

UČINKOVITO PROZRAČIVANJE OBITELJSKIH KUĆA

Uređaji za prozračivanje u obiteljskim kućama u Hrvatskoj vrlo su rijetki, a u Europi je to uobičajeno. No, to će se postupno mijenjati jer je prisutan trend gradnje niskoenerget-

Načini prozračivanja

Ručno prozračivanje

Ručno prozračivanje je prozračivanje kroz prozor i na taj se način

prozračuje svaka dva do tri sata, a često je taj ciklus prozračivanja i manji. Većina se prostora prozračuje samo jedanput do dva puta na dan.

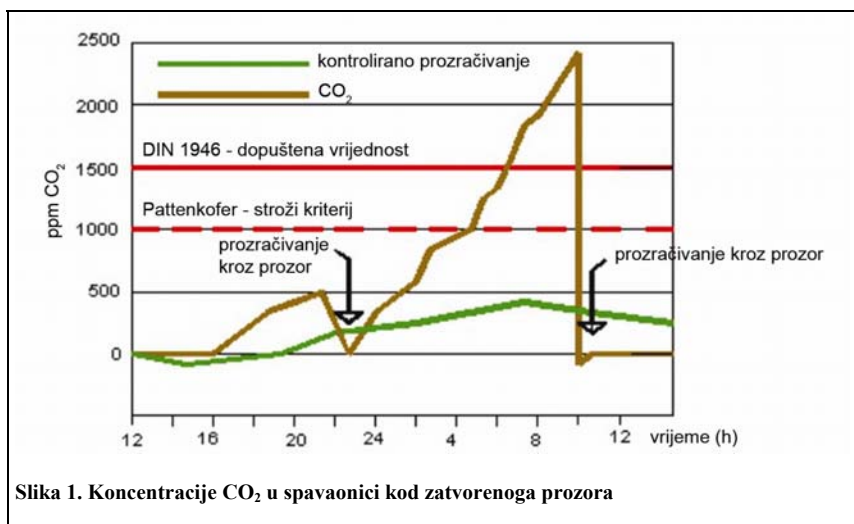
U tablici 1. prikazane su vrijednosti izmjene zraka pri uobičajenim oblicima prozračivanja kroz prozor. Kod zatvorenih su prozora vrijednosti energetski štedljive kuće kao i standardne zgrade približno $0,1 \text{ h}^{-1}$, što nikako ne osigurava zdrav i kvalitetan zrak u prostoru.

Tablica 2. prikazuje broj izmjena zraka pri kojima se zrak potpuno izmijeni (100 posto), izmijeni 75 posto ili 50 posto zraka u prostoru. Kako bi se postiglo prozračivanje $0,5$ do $0,8 \text{ h}^{-1}$, mora se prozračivati svakih 60 do 90 minuta.

Bitna je mana prozračivanja kroz prozore ovisnost o vanjskim čimbenicima. Ne može se utjecati na smjer protoka zraka te se ne mogu ocijeniti činjenične izmjene zraka. Izmjena u neugodnim vremenskim prilikama protječe sporije i nejednakomjerno. Dobro se prozračivanje postiže pri jakom vjetru i vrlo niskim temperaturama, osobito u kućama i stanovima na višim katovima. Posljedica toga jest neproporcionalno visok broj izmjena zraka te stoga i veliki gubici energije.

Kontrolirano mehaničko prozračivanje

Kontrolirano se mehaničko prozračivanje osigurava relativno jeftinim



Slika 1. Koncentracije CO₂ u spavaonici kod zatvorenoga prozora

skih i pasivnih kuća u kojima se bez učinkovitog prozračivanja i vraćanja topline iskorištenoga zraka ne mogu zadovoljiti postavljeni kriteriji.

Kvaliteta zraka najvažnija je komponenta pri projektiranju prozračivanja. Vodeći je parametar pri odlučivanju o broju izmjena zraka u prostoru količina ugljičnoga dioksida koji proizvode osobe u prostoru. Prema DIN-u 1946, higijenski minimum pri uobičajenim aktivnostima iznosi $0,15$ obujamskog postotka pri dovođu 20 m^3 svježega zraka na sat po osobi, odnosno $0,1$ obujamskog postotka CO₂ pri dovođu 30 m^3 svježega zraka na sat po osobi.

Na slici 1. prikazana je koncentracija CO₂ u spavaonici pri kontroliranom prozračivanju i prozračivanju kroz prozor te dopuštene vrijednosti prema Pattenkoferom strožem kriteriju i dopuštenoj vrijednosti prema DIN 1946.

Tablica 1. Broj izmjena zraka kod prirodnoga prozračivanja

Načini prozračivanja	Broj izmjena zraka na sat (h^{-1})
zatvoren prozor, zatvorena vrata	0,0 - 0,5
prozor otvoren na nagib, rolete spuštene	0,3 - 1,5
prozor otvoren na nagib, bez roleta	0,8 - 4,0
prozor otvoren na pola	5 - 10
otvoreni prozor	9 - 15
otvoreni prozor i balkonska vrata	40

Tablica 2. Izmjena zraka pri različitim stupnjevima prozračivanja

Stupanj prozračivanja	Broj izmjena zraka			
	1 sat	2 sata	3 sata	4 sata
100 posto	$1,00 \text{ h}^{-1}$	$0,50 \text{ h}^{-1}$	$0,33 \text{ h}^{-1}$	$0,25 \text{ h}^{-1}$
75 posto	$0,75 \text{ h}^{-1}$	$0,38 \text{ h}^{-1}$	$0,25 \text{ h}^{-1}$	$0,19 \text{ h}^{-1}$
50 posto	$0,50 \text{ h}^{-1}$	$0,25 \text{ h}^{-1}$	$0,17 \text{ h}^{-1}$	$0,13 \text{ h}^{-1}$

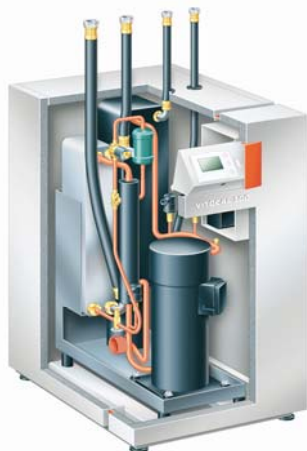
uređajem za otpadni zrak. Zrak se isisava iz kuhinje, kupaonice, zahoda i ostalih prostora koji su opterećeni mirisima ili vlagom. Svježi zrak dolazi kroz otvore u vanjskim zidovima. U otvore su ugrađeni upuhivački ventili s odgovarajućim filtrima i prigušivačima zvuka. Elemente upuhivanja najbolje je smjestiti na strop ili iznad grijaćih tijela.

Zrak dolazi iz stambenih prostora u prostore iskorištenoga zraka. Važno je da se između uređaja za prozračivanje, usisnog ventila i ventila za upuhivanje ugrade prigušivači zvuka. Ventilator za iskorišteni zrak mora imati visoku električnu učinkovitost, najmanje $0,15 \text{ Wh/m}^3$, što znači da pri dotoku 100 m^3 iskorištenoga zraka snaga ventilatora mora biti ispod 15 W . Cijena uređaja za iskorišteni zrak jest od 500 do 15000 eura, zajedno s kanalskim razvodom i priloženim elementima.

Kontroliranim uređajem za prozračivanje omogućava se dobra kvaliteta zraka u prostoru. Može se i uštedjeti određeni dio toplinske energije za grijanje jer je broj izmjena zraka kontroliran i time su gubici toploga zraka minimalni.

Uređaj za uporabu otpadne topline s toplinskom crpkom

Otpadna toplina iskorištenoga zraka može se s pomoću toplinske crpke upotrijebiti za grijanje zgrade (slika 2.).



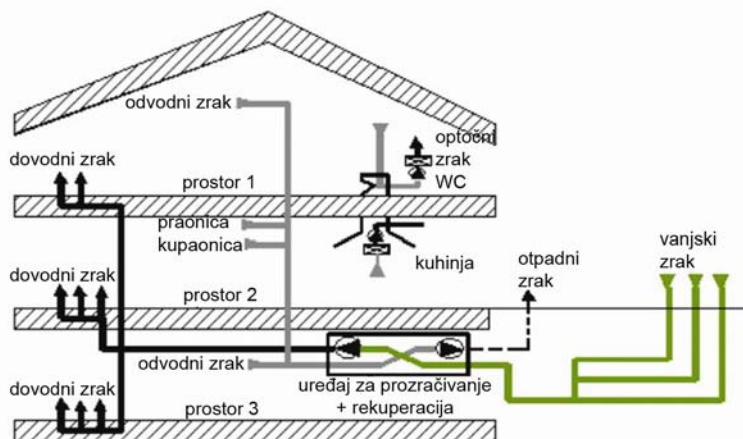
Slika 2. Presjek toplinske crpke Vitocal 300

Mana su visoki troškovi te potreban dodatni sustav grijanja.

Uštede su otprilike $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, to su toplinski dobici iskorištenoga zraka uz pretpostavku da je prosječan broj izmjena zraka $0,4 \text{ h}^{-1}$, u 180 dana grijanja, uporabna temperaturna razlika iskorištenoga zraka je 15 K . Uređaj za uporabu iskorištenoga zraka s toplinskom crpkom stoji otprilike 4000 do 8000 eura.

Mehaničko prozračivanje s rekuperacijom topline

Odvođenje iskorištenoga zraka može se dopuniti dovodom vanjskog zraka. Vanjski se zrak usisava kroz filter i ide kroz toplinski prijenosnik, gdje se toplina iskorištenoga zraka prenese na vanjski zrak. Zrak se tako zagrije od 0° do 17°C , a zatim se kanalima vodi u stambene prostore.



Slika 3. Shema prozračivanja s vraćanjem topline iskorištenoga zraka (rekuperacijom)

Tablica 3. Gubici topline od prozračivanja

Broj izmjena	Prozračivanje kroz prozore	Kontrolirano prozračivanje + rekuperacija topline		
		50 %	75 %	90 %
h^{-1}	$\text{KWh/m}^2\text{a}$	$\text{KWh/m}^2\text{a}$	$\text{KWh/m}^2\text{a}$	$\text{KWh/m}^2\text{a}$
0,7	48,5	31,2	15,0	6,6
0,6	41,6	27,7	13,3	5,9
0,5	34,0	24,3	11,6	5,2
0,4	27,7	20,8	9,8	4,5
0,3	20,8	17,3	8,1	3,8

Uređaj za vraćanje topline iskorištenoga zraka bitno pridonosi štednji energije i obvezatan je kod pasivne kuće. Shema prozračivanja prikazana je na slici 3.

U tablici 3. prikazana je usporedba gubitka topline prozračivanjem. Pri prozračivanju kroz prozore pri izmjeni $0,7 \text{ h}^{-1}$ gubitak topline prozračivanjem jest $50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, s kontroliranim prozračivanjem snižava se s npr. $0,4 \text{ h}^{-1}$ na $27,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Već prije nekoliko godina takvi su uređaji imali prosječan stupanj vraćanja topline od 50 do 60 posto. Uređaji s 75 postotnim stupnjem vraćanja topline na godinu danas su sasvim uobičajeni i imaju potrošnju energije manju od $0,45 \text{ W/m}^3$. Najnoviji imaju do 95 postotni stupanj vraćanja topline na godinu i ugrađuju se u pasivne kuće. Učinkovit rad

uređaja za vraćanje topline iskorištenog zraka izražen je godišnjim radnim brojem, a iznosi 8 do 20. To znači da se na jedan uloženi kilovatsat (kWh) uštedi 8 do 20 kWh topline za grijanje.

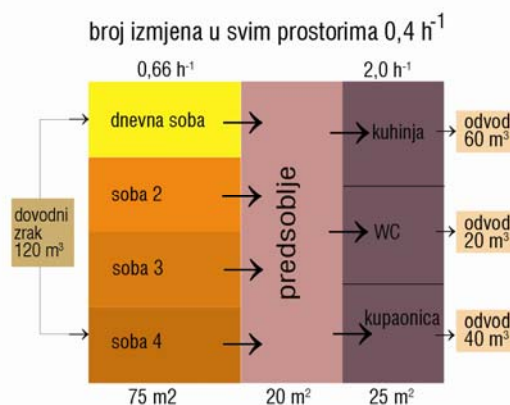
Cijene za središnji uređaj za prozračivanje s povratkom topline iskorištenoga zraka, zajedno s montažom za stambenu jedinicu s površinom 120 m², kreću se od 4500 do 8000 eura. Nezavisni uređaji s povratkom topline iskorištenoga zraka stoje 1000 eura za jednu prostoriju; može biti ugrađen neposredno na vanjski zid i nema sustav cijevi. Kod tog uređaja treba paziti na broj izmjena zraka i gušenje zvuka.

Način grijanja koji za ogrjev rabi topli zrak pri gradnji obiteljskih kuća nije raširen. No, kada ne treba mnogo topline, što je karakteristika niskoenergetskih i pasivnih kuća, taj je način grijanja vrlo prihvatljiv. Količina zraka po osobi je 30 m³/h, što znači približno jedan kubični metar na kvadratni metar stambene površine na sat [1 m³/(m²h)]. Najveća je ogrjevna snaga 10 W/m² stambene površine. Kod pasivnih je kuća ta snaga dovoljna, stoga se u njima može izostaviti standardni sustav grijanja.

Praktičan primjer prozračivanja i rekuperacije topline

Na slici 4. prikazan je način prozračivanja s rekuperacijom topline za kuću sa 120 m² za grijanje. Za četiri je osobe dovoljno 120 m³/h svježega zraka. Svježi zrak ulazi u stambeni prostor ploštine 75 m². To zadovoljava 0,6 do 0,7 h⁻¹ izmjena zraka. Zrak se vodi po protočnim kanalima u hodniku, stubištu, sporednim prostorima i neiskorištenim dijelovima otvorenih dnevnih prostora u odvodne kanale. Zahtjevi su sljedeći: kuhinja 40-60 m³/h, kupaonica 40 m³/h i zahod 20 m³/h. Zbog ovisnosti o veličini površine tih stambenih prostora, vrijednost izmjene zraka u odvodnom je kanalu 2,0 h⁻¹. Izmjena

zraka u svim je prostorima stana 0,4 h⁻¹. U odsutnosti stanara ili noću količina zraka može se reducirati na 90 m³/h te se dobije prosječna vrijednost izmjene zraka do 0,3 h⁻¹.



Slika 4. Shema prozračivanja za stan ploštine 120 m²

Dovodne cijevi vode u stambene prostore, iskorišteni se zrak iz opterećenih i vlažnih prostora isisava. Što je kraći cijevni razvod i jednostavniji raspored kanala, to je ekonomičniji rad. Svaki metar cijevi, svako koljeno i svako odvajanje, filter, gušenje zvuka i registar utječu na gubitak tlaka. Kod uobičajenih kućnih instalacija ne smije se prekoračiti 100 Pa. Za optimiziranje uređaja pametno je izračunati gubitak tlaka i glasnost provođenja, pri izboru veličine promjera cijevi u obzir se uzima najveća brzina zraka 2 m/s.

Mogućnost polaganja cijevi:

- Polaganje u kanale ili pod strop (na primjer ispod gipskartonske stropne obloge). Moguće ih je smjestiti pod strop na hodniku (visina hodnika je stoga 20 cm niža od ostalih prostora). U stanovima koji imaju jedan kat hodnik služi kao razdjelni prostor. Prednost je jednostavno čišćenje.
- Polaganje po podu (ispod estriha ili na spuštenu strop). Prednost je jednostavno planiranje i dostupnost svih prostora u zgradi bez vidljivih obloga. Troškovi grad-

nje se povećavaju ako se mora izvesti povišenje podova.

- Svaki se prostor oprema razdjelnikom i jednom cijevi. Troškovi voda su viši, no postoji mogućnost posebne regulacije svakoga prostora.

Ekonomičnost uređaja za prozračivanje ovisi o prostoru u koji se postavlja. Važan je razvod kanala po svim stranama stana (kuće), što znači što kraći put do ulazno/izlaznih distribucijskih mjesta za zrak. Ako je uređaj u negrijanom prostoru, cijevi moraju biti dobro izolirane. Dovod se pojednostavljuje

ako se uređaj za prozračivanje smjesti što bliže toplinskoj izolaciji. Na uređaj s toplinskom crpkom treba na najniži odvodni kanal za prozračivanje smjestiti odtok za kondenzat s branom za mirise.

Za kuhinjsku se napu preporučuje ugradnja sustava za kruženje zraka (400-600 m³/h), da bi se usisali mirisi i masnoće iz zraka. Ugradnja sustava za kruženje zraka u uređaj za prozračivanje je moguća, no potreban je dobar filter koji valja postaviti tako da se može lako kontrolirati i mijenjati.

Za učinkovit rad uređaja bitno je uravnoteženje protoka zraka. Neuravnoteženost između dovodne i odvodne strane ne smije biti veća od 5, iznimno 10 posto. Regulacija uređaja za prozračivanje u idealnim se uvjetima postavi s obzirom na broj osoba i namjenu prostora. Svaki uređaj mora imati jednostavnu regulaciju izmijenjenoga zraka.

T. Vrančić

IZVOR: Bine Informations dienst TUV - Verlag GmbH; w.junkers.at – Wohnungsluftung; www.enev - air.de