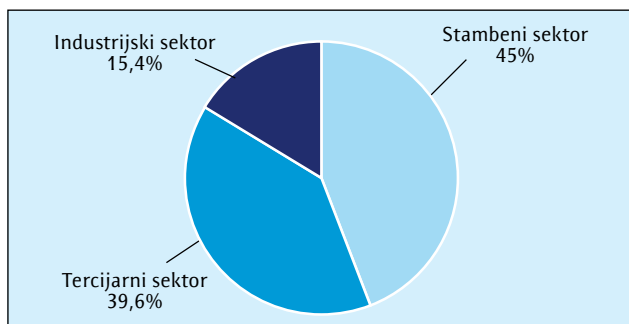
Rešenje čitavih sistema (daljinsko hlađenje, trigeneracija itd.) sigurno će biti nađena a treba i da preispitamo koeficijente grejanja sistema kao što smo to učinili za toplotne pumpe. Postoje novi propisi o energiji i o zgradama u Evropi, SAD ili Japanu, sa novim ograničenjima za energiju, a otuda i novim ograničenjima za rashladne sisteme i to verovatno svuda u budućnosti.

Mogu se koristiti novi izvori energije, kao što je sunčeva. Čak i ako je koeficijent grejanja solarne opreme još uvek relativno nizak i ako investicioni troškovi mogu biti veći, neki sistemi su već usvojeni i mnogi eksperimenti i istraživački programi su u toku. U svakom slučaju, promena sistema zbog problema sa rashladnim fluidima mora računati sa potencijalnim smanjenjem potrošnje energije: oba problema su povezana.

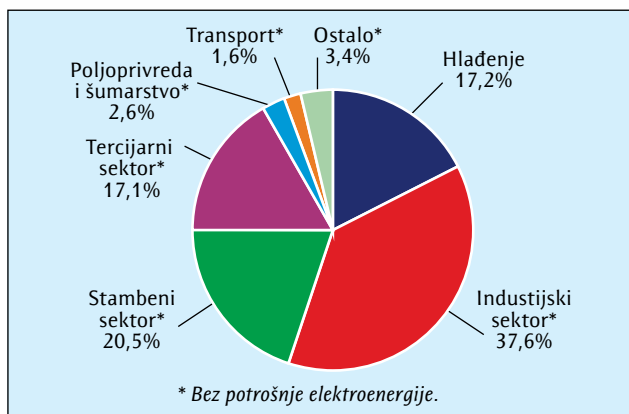
Klimatizacija sve više i veoma brzo prodire. U celini, na nju se, prema proceni IIR-a, potroši oko 5% elektroenergije na planeti. Odnos znatno varira među zemljama i zavisi od lokalne klime i nivoa razvoja. Dok u najmanje razvijenim zemljama klimatizacije skoro uopšte nema, na nju se u SAD [5] potroši oko 14% ukupne elektroenergije, a u indijskom gradu Mumbai [6] čak 40%.

Klimatizacija se dramatično širi u najrazvijenijim ekonomijama sveta. Na primer, 1990. godine je manje od 1% gradskih

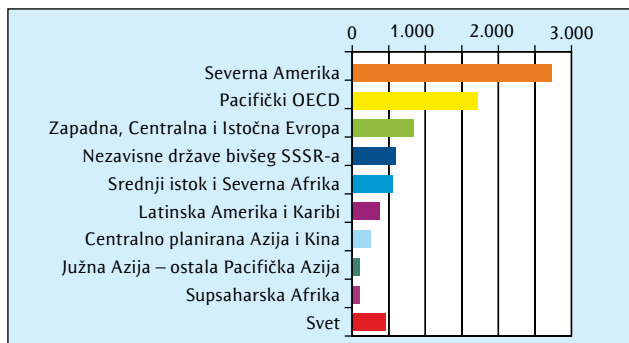
domaćinstava u Kini imalo klimatizere, dok je taj broj porastao na skoro 100% do 2000. [7, 8].



Slika 1. Globalna raspodela potrošnje elektroenergije u sektoru hlađenja. Slika pokazuje IIR-ove procene globalne raspodele potrošnje električne energije između stambene, tercijarne i industrijske potrošnje



Slika 2. Upoređenje potrošnje električne energije u sektoru hlađenja i u ostalim sektorima; bazirano na procenama IEA i IIR-a



Slika 3. Raspodela potrošnje elektroenergije za hlađenje (kWh/god./stanovnik) među regionima sveta. Regionalne razlike u potrošnji elektroenergije i sektoru hlađenja zavise posebno od nivoa razvoja i klimatskih uslova (prema IPCC-ovoj definiciji SRES-ovih regiona sveta)

Vrednost svetskog tržišta klimatizera 2012. godine bila je 72,3 milijarde evra, što odgovara prodaji 128,5 miliona klimatizacionih jedinica. Predviđa se da će taj broj 2017. godine dostići 82 milijarde evra (+13,4%) [9].

Osim toga, očekuje se da će klimatizacija imati sve veću ulogu u kontekstu promena klime i s njima povezanim povišenjem temperature sredine. IPCC procenjuje da će se potrebe za energijom za stambenu klimatizaciju leti povećati preko 13 puta između 2000. i 2050. i preko 30 puta do 2100. [10].

Mobilna klimatizacija se širi po čak većoj stopi, pošto je najveći deo današnjih vozila klimatizovan. Danas u automo-

bilima i autobusima u svetu ima oko 700 miliona mobilnih klimatizacionih jedinica [11].

## Uticaj rashladnih fluida na životnu sredinu

Parno-kompresioni sistemi će prevladavati u bliskoj i daljoj budućnosti, pa će nam biti potrebno više rashladnih fluida. Zbog njihovog uticaja na stratosferski ozonski omotač hlorofluorouglenici (CFC) i hidrohlorofluorouglenici (HCFC) su obuhvaćeni Montrealskim protokolom i svaka zemlja (razvijena ili nerazvijena) mora da sačini planove njihovog postepenog izbacivanja iz upotrebe. Treba se nadati da će ovaj problem uskoro biti iza nas, bez obzira na problem sa rashladnim fluidima u postojećoj opremi koju treba u budućnosti uništiti. Međutim, glavni problem sa planom o postepenom izbacivanju iz upotrebe jeste vrsta opreme za hlađenje koja je nekada zamenjivala staru opremu.

Alternativni rashladni fluidi su:

- hidrofluorouglenici (HFC), uključujući hidrofluoroolefine (HFO) nemaju uticaj na ozonski omotač, ali imaju uticaj na globalno zagrevanje (oni su uključeni u Konvenciju iz Rija i Protokol iz Kjota);
- prirodni rashladni fluidi (amonijak, ugljen-dioksid, ugljovodonici, voda, vazduh) imaju vrlo mali uticaj na globalno zagrevanje;
- mešavine i kombinacije (kaskade, sekundarni fluidi) razvijani su da bi ispunili različite zahteve.

HFC-i danas predstavljaju manje od 1% ekvivalentnih emisija ugljen-dioksida. U 2050. oni će predstavljati 7–45% (verovatnije 7%) ekvivalentnih emisija CO<sub>2</sub>.

Emisije HFC-a u 2050. bi mogle nadoknaditi uspehe Montrealskog protoka u postepenom izbacivanju CFC-a.

U međunarodnim okvirima su u toku dve istovremene diskusije i bilo bi dobro da se one povežu.

## Montrealski protokol

Montrealski protokol je sigurno veliki uspeh, pošto su CFC-i postepeno izbačeni iz upotrebe, a HCFC-i se postepeno izbacuju. Njegove metode su bile efikasne:

- postepeno izbacivanje iz upotrebe tokom oko 20 godina za razvijene zemlje, a 30 godina za zemlje u razvoju, što daje industriji vreme da se prilagodi i održi postojeću opremu koja ima prosečan vek trajanja od oko 20 godina;
- zamenjena rashladnih fluida koji su dobro identifikovani i generalno dozvoljavaju ubačena rešenja;
- UNEP-ovi predstavnici (službenici zaduženi za ozon) u svakoj zemlji koji su u kontaktu sa ministarstvima i industrijom u zemlji i koji moraju UNEP-u da podnose izveštaje svake godine;
- finansiranje preko namenskih fondova za zemlje u razvoju da bi im se pomoglo u finansiranju projekata zamene rashladnih fluida.

Uskoro ove metode više neće biti potrebne s obzirom na uspehe koje je Protokol postigao.

HFC-i se koriste kao i CFC-i i HCFC-i i već pomenute metode i alati bi takođe mogli biti efikasni u postepenom izbacivanju iz upotrebe ili postepenom smanjenju upotrebe HFC-a. HFC-i se tiču samo posebnih sektora i njihov uticaj na načine života je nevidljiv, u poređenju sa emisijama CO<sub>2</sub> koje se direktno tiču stambenog prostora i transporta. Zabrane u vezi sa njima bi se direktno ticale samo nekoliko industrijskih asocijacija.

Osim toga, životni vek HFC-a je znatno kraći od veka CO<sub>2</sub>. Postepeno smanjenje emisija HFC-a bi zato trebalo da ima brze pozitivne posledice, čak i ako bi takve posledice imale ograničeniji uticaj na klimu nego smanjenje emisije ugljen-diok-

sida i ne bi se odnosile na probleme klimatskih promena u dužem periodu.

## Konvencija iz Rija i Protokol iz Kjota

Konvencija iz Rija utvrdila je potrebu za smanjenjem emisija gasova sa efektom staklene bašte da bi se smanjile klimatske promene. Isključeni su HFC-i kao i CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> itd. Protokol u Kjotu je potpisan 1992. i obavezao je razvijene zemlje da smanje ekvivalentne emisije ugljen-dioksida, sa ciljevima određenim za svaku zemlju, kao i da finansijski pomognu projekte u zemljama u razvoju. Protokol iz Kjota važio je do 2012. Te godine je odlučeno da se nastavi sa poštovanjem istih obaveza do 2020. Međutim, samo su Evropa i Australija prihvatile te obaveze, predstavljajući manje od 15% emisija gasa sa efektom staklene bašte u svetu.

Cilj je bio smanjenje emisije u proseku za 50% do 2050, u odnosu na 1990. i smanjenje emisije za 80% u razvijenim zemljama, da bi se ostalo u okviru granice od +2 °C (povišene temperature) u 2050. U Kopenhagenu je 2010. Evropska unija potvrdila svoje obaveze za smanjenjem od 20% do 2020; SAD da smanje emisije za 4% do 2020. (u odnosu na 1990); Kina, Indija i Brazil su se samo složili sa smanjenjem u odnosu na svoj BDP (npr. Kina -40%/BDP).

Od 2010. započeli su novi pregovori, sa ciljem da se prihvate nove obaveze za 2030. godinu na Konferenciji UN o klimatskim promenama u Parizu, 2015. Zemlje su morale izneti predloge svojih obaveza pre novembra 2015, pre konačnih pregovora u Parizu.

## Najnoviji pregovori o HFC-ima

Evropska unija je prihvatila Direktivu o mobilnoj klimatizaciji (engl. MAC) i Propis o fluorovanom gasu (F-gas), 2006. god. Prema Direktivi MAC, novi automobili će postupno biti opremljeni sistemima koji koriste rashladne fluide sa potencijalom globalnog zagrevanja (engl. GWP) ispod 150 za klimatizaciju. Prema Propisu o F-gasu iz 2006, osoblje treba da bude obučeno i sertifikovano, a kompanije da imaju sertifikate kako bi mogle da koriste fluorovane gasove u svim delovima fiksne opreme i da bi se smanjilo curenje. Pored toga, neke zemlje članice EU uvele su takse za HFC.

U 2014, EU je usvojila nove propise o F-gasu, čime je dopunila one prethodne. Od 15. januara 2015. davane su kvote kompanijama koje prodaju HFC; te kvote će biti smanjene za najviše 21% od početnog nivoa. I HFC-i sa najvećim potencijalom globalnog zagrevanja biće postupno zabranjivani za različite primene [12].

Novi propis je u skladu sa predloženim amandmanima Severne Amerike i Mikronezije na Montrealski protokol. Te zemlje od 2009. pokušavaju da nametnu postepeno smanjenje HFC-a: 15% od inicijalnog nivoa u 2033. za razvijene zemlje i 15% od istog nivoa u 2043. za zemlje u razvoju.

Ključni pregovor je bio u Parizu 2015, na Konferenciji UN o klimatskim promenama: jedan amandman na Montrealski protokol o HFC-u trebalo je da bude prethodno usvojen na Konvenciji UN o klimatskim promenama, a drugi je ovaj iz 2015. EU, Severna Amerika, Island i Indija predložili su u aprilu 2015. neke amandmane na Montrealski protokol koji su fleksibilniji za zemlje u razvoju. Pregovori su nastavljeni do sledeće konferencije UN o Montrealskom protokolu u Parizu, u julu 2015, zatim u Dubaiju, u Ujedinjenim Arapskim Emiratima, u novembru 2015, neposredno pred Konferenciju UN u Parizu.

Do postepenog smanjenja upotrebe rashladnih fluida sa visokim globalnim zagrevanjem najverovatnije će doći u bliskoj budućnosti, sa međunarodnom saglasnošću o klimat-

skim promenama ili bez nje. HFC-i ne smeju biti zamenjeni HFC-ima sa visokim potencijalom globalnog zagrevanja koji će postepeno nestajati u regionima u najvećem broju primena, tako da su neophodna alternativna rešenja.

Na tim rešenjima IIR radi sa UNEP-om uključujući tu i zemlje sa toplom klimom, zahvaljujući projektu PRAHA kao i raznim konferencijama i sastancima.

## Rešenja postoje

Mnoga rešenja su već nađena u suočavanju sa ovim izazovima: eko-projekt, eko-etiketiranje da bi se smanjila potrošnja energije; smanjenje curenja koje smanjuje punjenje rashladnim fluidom; opredeljenje za rashladne fluide sa malim potencijalom globalnog zagrevanja, naročito za prirodne rashladne fluide, da bi se smanjile emisije tih fluida; razvoj tehnologija solarnog hlađenja, hlađenje isparavanjem itd. IIR predlaže ova rešenja u svojim publikacijama i na konferencijama (videti [www.iifiir.org](http://www.iifiir.org)).

Promene će se brzo desiti pošto su ciljevi jasni: 2030. je krajnji rok za sadašnje obaveze EU, za opšte smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte i za postepeno smanjenje HFC-a. Za investicije u industriji i domaćinstvima, 2030. je sutra. Obučavanje i informisanje su neophodni. IIR je partner REHVA-e i obe te institucije su na raspolaganju.

## Literatura

- [1] Barecca, A. et al., Massachusetts Institute of Technology, *Adapting to Climate Change: The Remarkable Decline in the U.S. Temperature-Mortality Relationship Over the 20th Century*, 2012. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2192245](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2192245)
- [2] IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policy Makers*. [https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC\\_WG2AR5\\_SPM\\_Approved.pdf](https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf)
- [3] Syke, Andrews, *One Poll survey*, March 2014. Retrieved April 14, 2015 from <http://www.coolingpost.com/uk-new/hours-lostfrom-poor-work-temperatures>
- [4] IIR Informatory Note on Refrigeration economy (to be published in 2015)
- [5] US Energy Information Administration, 2009. Retrieved March 27, 2015 from <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=12551>
- [6] The Guardian Environment Network, *Climate risks heat up as world switches on to air conditioning*. <http://www.theguardian.com/environment/2012/jul/10/climate-heat-world-air-conditioning>
- [7] McNeil, M. A., V. E. Letschert, Berkeley National Laboratory, *Future Air Conditioning Energy Consumption in Developing Countries and what can be done about it: The Potential of Efficiency in the Residential Sector*. Retrieved March 27, 2015 from <https://escholarship.org/uc/item/64f9r6wr>
- [8] Auffhammer M., *Cooling China: The Weather Dependence of Air Conditioner Adoption*, Front. Econ. China 2014, 9(1): 70–84. DOI 10.3868/s060-003-014-0005-5
- [9] BSRIA, October 2014. Retrieved March 27, 2015 from [http://www.iifiir.org/clientBookline/service/reference.asp?INSTANCE=EXPLOITATION&OUTPUT=PORTAL&DOCID=IFD\\_REFDOC\\_0012854&DOCBASE=IFD\\_REFDOC\\_EN&SETLANGUAGE=EN](http://www.iifiir.org/clientBookline/service/reference.asp?INSTANCE=EXPLOITATION&OUTPUT=PORTAL&DOCID=IFD_REFDOC_0012854&DOCBASE=IFD_REFDOC_EN&SETLANGUAGE=EN)
- [10] IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policy Makers*, March 31, 2014. Retrieved March 27, 2015 from [https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC\\_WG2AR5\\_SPM\\_Approved.pdf](https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf)
- [11] IPCC/TEAP Special Report: *Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System. Chapter 6, Mobile Air Conditioning*. Retrieved April 10, 2015 from <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc06.pdf> + IIR estimations
- [12] 26th IIR Informatory Note on Refrigeration Technologies: *Overview of regulations restricting HFC Use-Focus on the EU F-gas regulation*, 2015.