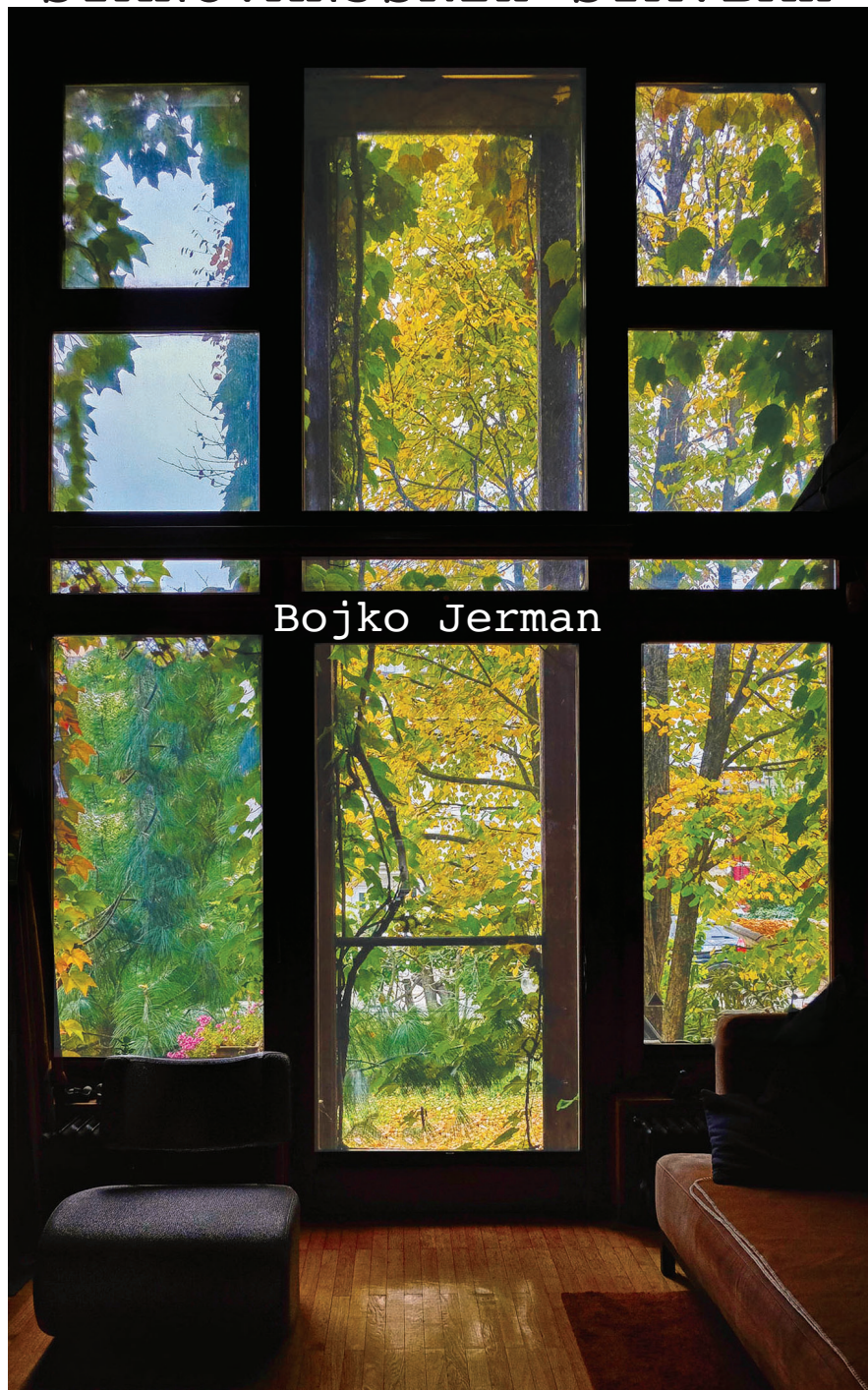


VSE OPREZRAČEVANJU V STANOVANJSKIH STAVBAH

2. izdaja



Bojko Jerman

VSE O v PREZRAČEVANJU stanovanjskih stavbah

IZDAL:

E-NETSI d.o.o., Ljubljana

AVTOR:

©mag.Bojko Jerman,u.d.i.a.

STROKOVNA RECENZIJA:

Bojan Mehle, u.d.i.s.
in Matjaž Valenčič, u.d.i.s.

GRAFIČNO OBLIKOVANJE IN ILUSTRACIJE:

Boštjan Debelak

FOTOGRAFIJA NA NASLOVNICI:

Boštjan Debelak

Ljubljana, januar 2019

IZDAJO JE FINANČNO PODPRL:



Uradni distributer za proizvodni program



in



v Sloveniji



E-NETSI d.o.o.
Šmartinska cesta 58
1000 Ljubljana

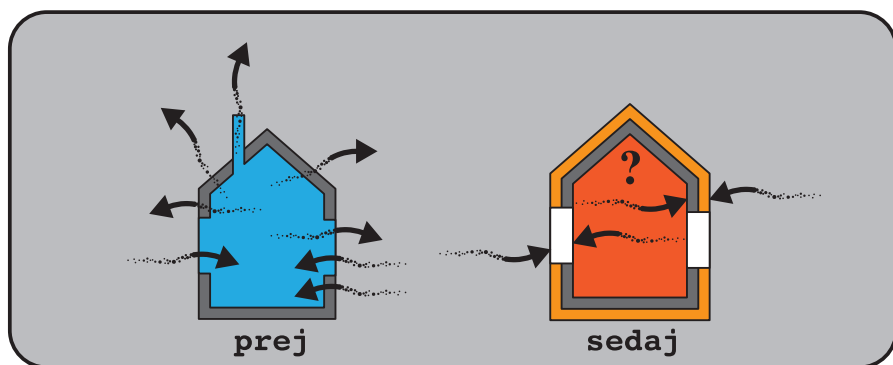
www.prezracevanje.si
info@prezracevanje.si
tel.: +386 599 28 089

UVOD

Zrak je nekaj posebnega: stalno ga potrebujemo in smo od njega biološko in komfortno najbolj odvisni, po drugi strani pa ga ne vidimo, ne vonjamo in o njem v glavnem sploh ne razmišljamo. Tudi takrat ne, ko kupujemo stanovanje ali hišo, saj je neviden in neotipljiv, nekaj samoumevnega ... Ne zavedamo se, da kakovost zraka odločilno vpliva na naše zdravje, počutje in na komfort ter da je temu področju treba posvetiti ustrezno pozornost in skrb.

Prezračevanje stavb je bilo do pred kratkim prepuščeno odpiranju oken, ki so navadno slabo tesnila in so prepuščala zrak tudi, ko so bila zaprta. Potem pa se je pred okoli 20–30 leti pojavila kakovostnejša gradnja s poudarkom na varčevanju z energijo in ta trend se je stopnjeval. Sodobne stavbe porabijo tudi do 20-krat manj energije za ogrevanje in hlajenje kot starejši objekti. Pasivne hiše (povprečne velikosti 150 m²), ki bodo po letu 2020 postale evropski minimalni standard gradnje, porabijo le okoli 50–60 EUR letno za ogrevanje prostorov, pa gradnja ni bistveno dražja od običajne. Največ zaslug pri takšnem rezultatu imajo izolacijski materiali, odlična zasteklitev in v veliki meri tudi prezračevanje z vračanjem toplote – rekuperacijo. Pasivna gradnja je zrakotesna, kar je za varčevanje z energijo zelo pomembno. Ker bi bile dobro zatesnjene stavbe nezdrave za prebivanje, pa moramo vanje vgraditi prezračevalni sistem, ki stalno dovaja zdrav, svež in čist zrak ter obenem enako količino izrabljenega zraka odvaja iz stavbe.

Ker so tovrstne rešitve sorazmerno nove in ker trg nudi številne zelo različne možnosti, smo se odločili, da povzamemo stanje tehnike na tem področju in predstavimo najboljšo prakso ter seveda opozorimo na najpogostejše napake, da se ne bi ponavljale.



sedaj gradimo boljše

Koliko, kdaj in kakšen zrak potrebujemo?

Vsak izmed nas potrebuje vsaj 15 m³ svežega zraka na uro, enako domače živali. Tako velevajo mednarodni standardi in domači predpisi, seveda pod pogojem, da ni dodatnih intenzivnih virov onesnaževanja (kajenje ...). Priporočena količina pa je 30 m³/h na osebo.

Zrak moramo menjati neprestano, tudi ko prostori niso naseljeni: takrat je skladno s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb dovolj 0,2 izmenjave vsega zraka na uro, ko so prostori naseljeni, pa vsaj 0,5 izmenjave vsega volumna na uro.

Upošteevamo obe merili in izberemo tisto, ki ima višje zahteve za potrebno količino svežega zraka. Ko so prostori brez uporabnikov, je prav tako nujno menjati zrak, sicer lahko nastaja plesen, slabe vonjave in posledično nezdravo okolje. Zidna plesen, ki je jasen znak, da prezračevanje ni urejeno, je ne le neestetska, ampak predvsem nezdrava in povzroča številne zdravstvene težave, ki jih pripisujemo drugim razlogom. Zato je prezračevanje v prvi vrsti nujno zaradi zagotavljanja ustreznih sanitarnih razmer v bivalnih prostorih, vse drugo (komfort, varčevanje z energijo) pa je le dodatna ugodnost.

Dovedeni zrak prinaša s seboj vse primese, ki so prisotne v naravnem okolju, in nekatere so za določene ljudi problematične. Cvetni prah na primer pri veliko ljudeh povzroča alergijo, pozimi pa so lahko problematični majhni delci, ki nastajajo pri kurjenju lesne biomase, t. i. delci PM 10 (10 mikronov veliki delci), ki povzročajo raka. Zato je seveda dobro, če zunanji zrak filtriramo, preden ga spustimo v stavbo. Žal veliko nezdravih, celo smrtno nevarnih primesi v zraku naš nos ne zazna (CO₂, CO, radon ...). Nanj se ne moremo zanesti in zato mora stanovanje imeti primeren prezračevalni sistem.

Sanitarni in tehnični predpisi torej zahtevajo **neprekinjeno** prezračevanje stavb z menjavo **vsega** volumna zraka, kar pa lahko storimo na več načinov.

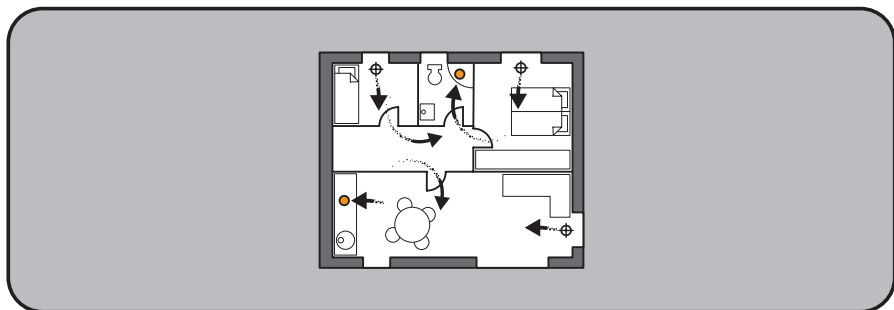
Kako do čistega in svežega zraka?

Ljudje uporabljamo stavbe, avtomobile, kolesa in še marsikaj. Naprave, ki jih uporabljamo, morajo delovati samodejno in varno. Sicer so lahko odvisne od naših nastavitvev, vendar le v območju, ki je zdravo in varno. To velja tudi za stanovanja in hiše, v katerih je vgrajenih več sistemov: ogrevanje, vodovod, kanalizacija, električne napeljave ... Prezračevanje je le eden izmed teh sistemov in tudi od njega moramo pričakovati, da deluje samodejno, varno in stalno, brez naše stalne pozornosti, ampak le z osnovnimi nastavitvami.

Menjavanje zraka s svežim je lahko urejeno na več načinov, vendar pa bo najkakovostnejše in najuspešnejše, če se upošteva naslednje **osnovno pravilo prezračevanja**:

Svež zrak naj prihaja v bivalne prostore, sobe, od tam naj kot prehodni zrak potuje po hodnikih in stopniščih do servisnih prostorov (kuhinja, kopalnica, WC, utiliti,

shramba ...), kjer ves zrak v celoti odvedemo iz stavbe. Takšno kroženje zraka, ki ga strokovno imenujemo kombinacija mešalnega in izpodrivnega prezračevanja, zagotavlja najboljši izkoristek zračnega toka in najustrežnejše potovanje zraka od čistih prostorov do t. i. umazanih prostorov, kar pa je tudi logično.



Osnovno pravilo prezračevanja

Naravno, samodejno prezračevanje

Res so se včasih hiše kar same prezračevale, ker so bile slabo narejene, oken skoraj ni bilo treba odpirati, saj je med okvirjem in zidom velikokrat zijala odprtina, reža. Kljub netesnosti ovoja je vseeno prihajalo do slabega zraka v stavbah, saj ni bilo dovolj oken in tudi niso bila v vsakem prostoru. Naravno prezračevanje z odpiranjem oken je sicer mogoča izbira, vendar pa ima številne pomanjkljivosti:

- Zunanji zrak ima ne le prijetne, ampak tudi ekstremne temperature; takrat je zračenje z odpiranjem oken zelo neudobno, celo nezdravo.
- Stalno odpiranje in zapiranje oken, da bi zagotovili ustrezno menjavo zraka, zahteva stalno prisotnost in skrb določene osebe, kar je v praksi težko izvedljivo.
- Odpiranje oken je povezano z vprašanjem varnosti, vnosa mrčesa in hrupa, ob slabem vremenu pa vetra in padavin.
- Z odpiranjem oken ne moremo zagotoviti smeri zračnega toka, kot veleva **osnovno pravilo prezračevanja**.
- Odprta okna povzročajo veliko neudobje za uporabnike, saj jim jemljejo dragoceni čas za odpiranje in zapiranje, povzročajo skrb in ob neugodnih temperaturah slabo vplivajo na zdravje in bivalno ugodje.

Z odpiranjem oken žal ne moremo zagotoviti prej navedenih ustreznih higienskih pogojev, zato je nujno uporabiti mehansko prezračevanje, katerega zračni tok usmerjajo ventilatorji. To narekujejo tudi tehnični predpisi (v Sloveniji velja SIST EN 15251:2007 – v 8. členu je zahteva projektiranja prezračevanja skladno s SIST DIN 1946-6, kar pomeni mehansko prezračevanje stavb).

Mehansko prezračevanje

Če ni večjih temperaturnih razlik (vzгона), se zrak v stavbah sam nikamor ne premakne, zato moramo za gibanje zraka poskrbeti sami. Dobro poznamo vzgonsko dvigovanje toplega zraka, na katerem temeljijo vetrovi in vremenski pojavi. Vendar pa je takšno gibanje v stavbah koristno le v posebnem primeru: za hlajenje z nočnim hladnejšim zrakom v vročih poletjih, ko z odpiranjem oken in s samodejno vzgonsko cirkulacijo zraka lahko v nočnem času dobro ohladimo bivalne prostore. To pa je dejansko edini primer, ko je odpiranje oken zelo zaželeno in koristno, saj tako krožijo velike količine zraka, ki ponoči ohladijo prostore.

Za bivanje v stavbah, torej za dihanje in ustrezno prezračevanje, so dovolj veliko manjše količine zraka, ki pa morajo krožiti neprekinjeno. Za ta namen uporabljamo ventilatorje v različnih sistemskih rešitvah mehanskega prezračevanja.

Odzračevanje prostorov

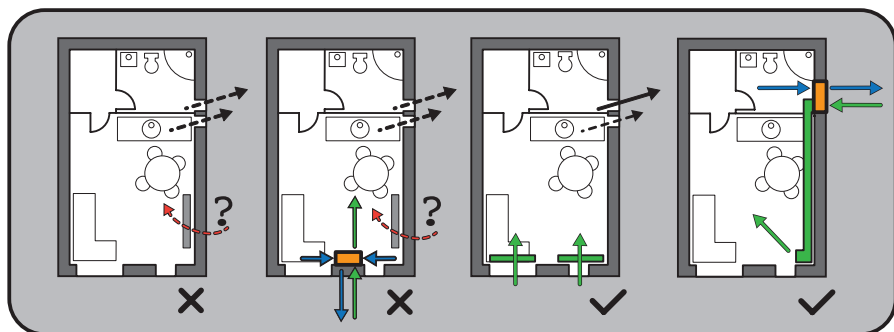
Najbolj znano in do zdaj najbolj uporabljeno je odzračevanje prostorov, to je prezračevanje na način, da eden ali več ventilatorjev odvaja(jo) zrak iz servisnih prostorov (kuhinja, kopalnica, WC, utiliti, shramba ...). Seveda pa ventilatorji lahko odvajajo zrak le, če je zagotovljen DOVOD zraka. Pri odzračevanju je mišljeno, da so okna netesna in da je netesnosti toliko, da se zaradi netesnosti oken in balkonskih vrat lahko zrak dovaja v bivalne prostore. To pa je zelo pomembno, saj če te možnosti ni in so okna dobro zatesnjena, se ventilator sicer vrti, vendar ne more odvajati predvidene količine zraka.

Obstajata dva tipa ventilatorjev: takšni, ki dovajajo količino zraka v odvisnosti od upora v napeljavi, in takšni, novejši in dražji, ki imajo vgrajeno funkcijo konstantnega volumna (kolikor smo nastavili), imenujemo jih ventilatorji CV (Constant Volume).

Če imamo torej mehanski sistem z odzračevanjem, je pomembno, da imamo ventilatorje CV in da ti delujejo NEPREKINJENO. Ventilatorji, ki delujejo konstantno, so posebne izvedbe, so zelo tihi, porabijo izjemno malo električne energije (4–5 W pri pretoku 30 m³/h) in imajo posebne ležaje, da lahko delujejo brez prestanka. So seveda malo dražji od običajnih ventilatorjev, ki teh bistvenih lastnosti nimajo. To so lahko ventilatorji v sanitarnih prostorih v stanovanjih ali pa je to (v blokih) centralni ventilator, običajno na strehi. V veliko primerih starejših blokov so takšen kakovostno zasnovan sistem uporabniki izključili, da dotrajani centralni ventilatorji (na strehah) ne povzročajo hrupa, obenem so tudi zamenjali stara netesna okna z novimi zrakotesnimi, zaradi česar bi tudi ob delujočem centralnem ventilatorju sistem slabo deloval. Takšni stanovanjski bloki so, čeprav mogoče na zunaj lepi in obnovljeni, dejansko sanitarno manj primerni, nezdravi za prebivanje.

Sodobni sistemi za odzračevanje se imenujejo higrosenzibilni sistemi in se od prej opisanih razlikujejo po tem, da ima vsak bivalni prostor poseben okenski ali zidni element, ki natančno odmerja količino dovajanega zunanega zraka. Natančno je

uravnana tudi količina odvedenega zraka. Na spodnjih slikah so tipični primeri prezračevalnih rešitev, s katerimi se danes srečujemo v stanovanjskih blokih v praksi.



Običajne rešitve: črtkana linija pomeni občasno delovanje ventilatorja, polna linija pa neprekinjeno delovanje ventilatorja

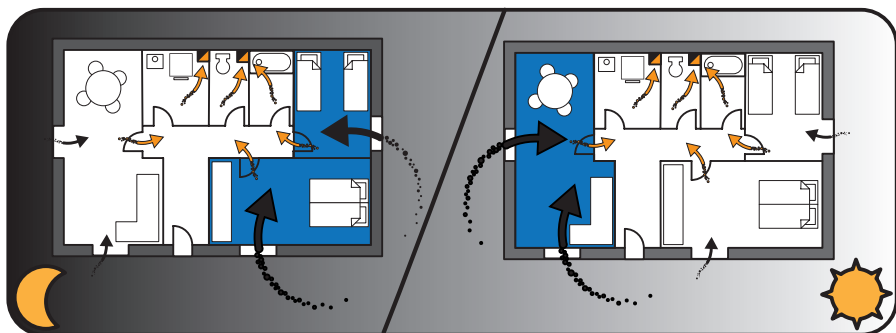
Skica 1: Navadni odvodni ventilator v kuhinji in kopalnici, zrakotesna vrata in okna.

Skica 2: Lokalni rekuperator v bivalnem prostoru, navaden ventilator v kuhinji in kopalnici.

Skica 3: Higrosenzibilni sistem: higrosenzibilni dovodi nad okni, trajno delujoč ventilator v kopalnici, napa v kuhinji.

Skica 4: Lokalni rekuperator večje zmogljivosti s cevnim dovodom v bivalnem prostoru.

Sistem higrosenzibilnega prezračevanja sicer nudi ustrezne sanitarne razmere v objektu, vendar pa je v primerjavi z rekuperacijo manj komfortno in bolj energijsko potratno, saj ni vračanja toplote.



Princip delovanja higrosenzibilnega prezračevanja in videz elementov

Prezračevanje z vračanjem toplote

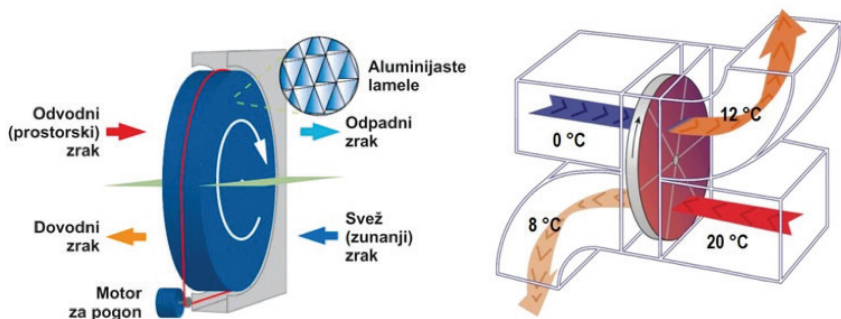
Prezračevanje brez vračanja toplote je – kot prej opisano – v celinski klimi energijsko potratno; samo za potrebe prezračevanja izgubimo ekvivalent 2,5–3,0 litra kurilnega olja na m² uporabne površine letno, kar pa je skoraj dvakrat toliko, kot je največja dovoljena poraba vse energije za ogrevanje v sodobni pasivni hiši. Gre torej za veliko težavo, ki jo rešujejo sistemi z vračanjem toplote – z rekuperacijo, ki so znani iz industrije, v kateri so se najprej pojavili. Tehnika je napredovala in danes imamo več kakovostnih tehničnih rešitev, ki jih predstavljamo v nadaljevanju in brez katerih zaradi predpisov sodobna gradnja ne bo več dovoljena niti smotrna zaradi zagotavljanja zdravja in udobja uporabnikov.

Regeneratorji

Tehnika izhaja iz industrije, v kateri se še vedno uporabljajo v velikih sistemih, kjer dejansko ni druge možnosti. Pomanjšani modeli se lahko uporabljajo tudi za manjše enote, stavbe, stanovanja, hiše.

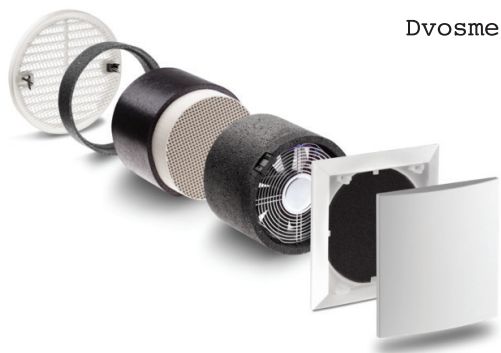
Princip delovanja je preprost: masivno akumulacijsko kolo se vrti, na eni strani piha nanj zunanji zrak, na drugi notranji in tako se vrača toplota, zračna tokova sta konstantna. Akumulacijsko maso kolesa najpogosteje predstavlja satovje iz toplotno do-

bro prevodne kovine, npr. iz aluminija, lahko pa tudi iz keramike ali drugega toplotno dobro prevodnega materiala. Toplotni izkoristki so tu običajno do 85 %. Čeprav jih ponudniki tržijo kot rekuperatorje, so to zaradi načina vračanja toplote dejansko regeneratori.



Način delovanja regeneracijev

Posebna oblika te rešitve je lokalni dvosmerni regeneratorski, ki ima mirujoč keramični vložek, skozi katerega piha okoli 40 sekund zrak z zunanje strani navznoter, potem pa se zračni tok obrne in skozenj piha notranji zrak iz stavbe. Tako se keramično telo hladi in ogreva ter vrača del toplote. Čeprav prodajalci trdijo, da je toplotni izkoristek nad 90 %, pa to velja le za prvih nekaj sekund, potem se sposobnost izmenjave toplote bistveno zmanjša, tako da je dejanski učinkovit toplotni izkoristek do 50 %. Ker pa te naprave v sistemu (ki ga kot nekako nasprotje centralnemu imenujejo tudi decentralni sistem) ne vračajo toplote sanitarnih prostorov in kuhinje, kjer moramo imeti konstanten odvod zraka, je sistemski izkoristek takega sistema običajno še precej manjši, okoli 20–30 %. V tujini imenujejo tak sistem tudi prezračevanje »push – pull«, kar pomeni dvosmerni tok zraka.

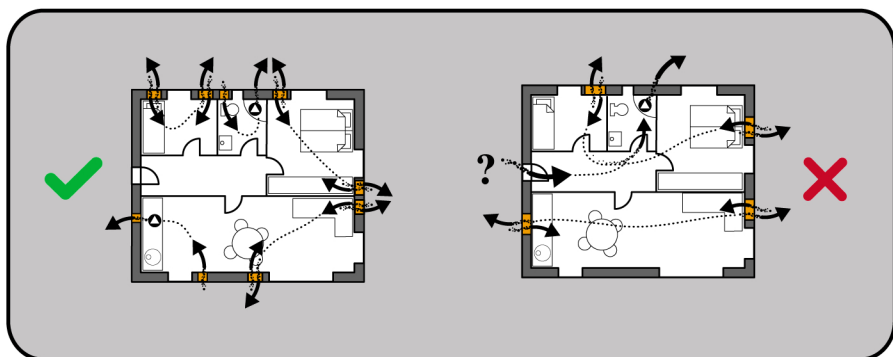


Dvosmerni regeneratorski: sestava

Pogosto so takšni sistemi tudi neustrezno projektirani, zaradi česar lahko prihaja tudi do izmenjave neprijetnih vonjav med prostori.

Na spodnji risbi desno je nepravilno zasnovan sistem, pri katerem se zrak iz ene sobe prenaša v drugo sobo, poleg tega pa slab zrak prehaja iz kuhinje v dnevno sobo in nasprotno.

Na spodnji risbi levo je pravilno projektiran decentralni prezračevalni sistem, ki zaradi narave proizvoda ne more upoštevati **osnovnega pravila prezračevanja**, kar je poleg tega, da ne vrača toplote iz sanitarnih prostorov in kuhinje, največja pomankljivost te rešitve.



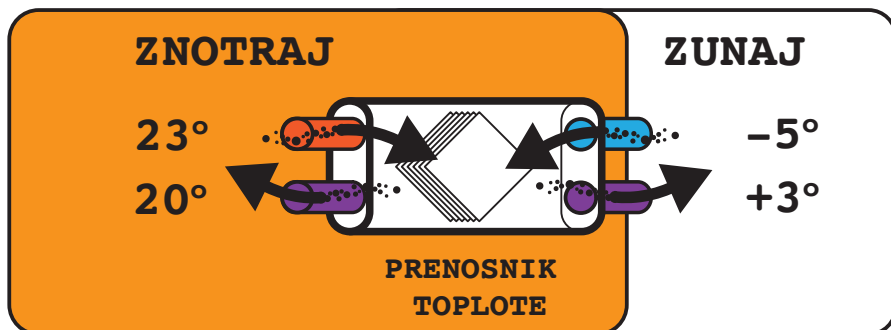
Levo pravilno, desno napačno zasnovan sistem z dvosmernimi regeneratorji (t. i. decentralni sistem)

Rekuperatorji

Ta izraz za prezračevalno napravo z vračanjem toplote se je že udomačil in predstavlja najbolj razširjeno rešitev v praksi.

Naprava ima dva ventilatorja: prvi potiska zunanji zrak v stavbo, drugi pa odvaja zrak iz stavbe. Delujeta hkrati in neprekinjeno. Med dovodnim in odvodnim zrakom je protitočni prenosnik toplote, ki je srce aparata. V njem se prenaša toplota iz enega v drugi zračni tok. Pozimi zunanji mrzel zrak prejme toploto notranjega odpadnega zraka, tako da se v prostore vpahuje le kako stopinjo ali dve hladnejši zrak, kot je v bivalnih prostorih. To je seveda zelo komfortno in po drugi strani tudi energijsko varčno, saj se skoraj vsa odpadna toplota iz zavrženega zraka prenese v svež zunanji zrak.

Shema delovanja rekuperatorja (regeneratorja) –
prezračevalne naprave z vračanjem toplote (in vlage):



Prenosniki toplote so različnih izvedb. Starejše izvedbe so iz kovinskih lamel ali papirja, novejše pa so skoraj vedno iz posebne toplotno dobro prevodne plastične mase. Najbolj znani so prenosniki z vzporednimi ploščami, najnovejši pa imajo presek v obliki šahovnice in zato veliko boljši toplotni izkoristek.

Rekuperator je lahko lokalne ali centralne izvedbe. Nekaj rešitev je na spodnjih slikah

centralni sistem prezračevanja z vračanjem
toplote in vlage





levo je lokalni rekuperator z dovodom in odvodom zraka v isti točki ter desno rekuperator, na katerega se lahko priključi cev za dovod ali odvod zraka v prostoru.

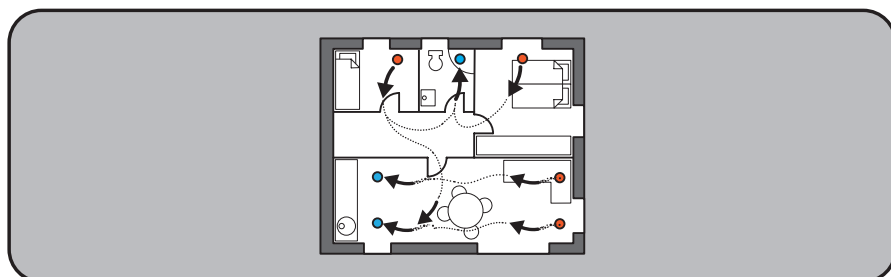
Lokalni rekuperatorji imajo v primerjavi s centralnim sistemom več pomanjkljivosti:

- Ne morejo upoštevati **osnovnega pravila prezračevanja**.
- Kazijo prostor; vsako napravo posebej moramo servisirati in menjati filtre.
- Montaža gradbeno ni bistveno manj zahtevna kot pri centralnem sistemu.
- Razen pri eni vrsti naprav (ki imajo možnost priklopa dovoda ali dovoda zraka s cevnim priključkom) rekuperacije odvodov iz sanitarnih prostorov in kuhinj ne moremo urediti.
- V nočnem času je problematična hrupnost naprav.
- Skupna cena je približno enaka centralnemu sistemu, toplotni izkoristek celotnega sistema in komfort pa sta bistveno slabša.

Lokalni rekuperatorji se najbolje izkažejo pri zračenju prostorov v času, ko prostorov pogosto ne uporabljamo (hiše za odmor ...). Poseben model, ki ima možnost priključka cevne povezave, se lahko uporabi za povezavo dveh prostorov, npr. dnevne sobe in kuhinje ali kopalnice ter spalnice.

Večinoma je bolj primeren, praktičen in uporaben centralni sistem prezračevanja, ki je uveljavljen pri novih, še posebej pri nizkoenergijskih in pasivnih stavbah. Potrebujemo eno samo centralno napravo in razvod cevi do vseh prostorov v hiši ali stanovanju.

Shematski potek prezračevanja z rekuperacijo



Zagotavljanje kakovosti notranjega zraka in delovanja sistema

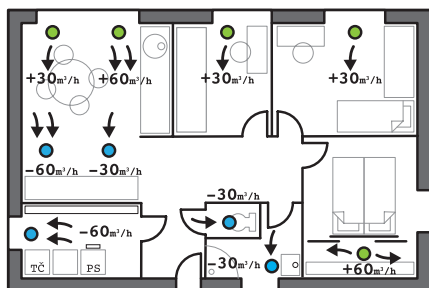
Najboljši sestavni deli napeljave in najboljši aparati ne zadoščajo za dobro delujoč prezračevalni sistem. Potrebni so pravilna zasnova, ki upošteva osnovno pravilo prezračevanja, strokovna izvedba in redno menjavanje filtrov. Zato je tak projekt smiselno zaupati preverjenemu ponudniku, ki je specializiran za to področje.

Glavne napake v praksi so naslednje:

- Pregosta mrežica na fasadnih rešetkah: ta se takoj zamaže, zavira pretok zraka.
- Nepravilna razporeditev dovodov in odvodov zraka v prostorih.
- Neustrezna izbira naprave (velikost, oblika, vračanje vlage, hrupnost ...).
- Prenizka količina odvoda zraka iz kuhinje.
- Dovodi ali odvodi po hodnikih in stopniščih.
- Neustrezne nastavitve naprave.
- Neredno menjavanje filtrov.

Dobra praksa temelji na naslednjih poudarkih:

- Upoštevanje osnovnih pravil prezračevanja.
- Sveži zrak se dovaja le v bivalne prostore (nad okni) in čim bolj daleč od vrat.
- Dovodi zraka so vsaj 50–60 cm oddaljeni od najbližje stene.
- Odvodi porabljenega oz. zavrženega zraka so le iz servisnih prostorov (kuhinja, kopalnica, WC, utiliti, shramba ...).
- Največje količine zavrženega zraka se odvajajo iz kuhinje.
- Posebna pozornost se nameni dušenju hrupa v ceveh, ki vodijo do spalnih prostorov.
- Fasadsna rešetka z okenci vsaj 10 x 10 mm je vgrajena tako, da kondenzat ne kaplja po fasadi (odkap ali izmaknjen zaključek iz fasade za 1–2 cm).
- Notranja vrata so spodrezana za 7–8 mm.
- Pravilna oblika elementov za dovod in odvod zraka.
- Redno menjavanje filtrov.
- Ustrezna nastavitvev in programiranje naprave.
- Tipke za občasno intenzivno prezračevanje (kuhinja, kopalnica, WC)



Ustrezno projektiran sistem mehanskega prezračevanja z rekuperacijo

Nove in obstoječe stavbe

Res je, da je v novih stavbah lažje izvesti prezračevalni sistem, saj je stavba v surovem stanju in nenaseljena. To velja za vse napeljave. Res je, da je izvajanje inštalacijskih del težje v obstoječih naseljenih stavbah, ki so v uporabi, kar pa velja za vsak poseg in prezračevanje ni izjema. Kateri koli sistem izberemo, bo v vsakem primeru nekaj dni otežena uporaba stanovanja ali hiše. Zato je priporočljivo izbrati najboljšo tehnično rešitev, ker gre za dolgoročno naložbo. Vedno se najde primerna rešitev za potek cevi: v fasadi ali po hodnikih, lahko pa se uporabijo tudi obstoječe vertikalne odprtine – predvsem za odvod zraka. Ker so rešitve z lokalnimi ali decentralnimi rekuperatorji skoraj enakega cenovnega razreda kot centralni sistem, so pa funkcionalno in tehnično slabša rešitev, se je vredno potruditi in predvideti centralni sistem z vračanjem toplote in vlage. Če to ni mogoče (cena, prostorske omejitve ...), je še vedno na voljo higrosenzibilni sistem, ki zagotavlja ustrezno sanitarno kakovost zraka in upoštevanje **osnovnih pravil prezračevanja**.

Torej moramo v obstoječih stavbah in stanovanjih na en ali drug način (higrosenzibilno ali z rekuperacijo) zagotoviti neprekinjeno mehansko prezračevanje, da v bivalnih prostorih zagotovimo ustrezne zdravstveno-higienske razmere, posledično pa tudi udobnejše prebivanje.

Kakovostne lastnosti rekuperatorjev

Pomembna lastnost rekuperatorjev je toplotni izkoristek, vendar je to le ena izmed petih lastnosti, po katerih lahko primerjamo posamezne izdelke.

Drugi pomemben podatek je **poraba električne energije** na enoto – m³/h zraka. Seveda je nižja poraba boljša kot višja. Dobre naprave porabijo le za okoli 15 EUR električne energije na letni ravni.

Naslednja pomembna lastnost je **hrupnost naprave**. Tu so razlike lahko zelo velike, zato nekateri predimenzionirajo njeno kapaciteto, da ta deluje na minimalnih pretokih in posledično ni preglasna. Še posebej je ta lastnost pomembna, ko je aparat vgrajen v bivalni etaži, npr. v večstanovanjskih objektih. Najboljše naprave so pri normalnem obratovalnem pretoku zraka (50 %) zelo tihe in povsem nemoteče za uporabnike. Glasen aparat bo imel za posledico, da ga bodo uporabniki naravnali na nižji oziroma prenizek pretok, katerega rezultat bo premajhna izmenjava zraka in zato slab zrak. Pomembno je, da imamo predvsem v nočnem času, ko zrak v sobah najbolj potrebujemo, hkrati tudi čim manjši hrup v vseh bivalnih prostorih.

Naslednja lastnost rekuperatorjev je **vračanje vlage** v zimskem času z entalpijskim prenosnikom toplote. Ta je v naših klimatskih pogojih nujen, saj je pozimi zrak presuh in je vračanje vlage, ki jo proizvedemo uporabniki z dihanjem, s kuhanjem, pranjem ..., zelo dobrodošlo in v povprečju lahko dvigne relativno vlažnost zraka za okoli 10 %. Poleti in v vmesnih obdobjih je vračanje vlage manj pogosto, ker je termodinamično stanje zraka pretežno manj ugodno, ni kondenzacije. Zato v tem

času za prekomerno vlago ne moremo kriviti rekuperatorja. Nekateri aparati imajo entalpijske prenosnike toplote narejene iz celuloze (papirja), torej iz organskih materialov, zato niso trajni in jih je treba na nekaj let menjati. Sodobni entalpijski prenosniki toplote so večinoma trajnejši in narejeni iz posebne plastike.

Pomembna je tudi **regulacija aparata**, s katero so omogočeni razni načini delovanja sistema. Dobra regulacija je do uporabnika prijazna, po možnosti v menijih v slovenskem jeziku. Najpogosteje oziroma vsakodnevno se uporabljajo tipke za časovno omejeno intenzivno prezračevanje, kar mora naprava omogočati. Tipke namestimo v kuhinji, kopalnici in v sanitarijah. Te tipke bomo uporabljali dnevno in se jih ne da avtomatizirati. Seveda lahko priključimo prezračevalno napravo tudi na integralni sistem krmiljenja hiše, vendar v tem ne vidim nobene dodane vrednosti, saj mora sistem delovati neprekinjeno na stopnji 2 ali pa po časovnem programu na stopnji 1, ko je stanovanje ali hiša nenaseljena. Intenzivno prezračevanje lahko vklopljamo le ročno, saj sistem ne more zaznati, kdaj je to potrebno. Regulacija sistema s senzorji za CO₂ je primerna predvsem za šole in vrtce ter za primere, pri katerih je uporaba prostorov kampanjska.

Toplotni izkoristek rekuperatorja (ne vrača vlage) oziroma regeneratorja (vrača tudi nekaj vlage)

Načinov oziroma merilnih standardov je veliko in se med seboj tudi zelo razlikujejo, zaradi česar so lahko tudi posamezne tehnične karakteristike za enako napravo precej različne. Najpogosteje nastopajo razlike pri navajanju stopnje izkoriščanja odpadne toplote, s čimer je določen učinek vgrajenih rekuperatorjev ali regeneraatorjev kot posledica testiranja oziroma uporabe različnih standardov. Ko izkoristke primerjamo med seboj po posameznih napravah, je treba določiti enake robne pogoje in enako metodo meritev. Za celotno področje sistemov ogrevanja, hlajenja, ventilacije in klimatizacije velja v Evropi certifikacija Eurovent in v ZDA Ashrae 84-1991. Pri manjših hišnih napravah se je uveljavila tudi metoda PHI (Pasiv House Inštituta), ki prikazuje efektivni toplotni izkoristek in ki se ga lahko uporabi tudi v izračunu PHPP, s katerim se dokazuje, da je stavba v pasivnem standardu. Izjave nekaterih ponudnikov o toplotnem izkoristku do določenega odstotka so prej kot ne zavajanje kupcev, saj navajajo le najvišjo vrednost pri posebnih nestandardnih pogojih. Merodajni so le tisti rezultati, ki so izmerjeni v standardnih okoliščinah.

Pomanjkljivost metode PHI je, da pri toplotnem izkoristku entalpijskih prenosnikov toplote (regeneraatorjev) ni upoštevano dejstvo, da ti prenosniki vračajo vlago, za kar je potrebna izparilna toplota za vrnjeno vlago. Zato imajo dejansko višji toplotni izkoristek od enako učinkovitega navadnega prenosnika toplote (rekuperatorja), saj nam brezplačno »kuhajo« vlago, ki jo poberejo iz kondenzata odpadnega zraka, česar pa meritve, ki so osredinjene le na prenos toplote, ne upoštevajo in pokažejo pri entalpijskih napravah slabši toplotni izkoristek, čeprav je dejansko višji.

Urnvananje temperature in vlage

Temperatura in relativna vlažnost zraka v veliki meri vplivata na ugodje v prostoru. Med 40 in 60 % relativne vlažnosti zraka, odvisno od temperature v prostoru, se počutimo najboljše. Pri večjih sistemih se zrak filtrira, po potrebi tudi vlaži ali suši pa tudi greje ali ohlaja. Takšni pripravi zraka pravimo popolna klimatizacija, katere rezultat je sorazmerno čist zrak s temperaturo in z relativno vlažnostjo v optimalnih okvirih.

Ljudje, ki imajo sistem rekuperacije v hiši, so občasno nezadovoljni, saj menijo, da bi rekuperacija lahko sama po sebi zagotavljala optimalne temperature in predvsem vlažnost. Temperatura zraka iz sistema z rekuperacijo je v primerjavi s temperaturo zunanjega zraka zelo ugodna, pozimi veliko višja in poleti nižja, kot je zunanja temperatura. Na temperaturo dovajanega zraka vpliva kakovost rekuperatorja, a tudi drugi pogoji, predvsem zunanja in notranja vlažnost zraka pa seveda temperaturi obeh zračnih tokov – pod pogojem, da sta v volumenskem ravnotežju. Pri dobrih napravah je npr. v zimskih pogojih temperaturna razlika med zrakom v prostoru in dovajanim zunanjim zrakom lahko le okoli 2 do 3 °C.

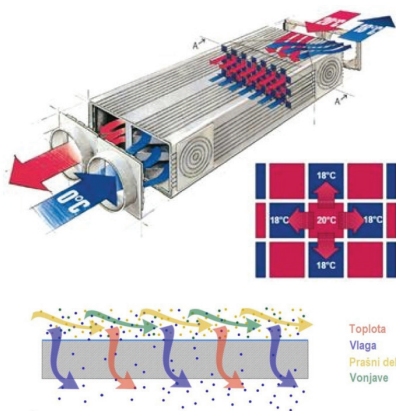
Dovajani zrak lahko centralno dogrejemo z vodnim ali električnim grelcem, lokalno pa lahko zrak dogrejemo z električnim grelcem v dovodnem elementu (difuzorju). V pasivnih hišah je to lahko edini način ogrevanja prostorov.

Poleti predstavlja problem preveč vlažen zrak. Takrat je vlažen zrak zunaj in znotraj stavbe in pri tem entalpijski (regeneratorski) prenosnik nič ne prispeva, saj v njem ne pride do pojava kondenzacije in se prenaša le toplota. V tem primeru se zrak lahko osuši z ventilatorskim hladilnim konvektorjem, v praksi pogosto strokovno netočno imenovanim kot »klimatska naprava«. Seveda lahko hladilnik zraka integriramo tudi v prezračevalni sistem, kar pa navadno ni najboljša rešitev. Pretoki zraka so namreč sorazmerno majhni, ker je zrak slab nosilec toplote (hladu). Odzivnost takšnega sistema je počasna, poleg tega pa se del hladu porabi tudi za hlajenje cevvodov. Takšna rešitev z vgradnjo hladilnika v sistem prezračevanja je sicer približno v cenovnem rangu vgradnje stenskega hladilnega konvektorja (klimatske naprave), vendar je ta veliko bolj energetsko učinkovit in hitro ohladi zrak ter zniža vlago v prostoru.

Pozimi lahko predstavlja težavo preveč suh zrak v prostorih. Ker je pogosto takrat zrak suh tudi zunaj, se ob vstopu v toplo notranjost segreje, ob tem pa se mu zaradi termodinamičnih zakonov zmanjša tudi relativna vlažnost. Popolnoma enako se dogaja tudi pri odpiranju oken. Gre torej za naraven pojav, pri čemer nimata prav ničesar niti prezračevalna naprava niti rekuperator. Entalpijski prenosniki toplote imajo to prednost, da okoli 60 % vlage, ki jo pozimi izgubljam o z odpadnim zrakom, vračajo nazaj v prostore, kar je velika ugodnost in velik prispevek k bolj zdravi notranji klimi. Izkušnje kažejo, da se z entalpijskimi prenosniki toplote pozimi relativna vlažnost zraka v prostorih poviša za 10–15 %. Vsekakor je to pomembna prednost v primerjavi z navadnimi prenosniki toplote. Če je kljub temu zrak pozimi preveč suh, uporabimo lokalne vlažilnike zraka ali centralni vlažilnik zraka.

Entalpijski prenosniki toplote prenašajo vonj tistih v zraku razpršenih delcev, ki so topni v vodi. Prevladujeta vonja čebule in pora, drugih vonjav pa ti prenosniki ne prenašajo.

Prezračevanje z uporabo sistemov rekuperacije ne predstavlja popolne klimatizacije zraka, zagotavlja pa zelo visok komfort uporabnikov in zelo učinkovito rabo energije. Vsekakor pa ima zagotavljanje zdrave notranje klime, ki jo takšen sistem zagotavlja, pred vsem naštetim pomembno prednost.

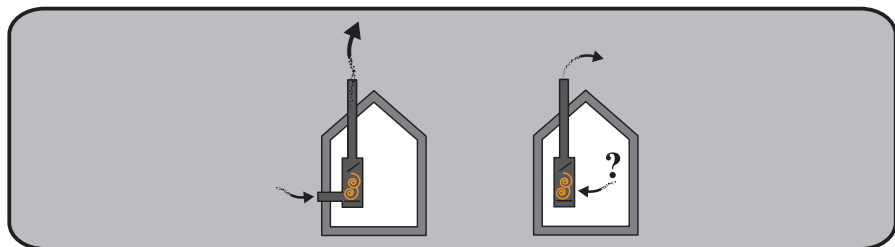


Sodobni prenosnik toplote in vlage je srce rekuperatorja

Kurišča in prezračevanje

Kurišča in prezračevalni sistem potrebujejo za delovanje zrak. Zrak za kurišče ne sme biti notranji zrak, ki je namenjen izključno dihanju uporabnikov. Torej so kurišča, ki zajemajo zrak za kurjenje iz bivalnih prostorov, neustrezna in lahko tudi smrtno nevarna, če hkrati ni odprto okno v prostoru, v katerem kurimo. Vsako kurišče mora imeti svoj lasten dovod zunanega zgorevalnega zraka, ki je namenjen izključno kurjenju. Zato morajo biti peči in kamini na drva opremljeni s posebnimi priključki za dovod zunanega zraka, kar večina sodobnih kurilnih naprav tudi ima. To je zelo pomembno in neupoštevanje tega priporočila je imelo za posledico že več tragičnih primerov.

Kurišče mora imeti lasten dovod zraka



Stroški in koristi

Pri večini večjih nakupov (hiša, avtomobil, TV ...) se ne sprašujemo, kdaj se nam bo nakup finančno povrnil, saj vse to kupujemo za to, da bi uporabljali, in se nam strošek vrača z zadovoljstvom ob uporabi vsega tega. Gotovo se nam bo hitro povrnil tudi vložek v prezračevalni sistem. Takoj bo zagotovil zdravo notranjo atmosfero v bivalnih prostorih, poleti bo izločil cvetni prah in delce PM10 v zimskem času. Preprečil bo prekomerno vlago in koncentracijo CO2 ter druge neugodne emisije v zraku. Že zaradi tega se nakup prezračevalnega sistema z rekuperacijo še kako in takoj izplača.

Druga ali celo prva lastnost, ki jo bomo najbolj občutili, bo izjemen komfort uporabnikov; ti se nikoli več ne bodo ukvarjali z odpiranjem in zapiranjem oken. Ne bo neprijetnih vdorov zunanjega zraka, hrupa, mrčesa ... Predvsem pa ne bo več skrbi v povezavi s prezračevanjem. Večina uporabnikov teh sistemov je prav zato najbolj navdušena nad centralno rekuperacijo in jih drugi učinki veliko manj zanimajo.

Sistem z vračanjem toplote bo privarčeval okoli dva do tri evre na vsak m2 bivalne površine letno na račun vračanja toplote. Če k temu prištejemo še subvencije Eko sklada, bo nakup sodobnega prezračevanja postal tudi ekonomičen – vložek se povrne v manj kot desetih letih.

Stroški so torej bistveno manjši kot trajne koristi, zato je treba pravi čas, torej ob gradnji novih stanovanj ali hiš, pomisliti na prezračevanje in razpeljati cevi. Če se tega lotimo pozneje, nam vse skupaj predstavlja veliko težji in dražji zalogaj.

Vzdrževanje in trajnost sistemov

Ventilatorji in rekuperatorji, ki so primerni za trajno mehansko prezračevanje, so narejeni tako, da lahko delujejo neprekinjeno. Izkušnje kažejo, da je to res tako in da se zelo redko kvarijo. Zato je skrb, da bodo naprave hitro dotrajane, nepotrebna. Seveda pa vsaka električna naprava slej ko prej odpove, zato je vse dražje naprave v stavbi za tak primer dobro imeti tudi zavarovane. Izkušnje kažejo, da je prek 15-letno obratovanje teh posebnih ventilatorjev povsem običajno. Menjava ventilatorjev ali elektronike, kar se edino lahko pokvari, je preprosta in predstavlja le manjši delež stroškov celotne naprave. Zato je naložba v kakovostne naprave smiselna in dolgoročno ekonomična.

Enako trajen je razvod cevi, po katerih se pretaka zrak. Ker ima naprava filtre za čiščenje zraka, so cevovodi čisti in njihovo čiščenje zaradi sanitarnih razlogov ni potrebno. Tudi če bi bila v ceveh kakšna umazanija (v vseh velikih sistemih po svetu je v prezračevalnih kanalih nekaj neželenih delcev), ta ne bi bila problematična, saj gre za suh material, ki za zdravje ni škodljiv. Problem bi lahko nastal, le če bi v ceveh imeli biološki material, vlago in toploto, česar pa v prezračevalnem sistemu ni. Zato je kljub mogočim oblogam zdravstveno popolnoma neoporečen. Prodajalci lokalnih prezračevalnih naprav velikokrat nekorektno navajajo, da je prezračevanje prek prezračevalnih kanalov problematično, a večinoma ne povedo, zakaj. Včasih pa navajajo tudi neresnične trditve.

NUDIMO VSE POTREBNE STORITVE ZA NAŠE STRANKE:

Zrak v paketu

- V zadnjem letu se je na nas obrnilo preko **700 lastnikov** hiš in stanovanj, ki so **želeli urediti prezračevanje, ogrevanje ali hlajenje** v svojem domu.
- **Hitro in brezplačno** smo jim naredili strokovno rešitev s popisom del in ponudbo.
- Skupaj smo realizirali in nudili podporo **več sto projektom**.
- Nezadovoljnih kupcev ne poznamo, **servis aparatov** pa uredimo **v istem ali naslednjem dnevu**.



DEMO SALON

SVETOVANJE

PRODAJA

MONTAŽA

Svetovni prvak med centralnimi napravami:

PAUL novus F300



Toplotni izkoristek: 93% (PHI) 99% (EN308)
121% (DIN4719) Poraba energije: 0,23Wh/
m³, hrup: 17 dB pri 150 m³/h in 21 dB pri
210 m³/h, upravljanje z zaslonom na dotik v
slovenskem jeziku

Svetovni prvak med lokalnimi napravami:

ComfoSpot 50



Najtišji aparat na trgu in edini z vračanjem
vlage (hrup: 25 dB, izkoristek: 82%, vračanje
vlage: 78%)!

 **E-NETSI**

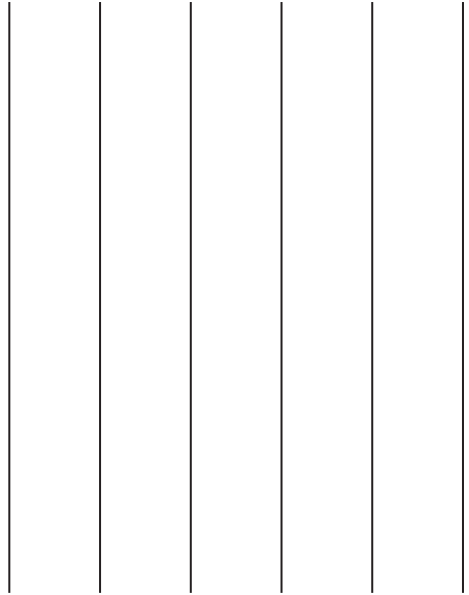
E-NETSI d.o.o., Šmartinska 58, 1000 Ljubljana,
tel: 04 1684 833, e-netsi@siol.net, www.prezracevanje.si

Smo uradni
prodajalec za
lokalne in centralne
prezračevalne
naprave z vračanjem
toplote in vlage:



PAUL

zehnder



Evropska Komisija
Sporočilo za javnost številka IP-03-1278

Na splošno velja, da nas stavbe varujejo pred najbolj neprijetnimi in nezdravimi zunanjimi pogoji ali onesnaževalci. V povprečju porabimo **85-90% časa** doma, v šoli, na delovnem mestu ali v prostem času.

Vendar pa zmanjšanje stopnje prezračevanja za omejitev porabe energije in obsežna uporaba novih gradbenih materialov sproščajo kemične snovi z neznanimi toksičnimi lastnostmi.

Danes je Skupni Raziskovalni Center predstavil vpogled v možne vzroke akutnih simptomov, kot so alergije, astma, draženje sluznice, glavoboli in utrujenost. Ocenjuje se, na primer, da do **20% prebivalstva** trpi zaradi astme in drugih alergijskih bolezni, ki jih povzročajo snovi, ki so običajno prisotne v zaprtih prostorih.