

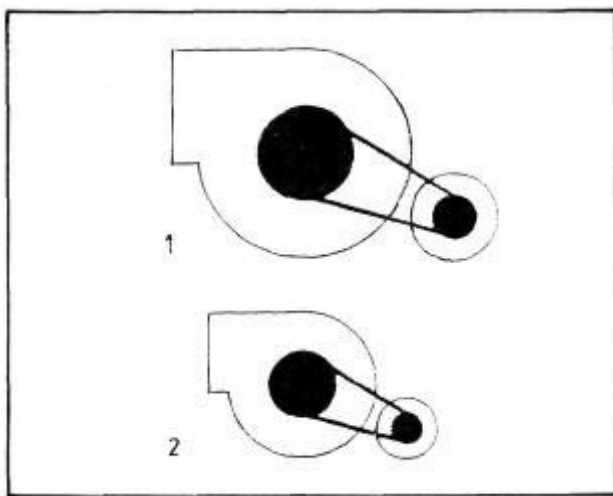
Sistemi sa vazduhom niskih temperatura

*Calvin D. MacCracken,
"Calmac Mfg. Corp.", Engelwood, SAD*

Vazduh niske temperature nudi prednosti u svim delovima instalacije za KGH. Distribucija vazduha niskih temperatura štedi energiju, snižava troškove i vreme, povećava ugodnosti i omogućuje bolji kvalitet vazduha u prostoriji. Dopušta smanjenje dimenzija kanala i hladnjaka, što je posebno pogodno u slučajevima rekonstrukcije zgrade. Otvara nove perspektive arhitektima, projektantima, vlasnicima zgrada, enterijeristima, konstruktorima komponenata i uređaja i korisnicima.

Do sada su bile tri prepreke u široj upotrebi sistema sa vazduhom niske temperature:

- terminali sa ventilatorom koji su trošili praktično svu električnu energiju koju uštedi potisni ventilator;
- difuzori u prostorijama nepogodni su za distribuciju vazduha niske temperature i stoga su stvarali manju ugodnost;
- kondenzacija vlage u kanalima, terminalima i difuzorima.



Slika 1. Komore za pripremu vazduha niske temperature koriste motore manje snage i hladnjake sa većim brojem redova, ali smanjene prednje površine; 1 — standardna klima-komora za pripremu vazduha od 1 KS; 2 — standardni motor od 1 KS; 2 — motor od 0,5 KS za sistem sa vazduhom niske temperature

Sistemi sa vazduhom niskih temperatura omogućavaju povećanje profita komercijalnih zgrada, smanjenjem troškova za električnu energiju, poboljšanjem kvaliteta unutrašnjeg vazduha i snižavanjem nivoa njegove relativne vlažnosti.

Ključne reči: toplotna energija; akumulacija; sistemi sa vazduhom niske temperature; troškovi; ugodnost

Key words: thermal energy; accumulation; cold air system; costs; comfort

Ovi problemi nisu prevaziđeni istraživanjima i razvojem u različitim institucijama i fabrikama. Novim difuzorima za vazduh niske temperature nisu potrebni terminali sa ventilatorima. Potvrdilo se takođe da problem kondenzacije ne postoji ako kanali prolaze kroz klimatizovane prostore, kao što su atrijumi ili spuštene tavanice, gde se relativna vlažnost značajno smanjuje u fazi pokretanja sistema u jutarnjem režimu rada.

U sistemu vazduha niske temperature vazduh se hladi u hladnjaku klima-komora i ovlažuje najčešće na temperaturi od 6,7°C, a distribuira se sa temperaturom od 4,4 do 9,5°C.

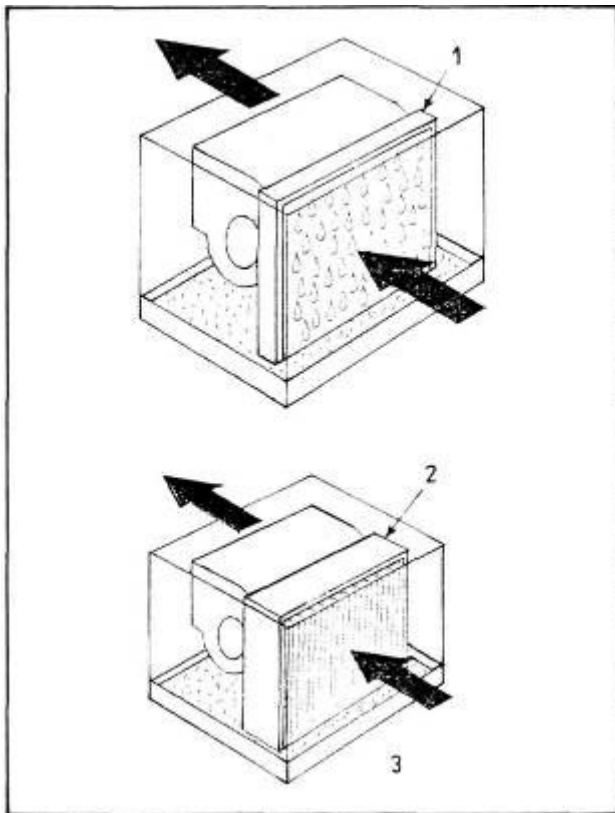
Dovod vazduha je u odnosu na uobičajene vazdušne sisteme sa temperaturom i od 12,8°C, otprilike upola niže temperature (sniženje od 6°C) sa nižom relativnom vlažnošću. Zbog toga se dimenzije ventilatora i motora mogu smanjiti, kao i troškovi energije i to do 50% (slika 1). Ovako redukovani dovod vazduha je još uvek dovoljan za potrebe ventilacije.

Relativna vlažnost se sa uobičajene od 50% smanjuje na 35% i to znači da se isti stepen ugodnosti može postići temperaturom prostorije većom za 1,7°C, uz značajnu uštedu. To takođe znači da je sa višom temperaturom u prostoriji, startovanjem sistema u jutarnjem režimu hlađenja objekta brže i ekonomičnije [1].

Povećanje od 1,7°C je dato na osnovu iskustva ljudi koji borave u prostoriji i bave se nekom aktivnošću, a ne prema onima koji borave odmarajući se, kao što se obično uzima u obzir.

Smanjen broj izmena vazduha i drugi faktori mogu imati negativan uticaj, ali to ne poništava pomenute ekonomske prednosti, niti dovodi u pitanje standard ugodnosti. Smanjeni dovod vazduha i unutrašnja izolacija kanala smanjuju nivo buke ventilatora i kanala. Mogu se nešto povećati padovi pritiska u sistemu zbog korišćenja hladnjaka sa većim brojem redova u klima-komorama.

Komore za pripremu vazduha niske temperature koriste motore manje snage i hladnjake sa većim brojem redova, ali smanjene frontalne površine. Prigušivači buke se mogu lakše utvrđivati kod kanala smanjenih preseka, ali treba imati na umu da je prigušivanje buke efikasnije kada je odnos dužina/prečnik 10-15 prema 1.



Slika 2. Poređenje jedinica standardne klima-komore i komore za pripremu vazduha niske temperature; 1 — standardna klima-komora za pripremu vazduha, 2 — komora za pripremu vazduha niske temperature, 3 — tipična komora za sistem sa vazduhom niske temperature

Gubici vazduha zbog lošeg zaptivanja spojeva limenih kanala mogu se lako izbeći korišćenjem fleksibilnih metalnih provodnika [2].

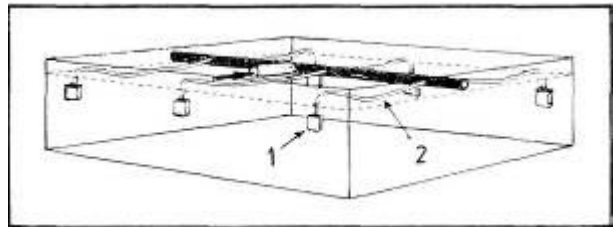
Kvalitet unutrašnjeg vazduha

Nečistoće i čestice koje pogoršavaju kvalitet vazduha u zgradama imaju mnogobrojne izvore: organski volatili iz izduvnih gasova automobila i dr. vozila, liftovi, kafe-kuhinje, ovlaživači, duvanski dim, vazdušni kanali, posude za skupljanje kondenzata, kamini, mašine za fotokopiranje, faksovi, mašine za proizvodnju leda, obuća, podne obloge, rashladne kule, parkinzi, pa čak i parfemi [3].

Naime, objašnjenja ove pojave daju nam parametri vazduha: niža temperatura, sa relativnom vlažnošću od 35%. Kondenzacija na površini hladnjaka je velika. Količina kondenzata je oko tri puta veća od one koja odgovara vlažnosti vazduha od 60% i zavisi od količine i temperature spoljnog vazduha. Zbog toga su i posude za skupljanje kondenzata i cevi za odvod veće nego obično.

Hladnjak u klima-komori preko koga stalno prelazi mešavina recirkuliranog i svežeg vazduha ima veliki značaj za kvalitet vazduha u prostoriji, zbog velikog izdvajanja vlage iz vazduha koje se vrši na površini hladnjaka. Čestice prašine i dr. nečistoće lepe se za ovlaženu površinu hladnjaka i spiraju se sa nje zbog velike količine kondenzata koja se sliva niz hladnjak do posude za njegovo prikupljanje.

Potrošnja energije za ventilatore povećana je i može biti jednaka ili veća od potrošnje energije koju koriste rashladni agregati. U vršnim periodima potrošnja rashladnih



Slika 3. Redukovani plenumi i fleksibilni kanali štede prostor u spuštenim tavanicama i smanjuju gubitke vazduha; 1 — jedinica sa mlaznicom montirana na zid, 2 — fleksibilni kanal iznad tavanice i između greda

agregata je velika, ali potrošnja ventilatora postoji i pri malim opterećenjima.

U područjima sa toplom klimom potrošnja energije rashladnih agregata je veća, a u područjima sa hladnom klimom potrošnja energije za ventilatore može biti i do 3 puta veća od potrošnje rashladnih agregata.

Sa relativnom vlažnošću od 35%, razlike pritisaka vodene pare i vazduha su veće, pa dolazi do mešavine u celokupnoj klimatizovanoj sredini. Neki deo prostorije sa slabijim kretanjem vazduha nema istu relativnu vlažnost vazduha pri 50% relativne vlažnosti vazduha, ali je postiže pri 35%.

Akumulatori toplote

Vazduh niske temperature može se dobiti bez akumulacije leda, ali je akumulacija važna kako bi se dobila konstantna temperatura pri promenama klimatskih uslova i uslova opterećenja, izbegavajući opasnost od zamrzavanja.

Za vazduh niske temperature povoljniji su sistemi promenljive zapremine i konstantne temperature, radi održavanja dobre kontrole relativne vlažnosti.

Parcijalna akumulacija omogućava da se rashladni agregati stave u funkciju pod uslovima maksimalne efikasnosti ili da se uopšte ne puste u rad, ako je smanjeno rashladno opterećenje objekta. Akumulacija leda omogućava dobru regulaciju kapaciteta.

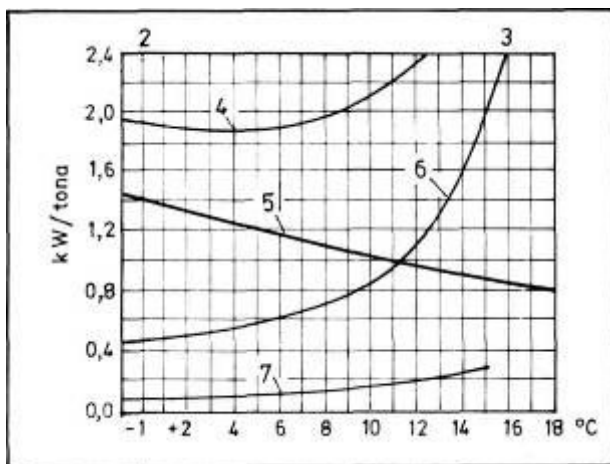
Parcijalna akumulacija stvara manje troškove u eksploataciju, uz približne investicione troškove instalacije, u odnosu na sisteme bez akumulacije. Potpuna akumulacija eliminiše troškove angažovanja snage u vršnim periodima i pokriva rashladno opterećenje objekta od 100%. Pored toga, ceo sistem se može projektovati tako da radi delimičnom akumulacijom u periodima maksimalnog opterećenja i potpunom akumulacijom u ostalo vreme.

Mešavinom glikola i voda, čija je tačka zamrzavanja ispod 0°C, koristi se u instalacijama da bi se sprečilo zamrzavanje (uobičajeni odnos je 25% etilen-glikola i 75% vode, glikol pruža i zaštitu od korozije u instalaciji).

Uobičajeno je da snabdevač odnosno montažer pruža uslugu dopunjavanja instalacije glikolom.

Rasprostranjena verzija da rad rashladnih agregata na temperaturama na kojima se stvara led u odnosu na temperature hlađenja za klimatizaciju dovodi do smanjenja efikasnosti, nije istinit u slučaju primene vazduha niske temperature, iz dva razloga:

— ventilatori i pumpe manje snage smanjuju potrošnju energije mnogo više nego povećanje potrošnje zbog manje efikasnosti rashladnih kompresora (slike 4 i 5); tačka maksimalne efikasnosti (kW/TR) je na oko 4,4°C bez akumulacije, i na oko — 1°C sa parcijalnom



Slika 4. Potreba u snazi u funkciji temperature dovodnog vazduha; 1 — kW/t, 2 — zmrzavanje/zaleđivanje, 3 — vlažnost, 4 — zbirna kriva, 5 — alternativni kompresor, 6 — ventilatori, 7 — pumpe, 8 — temperatura dovodnog vazduha

akumulacijom; — rashladni agregati sa vazдушnim kondenzatorima koji čine 80% tržišta, efikasniji su u proizvodnji leda tokom noći, uglavnom u većini klimatskih uslova [4], nego tokom dnevnog rada u standardnim uslovima od 6,6°C.

Snižavanje noćne temperature od oko 10°C po suvom termometru i za vlažan termometar od oko 2,2°C, dovodi do poboljšanja efikasnosti rashladnih agregata od oko 25%.

Difuzori sa mlazom velike brzine

Specijalni difuzori sa visokim stepenom indukcije dozvoljavaju nižu temperaturu dovodnog vazduha do 17°C u odnosu na temperaturu vazduha u prostoriji, i bez kutije za mešanje i ventilatora uspešno očitavaju mešanje i cirkulaciju vazduha u prostoriji. Ovo zahteva difuzore sa veoma velikom brzinom mlaza, koji se instaliraju na pola visine zidova, a mlaz se usmerava nagore.

Brzina od 17 do 34 m/s, zbog velike depresije koja se stvara, stvoriće mešavinu sa razlikom u temperaturi ne većom od 1,2°C na razmaku od 1 m, sa prečnikom otvora mlaza manjom od 37 mm.

Potreba da se mlaz usmeri se smanjuje, budući da ujednačenost temperature mešavine i distribucija pružaju zadovoljavajuću ugodnost (slika 6).

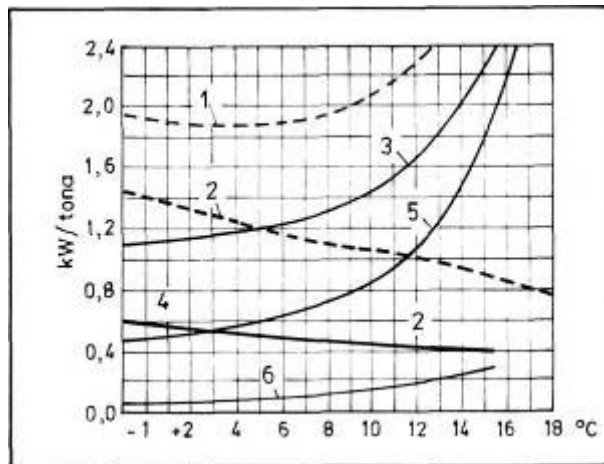
Buka se može eliminisati pomoću male prigušivačke kutije, gde se relativno velika brzina vazduha u fleksibilnom kanalu u zidu koncentriše na maloj površini.

Željene vrednosti dovoda i brzine vazduha regulišu se ručno: dovod od 136 m³/h i brzina od 20,3 m/s, sa padom pritiska od oko 310 Pa.

Dovod se može smanjiti ili povećati po nahodjenju. Za veće sisteme može se promeniti ventil VAV. Ipak, s obzirom da su visoke vrednosti At karakteristične za sisteme sa vazduhom niske temperature i da se ostvaruje osetno hlađenje u većoj meri nego što je potrebno, efektivni dovod vazduha je 136 m³/h, umesto 212 m³/h.

Ušteda prostora

Sa smanjenim dimenzijama motora ventilatora, samih ventilatora, razmenjivača, kanala, cevovoda u pumpi, smanjuju se i visine spratova, tavanica, podruma, zatim električnog uređaja za napajanje, oprema rashladnih uređaja, rashladnih kula. Do smanjenja dolazi sa sistemima sa



Slika 5. Potrebna snaga u funkciji temperature dovodnog vazduha za razne sisteme; 1 — sistem bez akumulacije, 2 — rashladni agregati sa klipnim kompresorima, 3 — totalna—parcijalna akumulacija, 5 — ventilator, 6 — pumpe, 7 — temperatura dovodnog vazduha

vazduhom niske temperature i akumulacijom leda, koji smanjuju ukupan prostor koji se zauzima u zgradi i na krovu zgrade.

Rezervoar za akumulaciju leda se obično instalira van zgrade ili u njenim podzemnim delovima.

Studija koja je obrađivala 5 tipova zgrada, a koja je urađena 1989, pokazala je da "iako je u svakom slučaju cena sistema hlađenja sa vazduhom niske temperature sa akumulacijom leda viša, može se mnogo uštedeti u samoj gradnji zahvaljujući smanjenju električne snage za opremu koja se instalira, zatim smanjenju prostora koji zauzimaju uređaji za obradu vazduha i smanjenju cene uređaja za obradu vazduha i kanala za njegovu distribuciju. To ove sisteme sa vazduhom niske temperature sa akumulacijom leda čini još uvek pogodnim za poslovne zgrade. U suštini, svaka poslovna zgrada treba da se analizira, kako bi se utvrdilo da li je izvodljiv i isplativ sistem sa vazduhom niske temperature i sa akumulacijom leda" [5].

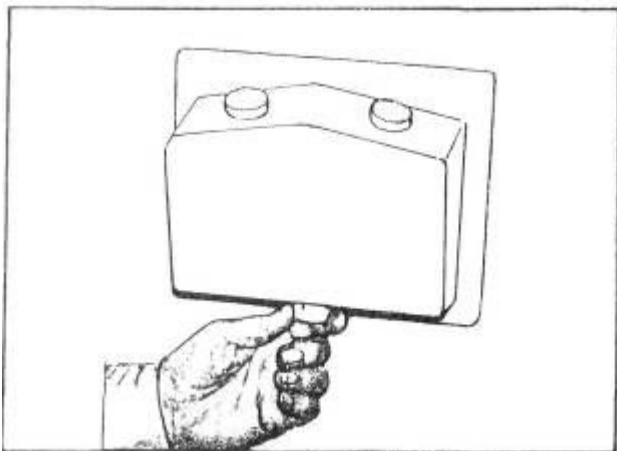
U ovoj studiji, ušteda prostora za centralizovane sisteme je bila 49%, 48% i 45% za zgrade od 4, 10 i 20 spratova.

Za necentralizovane sisteme ušteda je bila 62% i 64% za zgrade od 4 i 10 spratova. Krovne klima-komore su pružali uštedu u prostoru od 34%. Visina zgrade može se smanjiti za 15—30 cm po spratu, zahvaljujući manjim gabaritima kanala i nepostojanju kutije VAV sa ventilatorom koja se inače smešta u spuštenu tavanicu.

Završno razmatranje

U vremenima kada je gradnja novih zgrada smanjena, rekonstrukcije predstavljaju privlačno tržište za uređaje za grejanje, hlađenje i klimatizaciju. Vlasnici zgrada su zabrinuti zbog mogućih žalbi korisnika koji se brinu o kvalitetu vazduha u prostorijama (sindrom bolesnih zgrada).

Sistemi sa vazduhom niske temperature mogu biti novo rešenje za stvaranje ugodnosti sa niskom relativnom vlažnošću sredine. Perspektive su u svakom slučaju na strani vlasnika, zato što on ne samo što od svoje zarade ostvaruje profit, već ima i manje troškove za električnu energiju. Tačno je da sistem zahteva modifikaciju na uređajima za obradu vazduha i eliminaciju ventilatora u kutijama VAV, ali su to sve intervencije koje ne koštaju mnogo. Niska relativna vlažnost vazduha u prostorijama



Slika 6. Distributivna kutija sa mlaznicama velike brzine

je ponekad predmet kritike onih koji nemaju iskustva sa uređajima sa vazduhom niske temperature i koji smatraju da može doći do sušenja vazduha i problema sa disanjem. Electric Power Research Institute je ispitivao ove probleme obišavši zgrade sa instalisanim sistemima sa vazduhom niske temperature, kako bi se proverio nivo ugodnosti stanara, čistoća površine razmenjivača i posuda za skupljanje kondenzata. Anketirani stanari i korisnici zgrada izrazili su jednodušno zadovoljstvo ugodnošću, bez ikakvih žalbi [6].

Ako ste još uvek nesigurni da li da projektujete sistem sa vazduhom niske temperature, možete se približavati postepeno, recimo predviđajući vazduh na 10°C. To su

uradili mnogi i stekli potrebno iskustvo. U sledećim projektima neće biti teško doći do 7°C. Kombinacije vazduha niske temperature i akumulacije leda, kada dođe dotle, postaju vrlo jednostavne.

Literatura

- [1] Wendland, R. et al.: *Comfort criteria in a low humidity environment*, Electric Power Research Institute, Research Project rp2732-10-Palo Alto, Calif., 1988.
- [2] * * *: Proceedings of the 1992 DOE Industry Thermal Distribution Conference, John W. Andrews, editor, Washington D.C. Brookhaven National Laboratory, Upton, N. Y., 1992.
- [3] Christianson, Leslile L.: *Ventilation and IAQ Work-shop*, Raleigh, N. C. University of Illinois, Engineering Research Laboratory, Bioenvironmental Energy Laboratory (BERL), 1993.
- [4] MacCracken, C. D.: *Off-peak air conditioning: a major energy saver*, ASHRAE Journal, Dec. 1991.
- [5] Pearson, Fred J.: *Ice storage can reduce the construction costs of Office Buildings*, Baltimore, Md., ASHRAE Ch. 89-25-3, Atlanta, GA
- [6] Woods, J.: *Indoor Air Quality implications for low supply air temperature*, EPRI—RP2732—14, Honeywell Indoor Air Quality Diagnostic Group, Minneapolis, Minn.

KGH br. 3/1996.