

ŠOLSKI CENTER CELJE
SREDNJA ŠOLA ZA GRADBENIŠTVO IN VAROVANJE OKOLJA
Pot na Lavo 22, 3000 Celje

MLADI ZA CELJE



RAZISKOVALNA NALOGA

PREZRAČEVANJE NAŠIH ZGRADB

Tematsko področje: GRADBENIŠTVO

Avtorici:

Barbara Škorjanc, 3. letnik
Klara Barbara Krajnc, 3. letnik

Mentorica:

Marjeta Petriček, univ. dipl. inž. arh.

Celje, 2014

1 KAZALO

1.1	KAZALO SLIK:	4
1.2	KAZALO GRAFOV	6
1.3	KAZALO TABEL	6
2	POVZETEK	7
3	UVOD	8
4	HIPOTEZA	9
5	KAKOVOST ZRAKA	10
5.1.1	Vonjave	10
5.1.2	Vlaga	11
5.1.3	Organske spojine	12
5.1.4	Mikroorganizmi	13
5.1.5	Radon	13
5.1.6	Ostali viri (cigaretni dim)	13
5.2	SESTAVA ZRAKA	15
	Dihanje (respiracija)	17
5.3	ZDRAVSTVENI VIDIK KAKOVOSTI ZRAKA	17
5.4	ZAZNAVANJE KAKOVOSTI ZRAKA	18
6	PREZRAČEVANJE	21
6.1	NARAVNO PREZRAČEVANJE PROSTOROV	21
6.2	KANALSKO PREZRAČEVANJE PROSTOROV	24
6.3	PRISILNO PREZRAČEVANJE	25
6.4	PREZRAČEVANJE STARIH STAVB	26
6.5	PREZRAČEVANJE NOVOGRADENJ	27
6.5.1	CENTRALNI PREZRAČEVALNI SISTEM	27
6.5.2	LOKALNI PREZRAČEVALNI SISTEM	28
6.6	PREZRAČEVANJE V ŠOLAH IN VRTCIH	29
7	PREZRAČEVANJE PASIVNIH HIŠ	30
7.1	PREZRAČEVALNA NAPRAVA ZA OGREVANJE PROSTOROV V PASIVNI HIŠI	32
7.2	SESTAVNI DELI PREZRAČEVALNE NAPRAVE	36
7.2.1	KANALI	37
7.2.2	SESANJE ZRAKA IN FILTRI	37
7.2.3	DUŠILEC ZVOKA	38
7.2.4	NAPRAVE ZA KROŽENJE ZRAKA IN PRIPRAVA ZRAKA	38

7.3	IZMENJAVA TOPLOTE ZEMLJE	39
8	TALNO OGREVANJE IN HLAJENJE Z ISTOČASNIM PREZRAČEVANJEM	40
9	PREVERJANJE ZRAKOTESNOSTI V PROSTORU	42
	ANEMOMETER.....	42
10	KLIMATIZACIJA	43
10.1	VRSTE KLIMATSKIH NAPRAV:	44
11	ENERGETSKE IZGUBE PRI PREZRAČEVANJU	46
12	OKNA	47
13	LOGIČNE HIŠE	49
13.1	INTERVIJU S ČRTOMIRJEM REBERŠAKOM	50
14	KAJ MORAMO TOREJ STORITI, DA BO KVALITETA ZRAKA PROSTORU UGODNA ZA NAŠE POČUTJE?	52
15	ZAKLJUČEK	53
16	VIRI IN LITERATURA	54
17	ZAHVALA	55

1.1 KAZALO SLIK:

Slika 1: stara stavba	8
Slika 2: nova stavba	8
Slika 3: lesene deske	10
Slika 4: prah pred oknom	10
Slika 5: nos	11
Slika 6: vonjave	11
Slika 7: plesen v kotu	12
Slika 8: posledica vlage pri oknu	12
Slika 9: organske spojine	12
Slika 10: pogled na ulico	14
Slika 11: pisana hiša	14
Slika 12: mačka pred oknom	15
Slika 13: odprto okno	15
Slika 14: pljuča	16
Slika 15: dihanje	16
Slika 16: kisik pod vodo	17
Slika 17: nebo	17
Slika 18: zgradba nosu	18
Slika 19: nos	18
Slika 20: tipične koncentracije CO ₂ in vpliv ljudi	19
Slika 21: možgani	19
Slika 22: utrujenost	19
Slika 23: kuhinja	20
Slika 24: dnevna soba	20
Slika 28: Zračenje z odprtim oknom (1-5 minut)	21
Slika 29: Zračenje z odprtim oknom (5-10 minut)	21
Slika 30: Zračenje s »skipanim« oknom in odprtimi vrati (15-30 minut)	22
Slika 31: Zračenje z priprtim oknom (10-15 minut)	22
Slika 32: Zračenje s »skipanim« oknom (30-60 minut)	22
Slika 33: odprto okno	22
Slika 34: kanalsko prezračevanje	24
Slika 36: cevi v tleh pred vgradnjo estriha	25
Slika 35: cevi za prezračevanje pod stropom	25
Slika 37: hiša v gozdu	26
Slika 38: stara zgradba	26
Slika 39: okno v stari stavbi	27
Slika 40: hodnik v stari stavbi	27
Slika 41: kondenz na steklu	27
Slika 42: prikaz rekuperacije v zgradbi	28
Slika 43: prikaz prezračevanja	28

Slika 44: deli lokalnega prezračevalnega sistema	29
Slika 26: učiteljica pri oknu	30
Slika 25: učenci.....	30
Slika 27: učilnica	30
Slika 45: izmenjevalnik toplote.....	30
Slika 46: shema cevi za prezračevanje.....	31
Slika 47: montiranje	32
Slika 48: cevi za prezračevanje.....	32
Slika 49: cevi pod stropom.....	32
Slika 50: shema prezračevanja za 120 m2 stan. površine	33
Slika 51: pripomočki za izvedbo	34
Slika 52: pripomočki za izvedbo	34
Slika 62: izvedba zemeljskega kolektorja	39
Slika 63: ogrevanje/hlajenje in prezračevanje z enim sistemom.....	40
Slika 64: Način prezračevanja prostorov	41
Slika 66: nameščanje merilnih instrumentov.....	42
Slika 65: ventilator Blower door	42
Slika 69: anemometer.....	43
Slika 67: anemometer.....	43
Slika 68: anemometer.....	43
Slika 72: klima	44
Slika 73: prenosna klima	44
Slika 74: okenska klimatska naprava	45
Slika 75: klimatska naprava brez zunanje enote	45
Slika 82: okenski profil gecco.....	48
Slika 81: sistem prezračevanja skozi okenski profil	48
Slika 85: kanal za prezračevanje	48
Slika 84: odvod in dovod zraka	48
Slika 53: nadstreški in ute	49
Slika 54: hiša PUVA	49
Slika 55: hiša SIRČEK	49
Slika 56: hiša UTRGAN KOZOUČ	49
Slika 57: hiša UDOBNI TIGER	49
Slika 58: hiša FLORA.....	49
Slika 59: Gospod Črtomir Reberšak	50
Slika 60: ogled PUVÉ.....	50
Slika 61: zunanost PUVÉ	50
Slika 70: življenje ob oknu	52
Slika 71: dekle pri oknu	52

1.2 KAZALO GRAFOV

Graf 1: sestava zraka.....	15
Graf 2: toplotne izgube	47

1.3 KAZALO TABEL

Tabela 1: Število izmenjav zraka pri naravnem prezračevanju.....	22
Tabela 2: Izmenjava zraka pri različnih stopnjah prezračevanja	23
Tabela 3: Izguba toplote z prezračevanjem (Vir: Bine Informationsdienst)	23

2 POVZETEK

Naše hiše so naše zavetje, v njih si ustvarjamo najprimernejšo klimo za življenje. Eden najpomembnejših pogojev je popolnoma neviden. To je svež zrak v prostorih. Vpliva na dobro počutje in zdravje prebivalcev. Se tega dovolj zavedamo? Stare zgradbe so se zračile naravno in samodejno skozi netesnosti v ovoju zgradbe, skozi okna in vrata. V skrbi za čim manjšo porabo energije za ogrevanje pa smo zgradbe zatesnili in sedaj jih prezračujemo nadzorovano skozi napeljave in izmenjevalnike toplote. V želji po večjem bivalnem ugodju prostore poleti hladimo. V veliki meri smo v sodobni gradnji odvisni od prezračevalnih naprav. Preučili smo različne načine prezračevanja in prišli do zaključka: danes imamo lahko v zgradbah kvaliteten zrak in hkrati varčujemo z energijo.

3 UVOD

Za to nalogo sva se odločili zaradi nadgraditve znanja o sistemu prezračevanja prostorov, ki ga pridobimo pri predmetu stavbarstvo v tretjem letniku smeri gradbeni teknik. Kljub majhnemu zavedanju kvalitetno ali slabo prezračevanje prostora močno vpliva na človekovo počutje in zdravje. Ideja se nama je porodila ob ogledu nizkoenergijske hiše v okolici Žalca. Hišo smo si ogledali v fazi, ko snopi prezračevalnih cevi pod stropom še niso bili prekriti s plafonom. Kakšno drobovje! In na koncu rekuperator, za zmanjšanje izgub. Zavedli sva se, da kvaliteta zraka v prostorih ni nekaj samoumevnega, samodejnega. V naših zgradbah je potrebno zagotoviti stalen in nadzorovan vstop svežega zraka in izstop slabega zraka in pri tem čim bolj zmanjšati toplotne izgube. Dobro prezračevanje pripomore k dobremu počutju in bivalnemu ugodju ter vpliva tudi na naše zdravje. Zato moramo pri gradnji posvetiti pozornost tudi izbiri vrste prezračevanja. Dandanes lahko na trgu najdemo mnogo raznih prezračevalnih naprav, na spletu pa nešteto nasvetov v zvezi s tem. Zato se je pred izbiro dobro posvetovati s strokovnjakom in tako izbrati najprimernejši prezračevalni sistem za naše potrebe in bivalne razmere.



Slika 1: stara stavba



Slika 2: nova stavba

4 HIPOTEZA

- Dobro prezračevanje prostorov je eden bistvenih pogojev za dobro počutje v prostoru.
- Prezračevanje prostorov povzroča precejšnje toplotne izgube v stavbah.
- Stare zgradbe prezračujemo z naravnim prezračevanjem.
- Prezračevanje novih zrakotesnih stavb se ne vrši več po naravni poti.
- Ljudje se premalo zavedamo nujnosti zagotavljanja svežega zraka v prostorih.

5 KAKOVOST ZRAKA

Ugodno počutje in sposobnost koncentracije za delo v prostoru, pa naj bo to bivalni ali delovni prostor, sta odvisna od vrste dejavnikov, kot so temperature zraka in obodnih površin, osvetljenost, gibanje zraka, hrup in podobno, med njimi pa je eden najpomembnejših dejavnikov kakovost zraka. V zraku mora biti zadosten delež kisika, primerna zračna vlaga, nemoteča količina vonjav in tako majhna količina zdravju škodljivih snovi, da naše zdravje ni ogroženo.

Primerno kakovost zraka dosežemo z zračenjem, ki je potrebno predvsem zaradi odstranjevanja škodljivih snovi in različnih vonjav. Škodljive primesi v zraku nastajajo v stanovanjih na dveh nivojih:

- iz snovi, ki so v prostoru, torej zaradi izhlapevanja različnih zaščitnih premazov lesa, lakov in barv, naravnega plina radona, mikroorganizmov, prahu,
- zaradi bivanja človeka v prostoru, ki oddaja različne vonjave in vlago, kuha in pripravlja hrano, se kopa, kadi, goji rože, ki oddajajo dodatno vlago itd.



Slika 3: lesene deske



Slika 4: prah pred oknom

5.1.1 Vonjave

Najbolj obremenjujejo zrak različne vonjave, ki jih oddaja človek, ki biva v prostorih. Za ocenjevanje kakovosti zraka sta v novejšem času poznani dve enoti za ugotavljanje občutene onesnaženosti zraka v prostoru: olf in decipol. Prva podaja nivo izvora onesnaževalca, druga pa vrednoti občuteno onesnaženje zraka. Pri obeh metodah večja skupina ljudi z vohanjem zaznava stopnjo onesnaženosti v primerjavi z onesnaženostjo, ki jo povzroča ena "standardna oseba". Za vsakdanjo uporabo pa zadošča ugotovitev, da se s

Številom ljudi v prostoru povečuje tudi koncentracija vonjav, ki raste približno v enakem razmerju s koncentracijo ogljikovega dioksida. Vrednost za maksimalno dopustno koncentracijo CO₂ je 0,1% in predstavlja dovolj natančno mero za spremljanje koncentracije vonjav v prostoru. Da bi to vrednost v prostoru dosegli, je potrebno zagotoviti 25 m³/h na osebo svežega zraka. To pomeni, da bi v prostoru površine 20 m² in višine 2,5 m morali zamenjati polovico zraka, če je v prostoru 1 oseba ali število izmenjav je 0,5 na uro. Če bi bilo v tem prostoru 6 oseb bi morali zamenjati zrak 3 krat na uro ali $n = 3 \text{ h}^{-1}$.



Slika 5: nos



Slika 6: vonjave

5.1.2 Vlaga

Glavni viri vlage oziroma vodne pare v zraku so:

- osebe, ki oddajajo vlago v zrak z dihanjem in hlapijenjem vlage s površine kože,
- vlaga, ki se sprošča pri kuhanju, kopanju, pranju, pomivanju posode,
- vlaga, ki jo v prostor vnašajo rože in okrasno rastlinje.

Relativna vlaga prostorov naj bi se gibala v mejah med 35 in 80%. Nižja zračna vlaga pomeni "suh zrak", ki lahko vsebuje tudi večjo količino prahu, kar povzroča obolenja dihal in različne prehladne bolezni. Preveč vlage v zraku pa pomeni "soparno klimo" in kjer se vlaga lahko izloča na hladnih površinah notranjih zidov, kar ima za posledico nastanek kondenzata in različnih plesni.



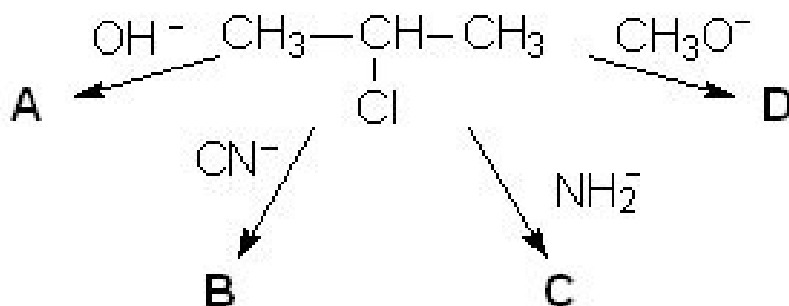
Slika 7: plesen v kotu



Slika 8: posledica vlage pri oknu

5.1.3 Organske spojine

V stanovanje vnašamo različne snovi, ki vsebujejo organske spojine, ki se še dolga leta izločajo iz različnih barv, lakov, zaščitnih premazov za les, lepil, smol in drugih. Najpogostejši onesnaževalec je formaldehid, ki se izloča iz različnih vezanih plošč in lakov, nato pa še pentaclorfenol (različne lesne zaščite), različni benzoli (barve, lepila, laki), akrilati (barve, laki), vinilkloridi iz plastičnih materialov in še mnogi drugi. Da očistimo zrak teh spojin, je potrebno zadostno zračenje prostorov daljše časovno obdobje, posebej pri novih stanovanjih, ko kupimo novo pohištvo, barvamo stanovanjske prostore, lakiramo parket, polagamo nove talne obloge itd.



Slika 9: organske spojine

5.1.4 Mikroorganizmi

Zrak v bivalnih prostorih vsebuje tudi različne bakterije, viruse in druge mikroorganizme, ki lahko ob ugodnih pogojih, posebej povišani relativni vlagi, povzročajo razne bolezni.

5.1.5 Radon

V zadnjem času se precej govori tudi o radonu. Radon je naravni žlahtni plin, ki nastaja ob naravnem razpadanju radioaktivnih snovi, ki so v različnih koncentracijah prisotne v kamninah v zemlji. V stavbe prodira predvsem iz tal, v manjši količini pa tudi iz gradbenih materialov kot so naravni kamen, glina, opeka, mavec itd. V človeško telo prodira skozi dihalne poti, kjer se nalaga v pljučih. Pri nadaljnjem radioaktivnem razpadu radona nastajajo delci α , ki imajo sicer kratek doseg, vendar veliko energijo in s tem veliko možnost poškodb v tkivu, ki lahko vodijo do rakavih sprememb v pljučih. Kako visoke so koncentracije radona v prostorih je mogoče ugotoviti samo z ustreznimi meritvami. Za zmanjševanje običajne naravne koncentracije radona v bivalnih prostorih zadostuje redno zračenje prostorov. Če pa je koncentracija radona povečana, moramo zagotoviti tesnjenje predvsem kletnih prostorov in izvesti prisilno prezračevanje.

5.1.6 Ostali viri (cigaretni dim)

Med največje onesnaževalce spada gotovo cigaretni dim. Za prostore kjer bivajo kadilci je potrebno količino svežega zraka povečati na 30 m³/h na osebo oziroma zagotoviti ustrezno večjo izmenjavo zraka. Stanovanja, kjer prebivajo kadilci, porabijo zaradi intenzivnejšega zračenja tudi do 30% več toplotne energije za ogrevanje pozimi, kot stanovanja z nekadilci.

Zagotavljanje kakovosti zraka ni pomembno samo z vidika ugodja v prostoru, temveč je tudi dejavnik, ki vpliva na zdravje ljudi. Tudi varčevanje z energijo in sodobna gradnja zrakotesnih stavb lahko povzročita nezadostno prezračevanje in slabo kakovost zraka, ki vodi do slabega počutja in povečane obolevnosti ljudi. Vpliv kakovosti zraka na ljudi in njegovo izražanje lahko razdelimo na dve kategoriji:

- **SINDROM BOLNIH STAVB:**

Sindrom predstavlja pojav neugodja in nespecifičnih zdravstvenih problemov, kot so npr. slabo počutje, glavobol, suho grlo, dražeča sluznica, problem koncentracije v času zadrževanja v takem prostoru. Po odhodu iz stavbe ali objekta simptomi teh problemov postopoma

izginejo. Točnega vzroka za te pojave ne moremo ugotoviti, so pa brez dvoma povezani z zadrževanjem v prostoru/stavbi. Daljša časovna izpostavljenost v takem prostoru/stavbi lahko povzroči tudi nekatera resnejša obolenja, kot so npr bakterijska obolenja, obolenja dihal in dihalnih poti, težave s sinusi, alergije...

- **BOLEZNI POVEZANE Z BIVANJEM V STAVBI:**

Simptome bolezni je mogoče s kliničnimi in strokovnimi preiskavami prepoznati in neposredno povezati z dejavnikom ki onesnažuje zrak v stavbi ali s točno določenim virom onesnažil. Te bolezni imajo lahko dolgo simptomatsko obdobje.

Kakovost zraka v prostoru mora izpolnjevati dve osnovni zahtevi:

1. Zrak ne sme vplivati na zdravje ljudi.
2. Ljudje naj zaznavajo zrak kot kakovosten, svež in prijeten.



Slika 10: pogled na ulico



Slika 11: pisana hiša

Pri tem obstajajo velike individualne razlike med posamezniki in njihovimi zahtevami in standardi. Nekateri preživijo večino časa v istem prostoru; lahko so zelo občutljivi in imajo velike zahteve glede kakovosti zraka, ki ga dihajo, lahko pa tudi ne.

Kadar kakovost zraka v prostoru ni konstantna, nanjo vplivajo:

- spremembe v delovanju sistemov v stavbi,
- aktivnost prebivalcev oz. delavcev, obiskovalcev,...
- stanje zraka v okolici stavbe.

Kakovost zraka lahko nadzorujemo:

- z nadzorom vira onesnaževanja,
- s prezračevanjem.

Zahteve za prezračevanje so določene z vplivom onesnažil na zdravje ljudi in z zaznavanjem kakovosti zraka; za načrtovanje prezračevanja upoštevamo najvišjo od obeh vrednosti in zahtevano največjo dopustno koncentracijo dejavnika onesnaževanja (onesnažila) v zraku.



Slika 13: odprto okno



Slika 12: mačka pred oknom

5.2 SESTAVA ZRAKA



Graf 1: sestava zraka

Zrak je sestavljen iz:

- 78,084 % dušika
- 20,947 % kisika
- 0,934 % argona
- 0,033 % ogljikovega dioksida

Poleg tega lahko v sestavi zraka najdemo tudi zelo majhne količine:

- neona,
- helija,
- kriptona,
- žveplovega dioksida,
- metana,
- vodika,
- dušikovega oksida,
- ksenona,
- ozona,
- dušikovega dioksida,
- joda,
- ogljikovega oksida,
- amonijaka,
- vodnih hlapov.

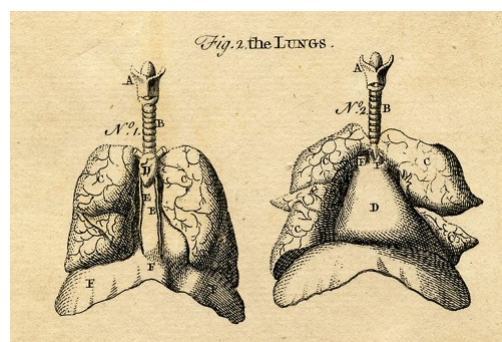
Zrak vsebuje tudi od 0 do 7 % vodne pare in manj kot 1 % ogljikovega dioksida. Sestava zraka pa je odvisna tudi od višine, s katero se spreminja. Višje kot smo, redkejši je zrak.

Zrak je neviden; je prozoren, brez barve, nima okusa in nima vonja.

Zrak je eden najpomembnejših pogojev, ki jih človek potrebuje za delovanje. Za dihanje potrebujemo kisik, ki ga vsebuje zrak. Izdihani zrak se razlikuje od vdihanega, saj organizem porabi kisik.



Slika 15: dihanje



Slika 14: pljuča

Dihanje (respiracija)

Dihanje je dovod kisika v telo in izločanje ogljikovega dioksida iz telesa. Je prehod plinov iz območja z višjo v območje z nižjo koncentracijo skozi polprepustno membrano. Namen dihanja je izmenjava plinov med zrakom in krvjo v pljučih. Poznamo dve fazi pri dihanju:

- vdih: vsesavanje zraka v pljuča (inspiririj),
- izdih: iztiskanje zraka iz pljuč (ekspiririj).

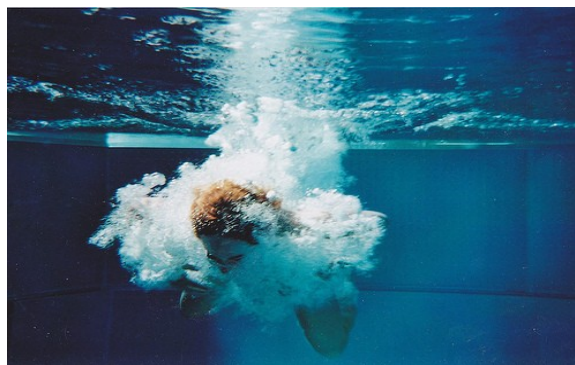
5.3 ZDRAVSTVENI VIDIK KAKOVOSTI ZRAKA

Izpostavljenost onesnažila v zraku lahko predstavlja določeno tveganje za zdravje. Nezaželeni učinki zajemajo različna obolenja ali dolgotrajne škodljive zdravstvene učinke. Lahko se pojavijo tudi drugi škodljivi učinki kot so npr. okvare čutila za vonj ali stalna prisotnost motečih vonjav, ki vplivajo na počutje. Da bi omejili tveganje za zdravje, merimo prisotnost kemikalij v zraku, določene so njihove najvišje dovoljene koncentracije in časovno izpostavljenost.

Te vrednosti so določene predvsem za industrijske prostore. V pisarnah in podobnih prostorih je izpostavljenost delovnih mest glede posameznih onesnažil po navadi precej nižja kot v industrijskih objektih, vendar je značilen širok spekter različnih spojin onesnažil pri nizkih koncentracijah. To velja tudi za stanovanja, kjer ljudje preživimo več časa kot na delovnem mestu oz. kjer se zadržujejo tudi dovzetne osebe (otroci, starejši,...). V primeru večjega števila onesnažil je težko oceniti njihov skupni vpliv na ljudi. Zato je najprimernejša metoda za zagotavljanje kakovosti zraka predvsem nadzor nad virom onesnaževanja. To lahko dosežemo z njegovo odstranitvijo ali zamenjavo, izolacijo in lokalnim prezračevanjem.



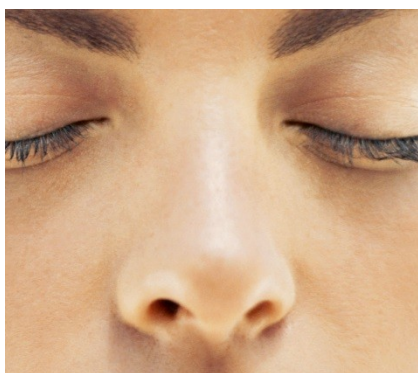
Slika 17: nebo



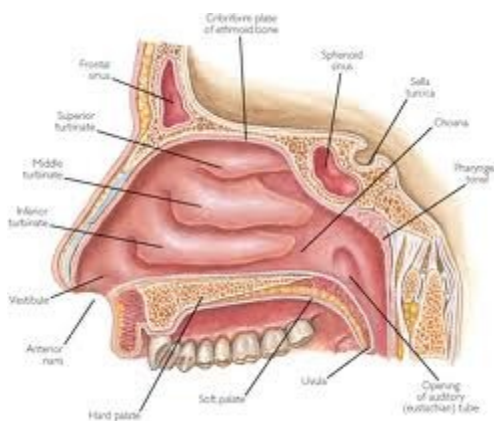
Slika 16: kisik pod vodo

5.4 ZAZNAVANJE KAKOVOSTI ZRAKA

Ljudje zaznavamo kakovost zraka z dvema vrstama čutil. Čutila za zaznavanje vonjav se nahajajo v nosni votlini in se odzivajo na več sto tisoč vonjav v zraku. Čutila za splošni kemični občutek kakovosti zraka so v sluznici nosu in oči, ki so občutljiva za podobno veliko število dražečih snovi v zraku. Skupni odzivi obeh vrst čutil določajo občutek kakovosti zraka: svež in prijeten, iztrošen, zatohel ali dražeč.



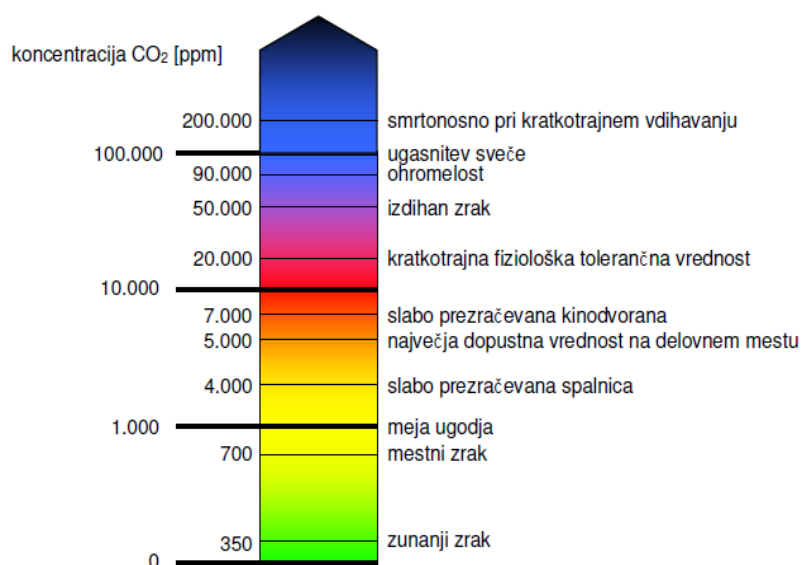
Slika 19: nos



Slika 18: zgradba nosu

Zaznavanje vonjav je subjektivno in je zato težko določiti ustrezne meje sprejemljivosti. Zaznavno kakovost zraka lahko izrazimo kot odstotek nezadovoljnih, to je odstotek ljudi, ki ocenjujejo kakovost zraka v prostoru kot nesprejemljivo. Večino organskih primesi v zraku zaznavamo z vonjanjem, medtem ko zaznavamo prisotnost majhnega števila anorganskih snovi.

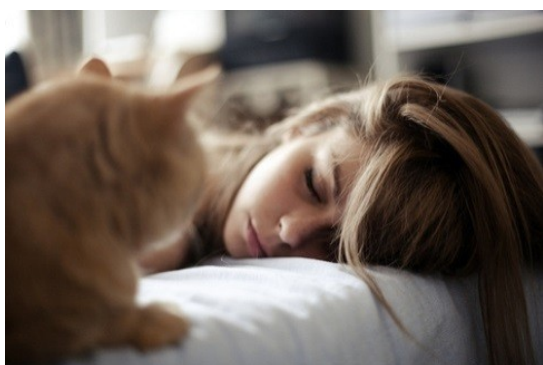
Zato subjektivno ocenjevanje kakovosti zraka z zaznavanjem vonjav ne vključuje vseh onesnažil. Nekaterih zdravju škodljivih snovi, npr. ogljikovega monoksida in radona ne zaznamo, tudi če so prisotni v visokih koncentracijah. V prostorih, kjer se zadržujejo ljudje, le ti oddajajo tudi vonjave, ki obremenjujejo zrak. Za vsakdanjo uporabo zadošča ugotovitev, da se s številom ljudi v prostoru povečuje tudi koncentracija vonjav, ki raste približno v sorazmerju s koncentracijo ogljikovega dioksida. Običajna koncentracija ogljikovega dioksida v zraku je 0,04%, pri višjih koncentracijah pa že govorimo o slabem zraku. Najvišja dovoljena koncentracija ogljikovega dioksida v zraku je 0,14% in predstavlja dovolj natančno mero za spremljanje koncentracije vonjav v prostoru.



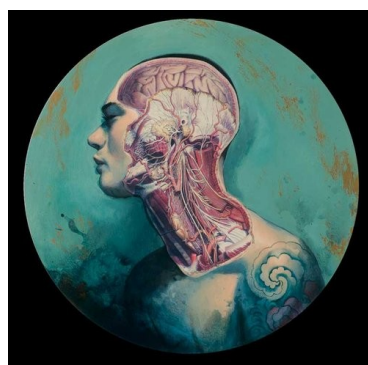
Slika 20: tipične koncentracije CO₂ in vpliv ljudi

Morda se ne zavedamo v zadostni meri, kako močan vpliv ima na naše počutje in zdravje dober zrak v prostoru. Če prostorov ne prezračujemo redno in skrbimo za potreben vstop dobrega in izstop slabega zraka, se lahko pojavijo pri posamezniku znaki kot so:

- slabost,
- glavobol,
- težko dihanje,
- nenadzorovana zaspanost, utrujenost,
- težje razmišljanje.



Slika 22: utrujenost



Slika 21: možgani

V tem primeru je potrebno posamezniku hitro zagotoviti dostop do svežega, hladnega zraka. Zato so dobri prezračevalni sistemi zelo zaželeni in potrebni zlasti v javnih prostorih (pisarne, kabineti, računalniške učilnice, knjižnice,

šolske učilnice, otroške igralnice v vrtcih, telovadnice,...). Najmanjši dovod svežega zraka v kubičnih metrih na osebo na uro znaša:

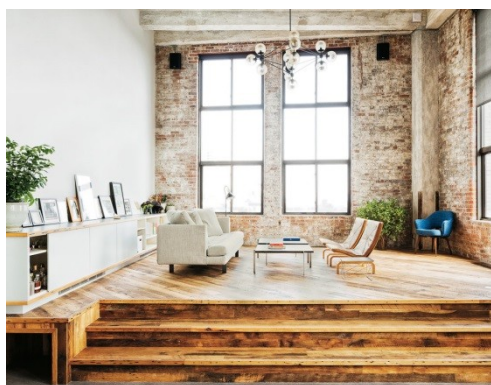
- 20 m³/h - kinodvorane, plesne dvorane, čitalnice, sejenski prostori, trgovine, muzeji, telovadnice in športne dvorane.
- 30 m³/h - pisarne, kantine, konferenčni prostori, prostori za oddih in odmor, hotelske sobe
- 40 m³/h - gostilniški prostori
- 50 m³/h – veliki pisarniški prostori, učilnice, igralnice.

S tem namenom v starejših šolah, vrtcih, pisarnah..., ki nimajo dobro urejenega prezračevalnega sistema, med odmori oz. v določenem časovnem razponu odpremo okna in omogočimo dostop svežega zraka v prostor, na klasičen način, da lahko ljudje delujemo bolj produktivno in učinkovito. Študije so pokazale, da svež zrak v prostoru blagodejno in pomirjujoče vpliva na človeka. Zato se ljudje v slabo prezračenih, plesnivih prostorih ne počutijo dobro. Pokazale so tudi, da se ljudje bolje počutimo kadar spimo v hladnejših prostorih, saj hladen zrak deluje blagodejno na telo spečega človeka. Zaradi tega je priporočljivo spalnice obrniti na severovzhod, saj iz te smeri sonce ne sije tako močno kot na južni strani, kajti njegovi žarki pripomorejo k hitrejšemu segrevanju prostora.

Naj naštejemo nekaj vrednosti za potrebno število izmenjav zraka za nekatere onesnaževanju najbolj izpostavljene prostore v stanovanjih in hišah:

- stranišče: 4 do 5-krat na uro,
- kopalnica: 5 do 8-krat na uro,
- kuhinja (odvisno od št. aparatov): 15 do 25-krat na uro,
- garderoba: 3 do 6-krat na uro.

Seveda pa ob zagotavljanju svežega zraka ne smemo pozabiti na ohranitev primerne temperature v prostoru in skrbeti za človekovo toplotno ugodje.



Slika 24: dnevna soba



Slika 23: kuhinja

6 PREZRAČEVANJE

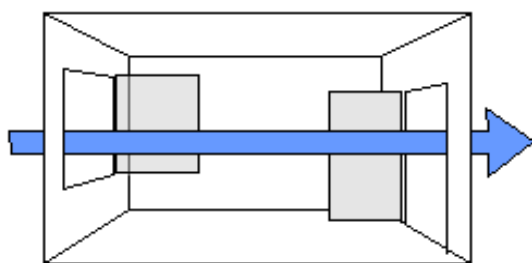
NAČINI PREZRAČEVANJA PROSTOROV

Razlikujemo :

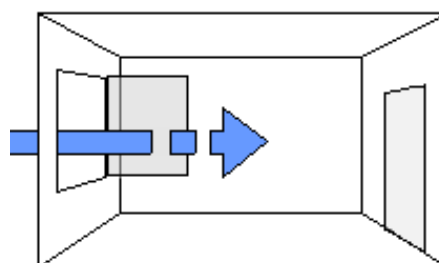
- NARAVNO PREZRAČEVANJE,
- KANALSKO PREZRAČEVANJE,
- PRISILNO PREZRAČEVANJE.

6.1 NARAVNO PREZRAČEVANJE PROSTOROV

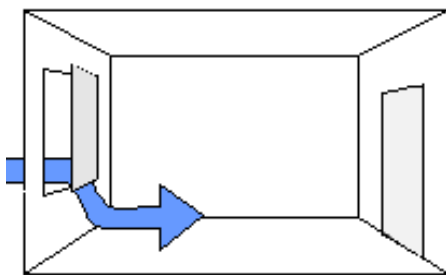
Najbolj klasična metoda naravnega prezračevanja je odpiranje oken. Pri tem ločimo dolgotrajno zračenje in kratkotrajno zračenje. Kot dolgotrajno zračenje ali tudi zračenje s priprtimi okni, lahko označimo odpiranje oken z zvrčanjem v pol vertikalni položaj (»oberlift« ali »vznak«), ki ostanejo priprta večino dneva ali noči. S tem načinom omogočimo 1 do 4 kratno izmenjavo zraka v prostoru. Tak način predstavlja v hladnih dneh tudi veliko izgubo toplotne energije potrebne za ogrevanje. Zaradi hladnejšega in manj vlažnega zraka se v prostoru hitreje znižuje relativna vlaga zraka in pospešuje gibanje prahu. Ohlajujejo pa se tudi površine v neposredni okolici okna. Veliko primernejše je kratkotrajno in intenzivno zračenje prostorov z odpiranjem oken. V enakomernih časovnih intervalih (npr. vsake tri ure) odpremo za kratek čas (5 –10 minut) okna na stežaj. V tem času znaša izmenjava zraka med 9 in 15 h-1 kar pomeni da se celotna količina zraka zamenja v 4 - 8 minutah. Na spodnjih slikah so prikazani časi in načini zračenja za primer, ko želimo celoten zrak v prostoru zamenjati enkrat.



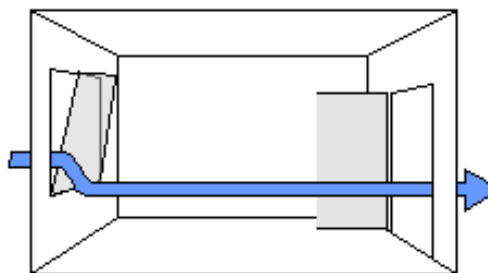
Slika 25: Zračenje z odprtim oknom (1-5 minut)



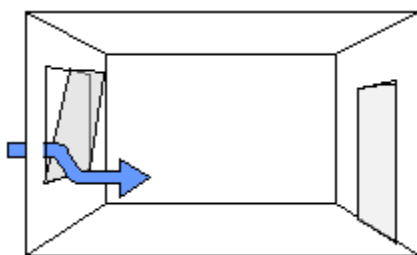
Slika 26: Zračenje z odprtim oknom (5-10 minut)



Slika 28: Zračenje z priprtim oknom
(10-15 minut)



Slika 27: Zračenje s »skipanim« oknom
in odprtimi vrati (15-30 minut)



Slika 29: Zračenje s »skipanim«
oknom (30-60 minut)



Slika 30: odprto okno

V [tabeli 1](#) so prikazane vrednosti izmenjave zraka, ki se pojavijo pri običajnih oblikah prezračevanja skozi okno. Pri zaprtih oknih so vrednosti za energijsko varčne hiše kot tudi standardne zgradbe povprečne, približno $0,1 \text{ h}^{-1}$. Te vrednosti nikakor niso zadostne za zagotovitev zdravega in kvalitetnega zraka v prostoru.

Tabela 1: Število izmenjav zraka pri naravnem prezračevanju

Načini prezračevanja	Število izmenjav zraka (h^{-1})
Okno zaprto, vrata zaprta	0,0 – 0,5
Okno odprto vznak, rolete spuščene	0,3 – 1,5
Okno odprto vznak, brez rolet	0,8 – 4,0
Okno odprto na polovico	5 – 10
Okno odprto nastrežaj	9 – 15
okno in balkonska vrata na strežaj odprta	40

Tabela 2 prikazuje število izmenjav zraka, ki nastanejo pri popolni izmenjavi zraka (100%), ali pri izmenjavi 75 % ali 50 % zraka v prostoru glede na število zračenj. Da dosežemo prezračevanje 0,5 do 0,8 h⁻¹, moramo vsakih 60 do 90 minut prezračevati.

Tabela 2: Izmenjava zraka pri različnih stopnjah prezračevanja

Stopnja prezračevanja	Število izmenjav zraka v različnih časovnih intervalih			
	1. ura	2. ura	3. ura	4. ura
100 %	1,00 h ⁻¹	0,50 h ⁻¹	0,33 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹
75 %	0,75 h ⁻¹	0,38 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹	0,19 h ⁻¹
50 %	0,50 h ⁻¹	0,25 h ⁻¹	0,17 h ⁻¹	0,13 h ⁻¹

Bistvena pomanjkljivost prezračevanja skozi okna je odvisnost od zunanjih faktorjev. Ne moramo vplivati na smer pretoka zraka, kot tudi ne moramo oceniti dejanske izmenjave zraka. Pri vremenskih situacijah, ki niso ugodne za izmenjavo zraka, poteka izmenjava zraka počasneje in neenakomerno. Dobro prezračevanje poteka ob močnem vetru in pri zelo nizkih temperaturah. Zlasti pri hišah in stanovanjih z več nadstropji dosežemo s termiko pri zelo mrzlem vremenu zelo močno prezračevanje, kar povzroči velike izgube energije.

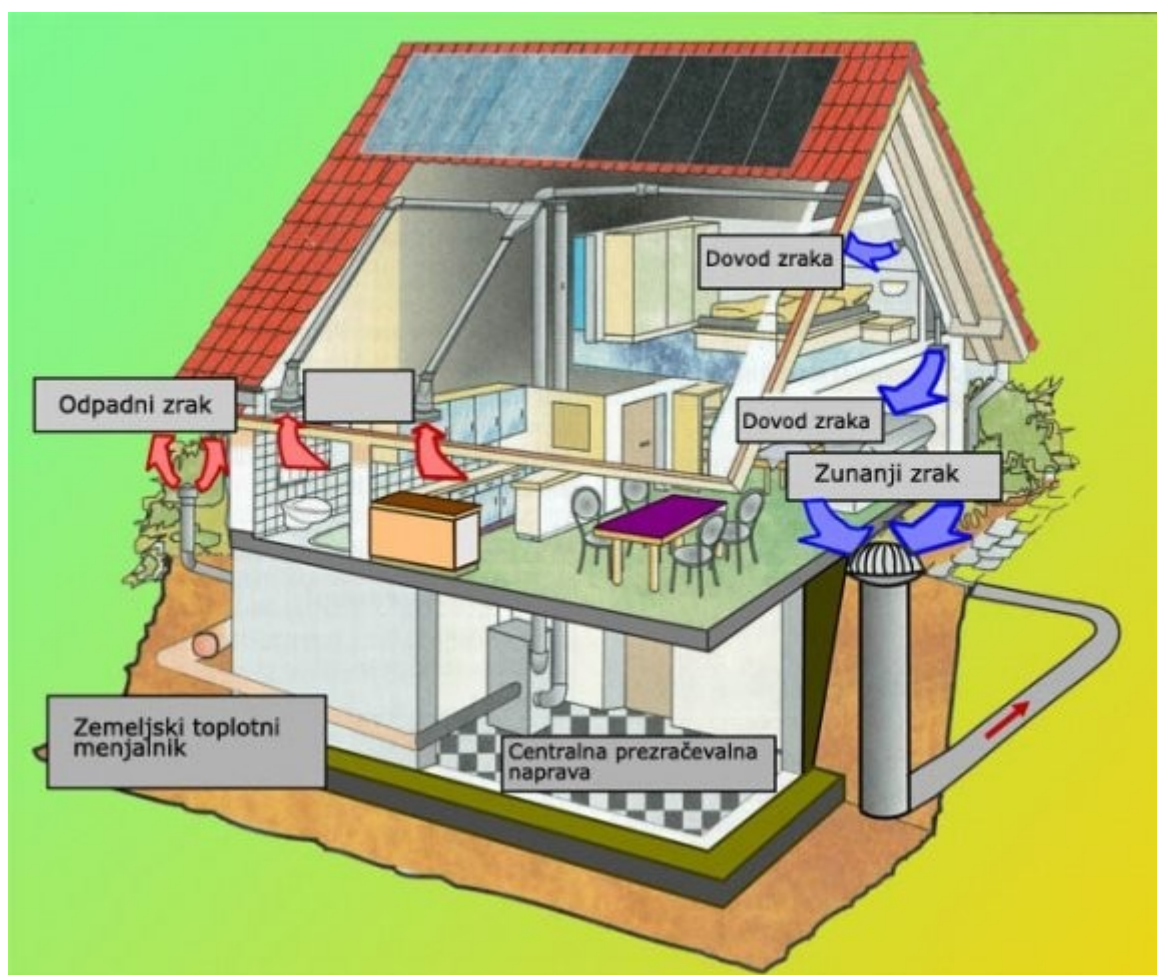
V tabeli 3 je prikazana primerjava izgube toplote s prezračevanjem. Pri prezračevanju skozi okna je pri izmenjavi 0,7 h⁻¹ za 50 kWh/m²a izgub toplote s prezračevanjem, medtem pa se ta vrednost s kontroliranim in nastavljenim prezračevanjem zniža; npr. 0,4 h⁻¹ na 27,7 kWh/m²a.

Tabela 3: Izguba toplote z prezračevanjem (Vir: Bine Informationsdienst)

Število izmenjav	Prezračevanje skozi okna	Kontrolirano prezračevanje + rekuperacija toplote		
		50 %	75 %	90 %
h ⁻¹	KWh/m ² a	KWh/m ² a	KWh/m ² a	KWh/m ² 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

6.2 KANALSKO PREZRAČEVANJE PROSTOROV

Za zagotovitev zračenja v večstanovanjskih stavbah so speljani prezračevalni kanali, posebej za zračenje kopalnic in sanitarij, ki se nahajajo v sredini tlorisa in nimajo zunanjih sten in zato tudi nimajo oken. Zrak za zračenje doteka iz okoliških prostorov in odteka skozi vertikalne kanale ob stenah, ki imajo izpuste nad streho. Pri tem vzgonskem zračenju je zelo pomembna temperaturna razlika, ki zagotovi potrebno tlačno razliko med vstopom v kanal in izstopom na prosto. Zato takšen način zračenja ne deluje učinkovito ob vsakem vremenu. Jakost pretoka uravnavamo z odpiranjem rešetke na odprtini v kanal, ki se nahaja na steni prostora ali pa pospešujemo z ventilatorjem.



Slika 31: kanalsko prezračevanje

6.3 PRISILNO PREZRAČEVANJE

Prisilno prezračevanje zagotavlja dobro delujoče in energijsko učinkovito zračenje bivalnih prostorov. Zato potrebujemo kanalski razvod od posameznih prostorov do centralne odvodne enote, kjer je vgrajen odvodni ventilator. To je tudi edini način, da lahko zagotovimo zadostno oziroma načrtovano število izmenjav zraka v bivalnih prostorih. Predpogoj za izvajanje prisilnega prezračevanja pa je seveda učinkovito tesnjenje oken v zgradbi. V nizkoenergijskih hišah je takšen način edini učinkovit način prezračevanja.

Svež zrak lahko pozimi ogrevamo na temperaturo vpihovanja, ki je nekoliko višja od temperature v prostorih. Pri manjših obremenitvah prostorov lahko obratujemo tudi z obtočnim zrakom. Zrak lahko tudi filtriramo in ustrezno pripravimo in s tem preprečimo širjenje različnih bolezni in alergij. Za večjo energijsko učinkovitost uporabljamo tudi različne sisteme regulacije s katerimi lahko natančno prilagodimo količino potrebnega zraka različnim zahtevam (n.pr. v času kuhanja večja količina zraka).



Slika 33: cevi za prezračevanje pod stropom



Slika 32: cevi v tleh pred vgradnjo estriha

Še pred nekaj leti so imele naprave s vračanjem toplote izrabljenega zraka povprečno stopnjo vračanja toplote od 50 do 60 % pri zelo neugodni porabi energije. Naprave s 75 % stopnjo letnega vračanja toplote so medtem že povsem običajnega in imajo porabo energije $P_{el} \leq 0,45 \text{ W/m}^3$. Razvoj naprav se nadaljuje, najnovejše imajo že do 95 % stopnjo letnega vračanja toplote in jih vgrajujemo v pasivne hiše.

Učinkovito delovanje naprav za vračanje toplote izrabljenega zraka je izraženo z letnim delovnim številom, ki znaša 8 do 20. To pomeni, da je se na eno vloženo kilovatno uro (kWh) prihrani od 8 do 20 kWh ogrevalne toplote. V tabeli 3 na kratko predstavljeni kriteriji za primerno napravo za povratek toplote izrabljenega zraka.

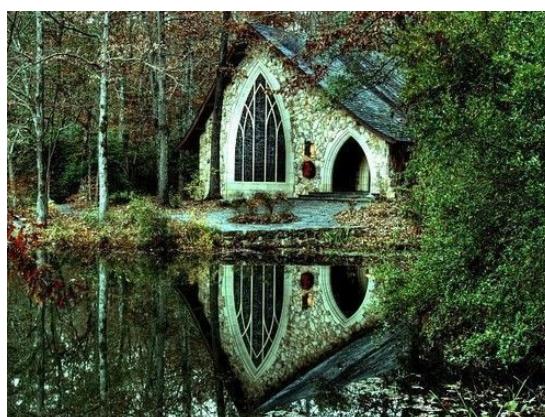
Cene za centralno prezračevalno napravo s povratkom toplote izrabljenega zraka, vključno z montažo za stanovanjsko enoto s površino 120 m², se gibljejo od 4500 do 8000 EUR.

Samostojne naprave s povratkom toplote izrabljenega zraka stanejo 1000 EUR na prostor. Lahko so nameščene direktno na zunanjo steno in nimajo cevne sistema. Pri teh napravah moramo biti pazljivi na število izmenjav zraka in dušenje zvoka.

6.4 PREZRAČEVANJE STARIH STAVB



Slika 35: stara zgradba



Slika 34: hiša v gozdu

Starejše zgradbe imajo debelejšše stene od novodobnih; zato da zadoščajo statičnim zahtevam oz. nosilnosti, stene same pa so slabo toplotno izolativne. V večini primerov veljajo stare zgradbe za zgradbe, ki »dihajo«, kar pomeni, da je pretok zraka v zgradbi nenadzorovan in v prostoru poteka samodejno naravno prezračevanje. Torej imajo stare stavbe prezračevanje omogočeno skozi netesne okenske in vratne pripire, preko zidov in tal, na kar je potrebno biti pazljiv pri prenovah oz. sanacijah. Klima v prostoru in prezračevanje sta sicer največkrat dobra, vendar so toplotne izgube mnogo prevelike in ogrevanje predrago. Zato se veliko lastnikov odloči za sanacijo ovoja zgradbe, ki bi jim zmanjšala stroške za ogrevanje hiše in tudi polepšala zunanjo podobo hiše. Če želimo takšno hišo dodatno toplotno izolirati, je najugodnejše izolacijski material nameščati na zunanje stene. Dobra toplotna izolacija na zunanjih stenah bo omogočila, da stena shranjuje toploto, zaradi česar bodo temperaturna nihanja v hiši manjša, tako se posredno v notranjosti odpravi tudi vlažnost.

Prezračevanje starih stavb v večji meri poteka z odpiranjem oken, pri okenskih pripirah in špranjah okoli oken, ki omogočajo pritok večje količine svežega zraka v prostor, a tudi izhod toplega zraka, ki ga je potrebno nato nadomestiti in tako nastajajo večje energijske izgube.

Največja napaka pri prenovah starih stavb je ta, da zamenjamo netesna lesena okna z zrakotesnimi lesenimi, plastičnimi ali aluminijastimi, ki jih tudi zrakotesno vgradimo. Tako samodejnega nekontroliranega prezračevanja ni več in če ne zračimo redno in dovolj, tvegamo, da se nam začne na stenah v notranjosti zgradbe pojavljati plesen, ker je pretok svežega zraka v prostoru preveč omejen. Zato bo potrebno ozavestiti tudi potrebnost prisilnega prezračevanja saniranih zgradb.



Slika 37: hodnik v stari stavbi



Slika 38: kondenz na steklu



Slika 36: okno v stari stavbi

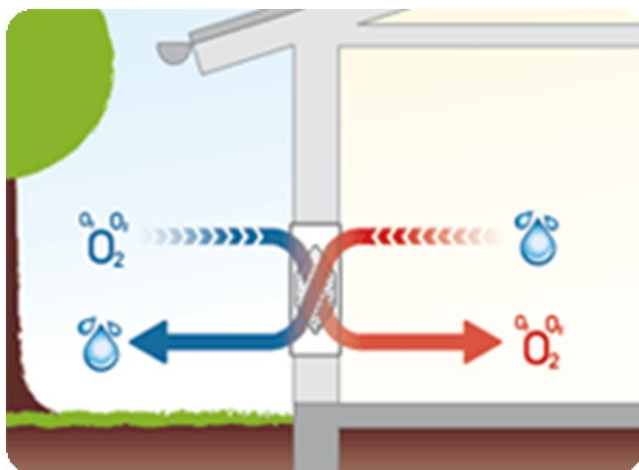
6.5 PREZRAČEVANJE NOVOGRADENJ

Dandanes se že pri večini novogradenj upoštevajo standardi nizkoenergijske gradnje. V nizkoenergijsko gradnjo je vključeno tudi kvalitetno prisilno nizkoenergijsko prezračevanje. To prezračevanje lahko omogočimo na več načinov:

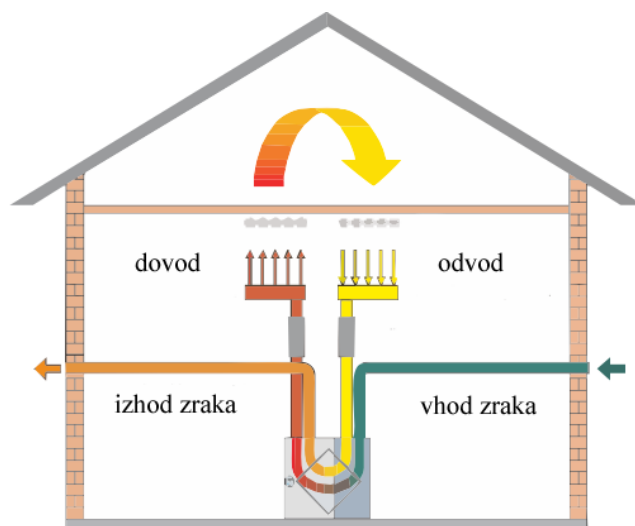
6.5.1 CENTRALNI PREZRAČEVALNI SISTEM

Pri prezračevanju novogradenj se lahko odločimo za centralni prezračevalni sistem z rekuperacijo (vračanjem toplote odpadnega zraka). Cevi speljemo skozi rekuperator (izmenjevalnik toplote), kjer topel, slab izstopni zrak ob izhodu po cevi ogreva hladen, svež vstopni zrak in tako v prostoru nastanjajo minimalne izgube toplote kar se tiče prezračevanja. Seveda je pomembno, da so tudi okna, vrata, stene

ipd. dobro izolirani in nepropustni ter ne povzročajo motenj v prezračevalnem sistemu.



Slika 40: prikaz prezračevanja



Slika 39: prikaz rekuperacije v zgradbi

6.5.2 LOKALNI PREZRAČEVALNI SISTEM

Lahko se tudi odločimo za lokalni prezračevalni sistem. Je enostavnejši za izvedbo in se vgradi v vsak prostor posebej. Lahko se namesti tudi v obstoječi objekt, saj potrebujemo samo odprtino skozi steno. Naprava ima običajno vgrajen toplotni izmenjevalec in dva zelo varčna ventilatorja, kar vse skupaj zagotavlja izkoristek preko 75%. En ventilator odvaja onesnažen in umazan zrak preko toplotnega izmenjevalca v okolico. Pri tem na izmenjevalcu odda toploto zunanjemu svežemu zraku, ki ga drugi ventilator dovaja v prostor. Pri vstopu se tako zunanji zrak segreje brez mešanja z odpadnim zrakom. Na zunanji strani stene se namesti nerjavna maska, ki tudi ločuje vstopni in izstopni zrak. Tudi na notranji strani napravo zaključuje zračna rešetka, kar je poleg regulacije tudi edini vidni del naprave. Ponudba na trgu je zelo raznolika, ponujajo tudi naprave s kontrolo vlage, filtri za alergike itd.



Slika 41: deli lokalnega prezračevalnega sistema

S kontrolirano prezračevalno napravo ne dosežemo neposrednega prihranka energije, ampak z njo omogočimo predvsem dobro kvaliteto zraka v prostoru in s tem večje udobje za stanovalce. Kljub temu lahko prihranimo določen delež toplotne energije za ogrevanje, ker je število izmenjav zraka nastavljivo in je s tem izguba toplega zraka minimalna.

6.6 PREZRAČEVANJE V ŠOLAH IN VRTCIH

Prezračevanje šol in vrtcev je odvisno od:

- vrste stavbe(nova/stara zgradba),
- nameščenih prezračevalnih sredstev,
- tesnjenja oken oz. stavbnega pohištva.

Večina šol in vrtcev prezračuje učilnice, igralnice,...ipd z klasičnim prezračevanjem, to pomeni da preprosto odpirajo okna med odmori. S tem si vsaj približno zagotovijo kakovost zraka. Če bi hoteli konstanten kakovosten zrak, bi morale učilnice imeti okna ves čas na vzrak, kar pa bi povzročilo več posledic, kot na primer hrup, motnje učencev iz zunanjega okolja; prevelika poraba toplotne energije(v kurilni sezoni), ...

Le redke, predvsem novejšje vzgojno izobraževalne zgradbe imajo vgrajeno mehansko prezračevanje, ki skrbi za konstantno dovajanje prečiščenega, svežega in prijetnega zraka pa tudi zmanjša stroške ogrevanja. Z mehanskim prezračevanjem preprečimo tudi obremenitve s hrupom iz okolja, ki bi v nasprotnem primeru motil pouk.

Z ustreznim prezračevanjem si šole in vrtci zagotovijo boljše pogoje dela, manj širjenja bolezni, boljše počutje,...



Slika 42: učiteljica pri oknu



Slika 44: učilnica



Slika 43: učenci

7 PREZRAČEVANJE PASIVNIH HIŠ

Za doseganje čim manjših toplotnih izgub je v pasivni hiši obvezen sistem kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka. Sveži zunanji zrak se zajema zunaj objekta skozi zaščitno rešetko na fasadi ali na strehi in dovaja po dobro izoliranih ceveh do prezračevalne naprave.



Slika 45: izmenjevalnik toplote

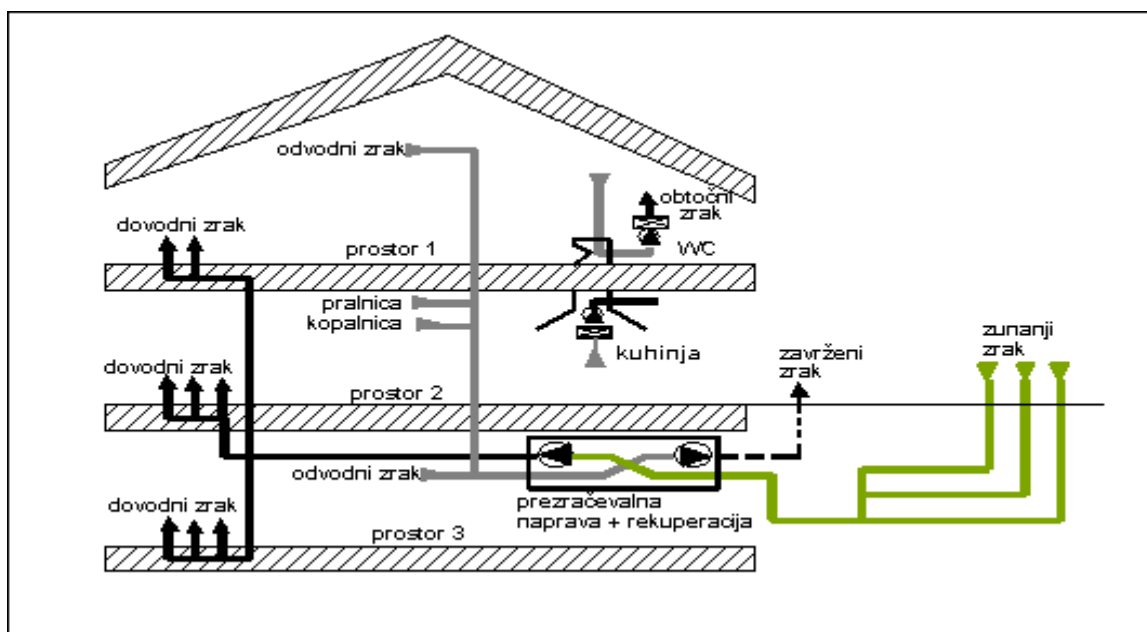
Pred vstopom se v filtru izločijo prašni delci. V izmenjevalniku toplote (imenovanem tudi rekuperator) se sveži zrak predgreje s toploto odpadnega zraka, ki se izsesava iz zgradbe. Od tu gre ogreti sveži zrak prek razvodnega sistema v t. i. dovodne prostore (dnevna soba, jedilnica, spalnice, delovna soba). Izrabljeni odvodni zrak se zajema v prostorih, obremenjenih z vlago in

vonjavami (kuhinja, stranišče, kopalnica, lahko tudi pomožni prostori) in po kanalih odvede do prezračevalne naprave.

V prenosniku toplote odda toploto svežemu in hladnemu dovodnemu zraku, nato pa se po dobro izoliranih ceveh odvede na prosto. Po standardu pasivne hiše morajo imeti prenosniki toplote izkoristek večji od 75%. Sodobni prenosniki toplote že skoraj v celoti izrabijo toploto izstopajočega zraka (okrog 90%). Poleg tega ima sistem tudi filtre, ki dovedenemu zraku odvzamejo pelod in prah, kar je velika prednost za alergike.

V pasivnih hišah je zrak vedno svež. Odpiranje oken tako ni več potrebno, čeprav ni prepovedano. Uporabniki lahko odprejo okno vedno, kadar si želijo. Prezračevalna naprava največkrat obratuje le pozimi, od novembra do februarja ali marca, preostali čas je lahko izklopljena in se hiša prezračuje skozi okna.

Prezračevalna naprava za delovanje potrebuje električno energijo, ki pa je pri pasivnih hišah omejena z dovoljeno porabo primarne energije.



Slika 46: shema cevi za prezračevanje



Slika 48: cevi za prezračevanje



Slika 47: montiranje



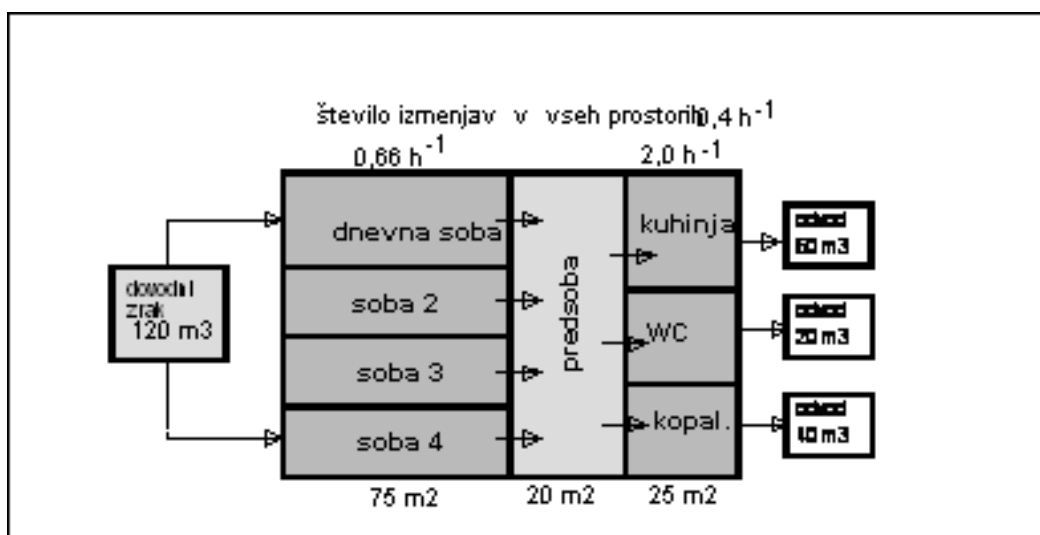
Slika 49: cevi pod stropom

7.1 PREZRAČEVALNA NAPRAVA ZA OGREVANJE PROSTOROV V PASIVNI HIŠI

Pri gradnji družinskih hiš v nizkoenergijskem ali pasivnem standardu se za ogrevalni medij lahko uporablja le topli zrak. V primeru, ko ne potrebujemo veliko toplote v zgradbi, kar je značilno za nizko energijske (NEH) in pasivne hiše (PH), je takšen način ogrevanja zelo zanimiv.

Količina zraka na osebo je $30 \text{ m}^3/\text{h}$, kar zadošča približno enemu kubičnemu metru na kvadratni meter stanovanjske površine na uro [$1 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$]. Pri omejitvi temperature $\delta < 50^\circ\text{C}$, znaša v grelniku $\Delta\delta = 30 \text{ K}$. Maksimalna ogrevalna moč: $P_{\text{Hz}} = 1 \text{ m}^3/(\text{hm}^2) \times 0,33 \text{ Wh} / (\text{Km}^3) \times 30 \text{ K} = 10 \text{ W/}$

m^2 stanovanjske površine. Pri pasivnih hišah ta ogrevalna moč zadostuje, zato lahko opustimo standardni ogrevalni sistem. Glavni kriterij za pasivno hišo so maksimalno dovoljene specifične toplotne izgube, ki jih pokrijemo s $P_{Hz} = 10 \text{ W/m}^2$. Prostore ogrevamo cenovno ugodno z grelnikom v prezračevalni napravi ali v kombinaciji s toplotno črpalko in sprejemniki sončne energije. Postavitev zahteva določene izkušnje in ustrezno regulacijo ogrevanja. Na spodnji shemi je prikazan način prezračevanja z rekuperacijo toplote za hišo z ogrevalno površino 120 m^2 . Količina $120 \text{ m}^3/\text{h}$ svežega zraka je za štiri osebe (do $30 \text{ m}^3/\text{h}$ na osebo). Svež zrak vstopa v bivanjske prostore s površino 75 m^2 . To zadošča izmenjavi zraka $0,6$ do $0,7 \text{ h}^{-1}$. Zrak je speljan po pretočnih kanalih (hodniki, stopnišča, stranski prostori, neizkoriščeni deli odprtih dnevnih prostorov v odvodne kanale. Zahteve za to so naslednje : kuhinja $40 - 60 \text{ m}^3/\text{h}$, kopalnica $40 \text{ m}^3/\text{h}$ in WC $20 \text{ m}^3/\text{h}$. Zaradi odvisnosti od površine teh bivanjskih prostorov, je vrednost izmenjave zraka v odvodnem kanalu $2,0 \text{ h}^{-1}$. Izmenjava zraka v vseh prostorih stanovanja je $0,4 \text{ h}^{-1}$.



Slika 50: shema prezračevanja za 120 m^2 stan. površine

Odvisno od uporabnosti se lahko določena vrednost spremeni. Med odsotnostjo stanovalcev in ponoči, lahko količino zraka zmanjšamo na $90 \text{ m}^3/\text{h}$. Tako dobimo povprečno vrednost izmenjave zraka do $0,3 \text{ h}^{-1}$.

Dovodne cevi vodijo v bivanjske prostore, izrabljen zrak iz obremenjenih in vlažnih prostorov je izsesan. Čim krajša je cevna napeljava in enostavnejša razporeditev kanalov, tem bolj gospodarno je obratovanje. Vsak meter cevi, predvsem pa vsako cevno koleno in vsaka odcepna spojka, filter, dušilci zvoka in register vplivajo na izgubo tlaka.

Pri običajni hišni instalaciji ne smemo prekoračiti 100 Pa. Smiselno je izračunati izgubo tlaka in glasnost napeljave za optimiranje naprave.

Pri izbiri velikosti prereza cevi upoštevamo maksimalno hitrost zraka 2 m/s. Uporabljamo različne kanale in spojne elemente.



Slika 52: pripomočki za izvedbo



Slika 51: pripomočki za izvedbo

Za izvedbo prezračevanja obstajajo različne možnosti polaganja kanalov:

- Polaganje v jaške ali pod strop (na primer pod mavčno kartonske stropne obloge). Možno jih je namestiti pod strop na hodniku (višina hodnika je zato 20 cm nižja od ostalih prostorov). V stanovanjih, ki so v eni etaži, služi tudi hodnik kot razdelilni prostor. Prednost je enostavno čiščenje.
- Položitev po tleh (pod estrih ali na spuščeni strop); zato so primerni ravni prerezi. Prednost je enostavno načrtovanje in dosegljivost skoraj vseh prostorov v zgradbi brez vidnih oblog. Stroški gradnje se povečajo, če moramo izvesti povišanje tal.
- Namesto razvejanega sistema cevi lahko vsak prostor opremimo z razdelilnikom in z eno napeljavo. Stroški za napeljavo so višji, imamo pa možnost, da vsak prostor posebej reguliramo.

Gospodarnost prezračevalne naprave je odvisna tudi od prostora, v katerega je postavljena. Pomembna je razdelitev kanalov po vseh straneh stanovanja, kar pomeni čim krajšo pot do vstopnih/izstopnih razdelilnih elementov za zrak. Če stoji naprava v neogrevanem prostoru, mora biti napeljava dobro izolirana (dovodne in odvodne kanale je treba dobro izolirati zaradi kondenzata). Dovod poenostavimo, če prezračevalno napravo namestimo čim bližje toplotni izolaciji. Na napravo s toplotno črpalko je na najnižji odvodni prezračevalni jašek treba namestiti še odtok za kondenzat z zaporo za vonjave.

Za kuhinjsko napo se priporoča vgradnja sistema za kroženje zraka (400 - 600 m³/h), da posesa vonjave in maščobo iz zraka. Vgradnja sistema za kroženje zraka v prezračevalno napravo je sicer možna, ampak za to potrebujemo dober filter, ki ga je potrebno postaviti tako, da ga lahko kontroliramo in menjavamo, če se preveč namasti.

Bistveno za učinkovito delovanje naprave je, da uravnotežimo pretoke zraka. Neuravnoteženost med dovodno in odvodno stranjo ne sme biti večja od 5 izjemoma 10 %. Regulacija prezračevalne naprave se v idealnih pogojih nastavi glede na število oseb in na namembnost prostora. Skupna količina izmenjanega zraka se lahko stalno nastavi glede na potrebe.

Vsaka naprava mora imeti možnost za enostavno regulacijo izmenjanega zraka. Če izhajamo iz enote 120 m³/h, je običajno 75 % redukcija v nočnem času ali med odsotnostjo. V primeru povečanega kratkotrajnega zračenja napravo vklopimo s tipko v kuhinji, da med kuhanjem lahko zračimo.

7.2 SESTAVNI DELI PREZRAČEVALNE NAPRAVE

Na tržišču obstaja veliko različnih sistemov, ki delujejo na enak način, se pa razlikujejo glede na sestavne dele.

Enostavne prezračevalne naprave za izrabiljen zrak imajo vgrajen ventilator, medtem ko so naprave za vračanje toplote izrabiljenega zraka opremljene z dvema ločenima ventilatorjema za dovodno in odvodno stran.

Učinkovite naprave morajo izpolnjevati naslednje kriterije:

- Učinek naprave za vračanje toplote $\eta_{WBG,t,eff} \geq 75 \%$: pri tem gre za učinkovito »suh« stopnjo toplote z enakomernimi masnim tokom pri zunanji temperaturi med -15 in $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in suhemu izrabiljenemu zraku ($21\text{ }^{\circ}\text{C}$). Po kondenzaciji v prenosniku toplote se zviša stopnja toplote (npr. iz 75% na več kot 90% pri $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ in 60% vlažnosti).
- Specifična električna poraba energije na m^3 potrebnega zraka mora zagotoviti električno učinkovitost $P_{el} \leq 0,45\text{ Wh/m}^3$. To pomeni, da pri količini zraka 120 m^3 , za zračenje štiričlanskega gospodinjstva, porabi naprava maksimalno 54 W za ventilator in celotno regulacijo.
- Kriterij za udobno bivanje v prostorih je temperatura dovodnega zraka najmanj $16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Predvidena je enostavna regulacija naprave. Zraven standardne stopnje prezračevanja ($30\text{ m}^3/\text{h}$, osebo), je smiselno, da ponoči ali ko so stanovalci odsotni, nastavimo na zmanjšan volumen prezračevanja in sicer na 75% . Pri tuširanju, kuhanju, in ob prisotnosti gostov pa moramo nastaviti na višjo stopnjo prezračevanja.
- Naprava mora tesniti. Uhajati sme samo 3% izrabiljenega zraka. Stopnja učinkovitosti naprave je odvisna od tesnjenja. Tudi za higieno zraka v prostoru je pomembno, da zunanjemu zraku ni primešan izrabiljen zrak. Zato naj bo naprava konstruirana tako, da je za dovodni zrak pod nadtlakom.
- Naprava mora biti tako kot hiša dobro toplotno izoliran. Vrednost transmisijskih izgub znaša $\leq 5\text{ W/K}$.
- Zamrznitev prenosnika toplote preprečimo s posebno zaščito proti zmrzali. Kot ukrep lahko uporabimo zemeljski prenosnik toplote ali predgrelni register. Filter za zunanji zrak (F7) in filter za izrabiljen zrak (G4) morata nameščena tako, da jih enostavno zamenjamo. Napravo s prenosnikom toplote se moramo redno čistiti.
- Večje udobje dosežemo z regulacijo »bypass«, s katero poleti dovajamo v zgradbo zrak sveži zunanji zrak.

7.2.1 KANALI

Če so kanali položeni v ravnih linijah, je naprava cenovno ugodna, padci tlaka so nizki, zmanjša se poraba energije.

Cevi morajo biti od znotraj gladke. Najmanjši padec tlaka imajo cevi pri ravni liniji postavitve. S kosi kot so cevna kolena in odcepne spojke vplivamo na izgubo tlaka in zvišanje cene. Fleksibilne aluminijaste cevi niso primerne zaradi neugodnega toka in neprimernih higienskih lastnosti. Aluminijastih cevi ne smemo stiskati.

Zračne kanale moramo postaviti tako, da tesnijo. Pri ogrevanju s prezračevanjem moramo izolacijo cevi natančno načrtovati, da ni preveč toplotnih izgub in da potrebna količina toplote pride v prostor.

6.2.2 SESANJE ZRAKA IN FILTRI

Sesanje zraka lahko prilagodimo glede na potrebe posamezne zgradbe. Koristni so naslednji napotki:

- Dovod zraka naj bo najmanj na višini 1,50 m, da pri dovodu zraka reduciramo mikroorganizme iz neposredne okolice (DIN zahteva celo višino 2,50 m). Dovod zraka ne sme biti zraven kompostnika.
- Dovodne in odvodne odprtine za prezračevanje na isti strani zgradbe omogočajo, da je vpliv vetra na prezračevalno napravo zanemarljiv. Razmik mora biti tako velik, da naprava ne posega že izrabljenega zraka nazaj.
- Če poteka sesanje zraka na južni steni, lahko pričakujemo višje temperature zraka v primerjavi s severno steno. Učinek je vsekakor majhen, tako da za to niso potrebni višji gradbeni stroški.
- Če je naprava deluje brez zemeljskega toplotnega prenosnika, lahko sesamo zrak skozi streho, kar je cenovno ugodno.
- Dostop do priključka za sesanje zraka naj bi v varnem področju (ne sme biti na zelo dostopnem mestu).

Zahteve po DIN EN 779 za filtre v prezračevalnih napravah niso zelo visoke: Razred filtrov G3 na dovodni strani in G2 za filter izrabljenega zraka. Stroge higienske zahteve postavlja inštitut za pasivne hiše (filter za zunanji zrak pred zemeljskim prenosnikom toplote mora biti kvalitete F7 in za izrabljen zrak kvalitete G4). Pri močni zunanji obremenjenosti je potreben še dodatni

prefilter G3 na sesalni strani. S filtriranjem zraka preprečimo prah v napravi, zato so cevi in naprave higiensko neoporečne. S tem pa se tudi izboljša kvaliteta zraka v prostoru v primerjavi z običajnim zračenjem skozi okna. Za alergike se lahko namestijo filtri s katerimi reduciramo ali ukinemo vstop alergenov v prostor. S filtri lahko reduciramo tudi trose. Zagotoviti moramo redno kontrolo higiene filtrov. To delo lahko opravlja tudi uporabnik. Stroški nadomestnih filtrov morajo biti cenovni ugodni, zato je potrebno v fazi zbiranja ponudb posvetiti veliko pozornost servisiranju prezračevalne naprave.

7.2.3 DUŠILEC ZVOKA

Zvočna raven v bivanjskih prostorih mora biti največ 25 dB(A), v stranskih prostorih pa največ 30 dB(A). Zaščito pred hrupom moramo načrtovati že pri izbiri naprav. Prezračevalna naprava nudi večjo zaščito pred hrupom v mestnem območju in na območju mestnega obrobja kot prezračevanje skozi okno. Dušilce zvoka moramo namestiti med prezračevalno napravo in dovodne in odvodne zračne odprtine v prostorih, da dušimo hrup ventilatorja in hrup zaradi pretoka zraka. Pri običajnih pogojih imajo dušilci zvoka dolžino 1 - 2 m.

7.2.4 NAPRAVE ZA KROŽENJE ZRAKA IN PRIPRAVA ZRAKA

Če potrebujemo večjo ogrevno moč kot velja za pasivne hiše (10 W/m^2), potem obstaja več možnosti za ogrevanje zraka:

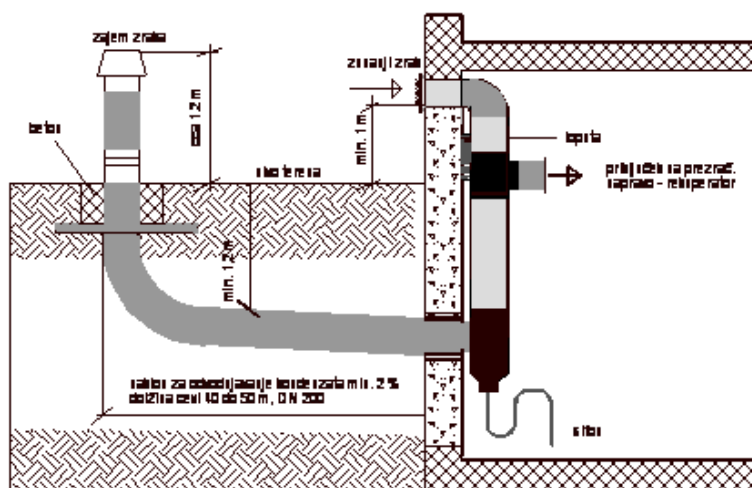
- Povečanje temperature ogrevnega zraka:
Ni smiselno, ker je dobimo presuh zrak v prostoru (problem tudi s prašnimi delci).
- Povečanje števila izmenjav zraka v prostoru:
Z več zraka lahko transportiramo več toplote. Hkrati je treba ogrevati več zraka, kar vodi k večji porabi energije. Pomanjkljivost večje izmenjave zraka ob hladnih dnevih je suh zrak v prostoru.
- Koriščenje notranjega zraka:
Namesto da ogrevamo velike količine zunanega zraka, lahko tudi zrak v prostoru večkrat vodimo čez ogrevalni register in s tem dodatno ogrevamo. Kvaliteta zraka s tem pada, koncentracija mikroorganizmov se

lahko zviša. Hkrati pa ne moremo izrabljenega zraka, ki prihaja iz vlažnih in z vonjavami obremenjenih prostorov, primerni pripraviti.

S pripravo zraka lahko pri kompleksnih prezračevalnih napravah preprečimo omenjene pomanjkljivosti. Vlaženje namesto suhega zraka, filter in dezinfekcija mikroorganizmov zaradi vlage kot tudi zaradi suhega zraka pri prezračevalnih napravah s klimatizacijo v poletnem času, so nekatere od možnosti. Nastanejo pa veliki investicijski in obratovalni stroški.

7.3 IZMENJAVA TOPLOTE ZEMLJE

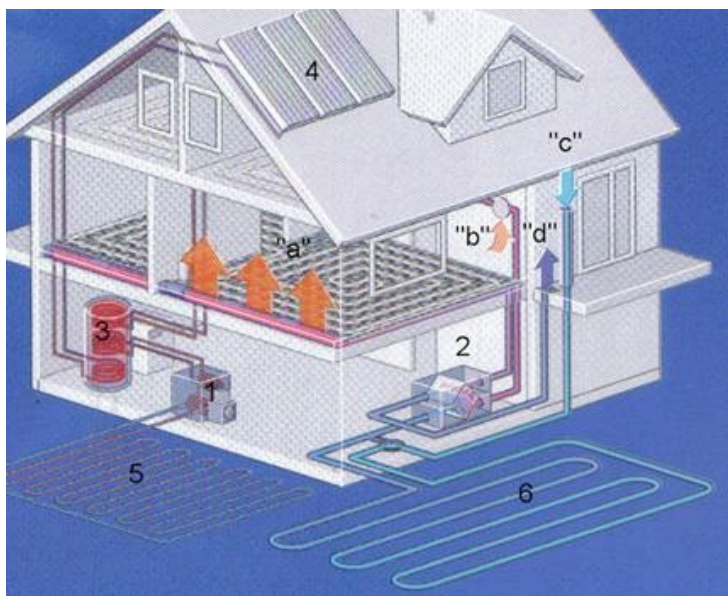
Z izmenjavo toplote zemlje, ki predogreva zunanji zrak, je učinek rekuperacije izboljšán, predvsem pa s tem preprečimo zamrznitev prenosnika toplote. Lahko uporabimo običajne PE - HD cevi ali specializirane cevi za izmenjavo toplote zemlje. Glede na količino zraka v prostorih stanovanja izberemo cevi s premerom od 150 do 200 mm. Dolžina in razvrstitev pa sta odvisni od minimalne temperature zraka prenosnika toplote. Običajno porabimo 15 - 40 m cevi. Kolikor večja je pokritost z zemljo (najmanj 2 m; ali vodenje pod talno ploščo) in primernejši zemeljski material (npr. dobro zatesnjen ilovnat material), toliko je višja stopnja učinkovitosti. Z zemeljskim prenosnikom toplote dosežemo prihranek energije od 0,5 do 1,5 kWh na m² ogrevane površine na leto. Napeljava mora biti postavljena tako, da je 2 % padec proti čistilnemu jašku, kamor lahko odteče odpadni kondenzat (slika 8). Treba je zagotoviti redno čiščenje. To je pomembno, ker se pri prenosniku toplote zemlje lahko pojavi veliko vlage, s tem pa nastane možnost za razvoj mikroorganizmov. Napravo je treba redno čistiti, čeprav po dosedanjih raziskavah niso odkrili obremenjujočih mikroorganizmov.



Slika 53: izvedba zemeljskega kolektorja

8 TALNO OGREVANJE IN HLAJENJE Z ISTOČASNIM PREZRAČEVANJEM

Klasični sistemi talnega ogrevanja niso primerni za hlajenje v poletnem času. V primeru uporabe stenskega ogrevanja za hlajenje pa v veliko primerih nimamo dovolj prostih površin za vgradnjo cevnih registrov. Zaradi vse večje odvisnosti od primarnih virov energije postaja izkoriščanje obnovljivih virov energije vse bolj pomembno. Ogrevanje s toplotnimi črpalkami z zemeljskim kolektorjem lahko dopolnimo s sistemom talnega ogrevanja, ki omogoča ob nizkih temperaturah pretoka ogrevalnega medija ogrevanje in hlajenje ob istočasnem prezračevanju. Sistem je prikazan na spodnji sliki.



Slika 54: ogrevanje/hlajenje in prezračevanje z enim sistemom

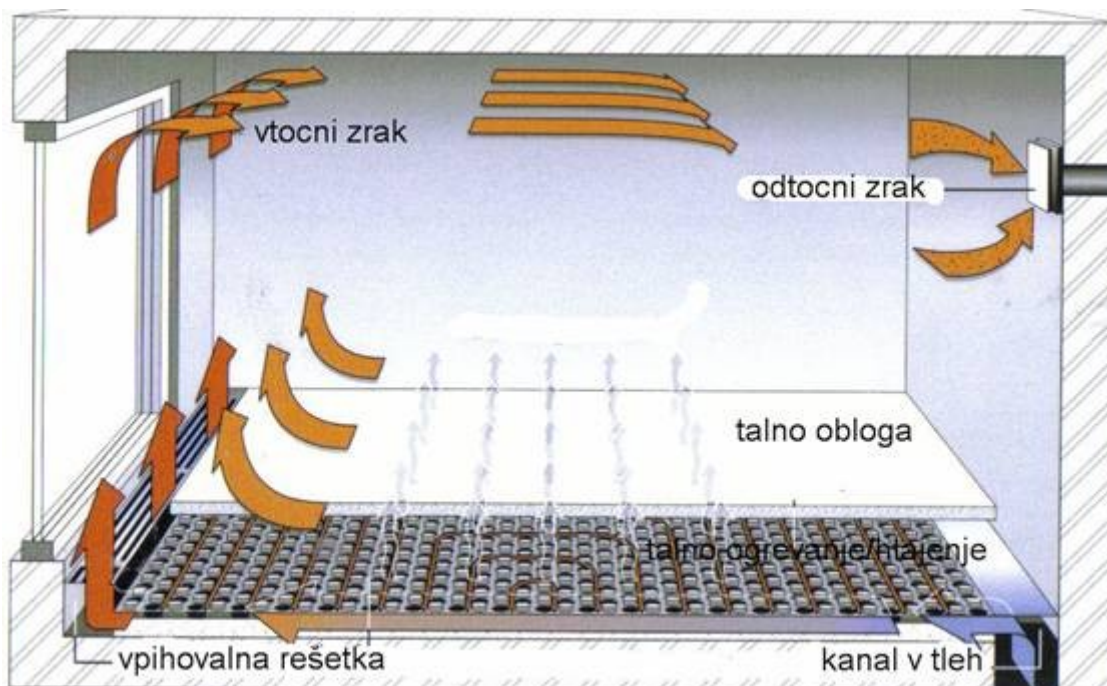
Sistem, ki je shematsko prikazan na sliki 63 je sestavljen iz:

- toplotne črpalke ali ogrevalnega kotla (1),
- sistema za prisilno prezračevanje (rekuperacija toplote - izkoristek do 90 %) (2),
- hranilnika toplote (3),
- sprejemnikov sončne energije (4),
- zemeljskega kolektorja v primeru ogrevanja s toplotno črpalko (5),
- zemeljskega kolektorja za hlajenje zraka v poletnem času (6),
- vtočni zrak (a),
- odtočni zrak (b),
- svež zunanji zrak (3),
- zavržen zrak (4).

Tak sistem omogoča:

- hitro odzivnost sistema na energijske potrebe v prostorih,
- vsi elementi za ogrevanje, prezračevanje in hlajenje so v tleh,
- optimalna razdelitev svežega dovodnega- vtočnega zraka, brez vgradnje dodatnih kanalov v prostoru,
- prijetno in zdravo klimo (vedno sveži zrak tudi pri zaprtih oknih),
- primerno zvočno izolacijo, ker so okna lahko zaprta,
- preprečevanje nastanka plesni,
- prihranek energije (rekuperacija toplote),
- optimalna temperatura tal (pri ogrevanju in hlajenju).

Na sliki 64 je na prerezu prostora prikazan način prezračevanja. Vtočni zrak je speljan pod ploščo, na katero so položene in pritrjene cevi za talno ogrevanje. Ogreti zrak nato skozi vpihovalne rešetke v tleh vpihujemo v bivalne prostore. V zimskem času odtočni zrak vodimo skozi rekuperator toplote (hladen zunanji zrak se predgreje), v poletnem času pa dovodni zrak vodimo skozi zemeljski prenosnik in ga ohlajenega (pasivno hlajenje) vpihujemo v prostor. Če namesto ogrevalnega kotla vgradimo toplotno črpalko, lahko v primeru reverzibilnega obratovanja toplotne črpalke talno ogrevanje uporabimo za hlajenje (aktivno hlajenje).



Slika 55: Način prezračevanja prostorov

9 PREVERJANJE ZRAKOTESNOSTI V PROSTORU

Zrakotesnost se ugotavlja v skladu z evropskimi standardi s pomočjo testa zrakotesnosti.

S tem testom ugotovimo, kakšna je zrakotesnost v prostoru. Za ta test moramo najprej poskrbeti, da zapremo vsa okna, vrata, cevi, kanalizacijo, prezračevalne cevi, kanalizacijske odduhe. Manjše cevi kar prelepimo, za večje cevi pa uporabimo napihljive žoge. Nato je potrebno v objektu odpreti vsa notranja vrata, da v vseh prostorih zagotovimo isto raven zračnega tlaka. Vhodna vrata odpremo ali odstranimo in v odprtino vstavimo kovinski okvir, ki se raztegne in prilagodi glede na velikost odprtine. Preko okvirja napnemo ponjavo, v ponjavo vstavimo ventilator Blower door, ki nam omogoča, da lahko ventilator povežemo z računalnikom ali merilnim instrumentom. Naprava nato meri zračni pritisk zunaj hiše, v samem ventilatorju in v hiši.



Slika 57: ventilator Blower door



Slika 56: nameščanje merilnih instrumentov

ANEMOMETER

Anemometer je naprava, ki nam izmeri hitrost zraka (prepih) v določeni točki. Najpogosteje se meri hitrost zraka pri morebitnih toplotnih mostovih, špranjah, oknih, vratih, ipd.



Slika 60: anemometer



Slika 59: anemometer



Slika 58: anemometer

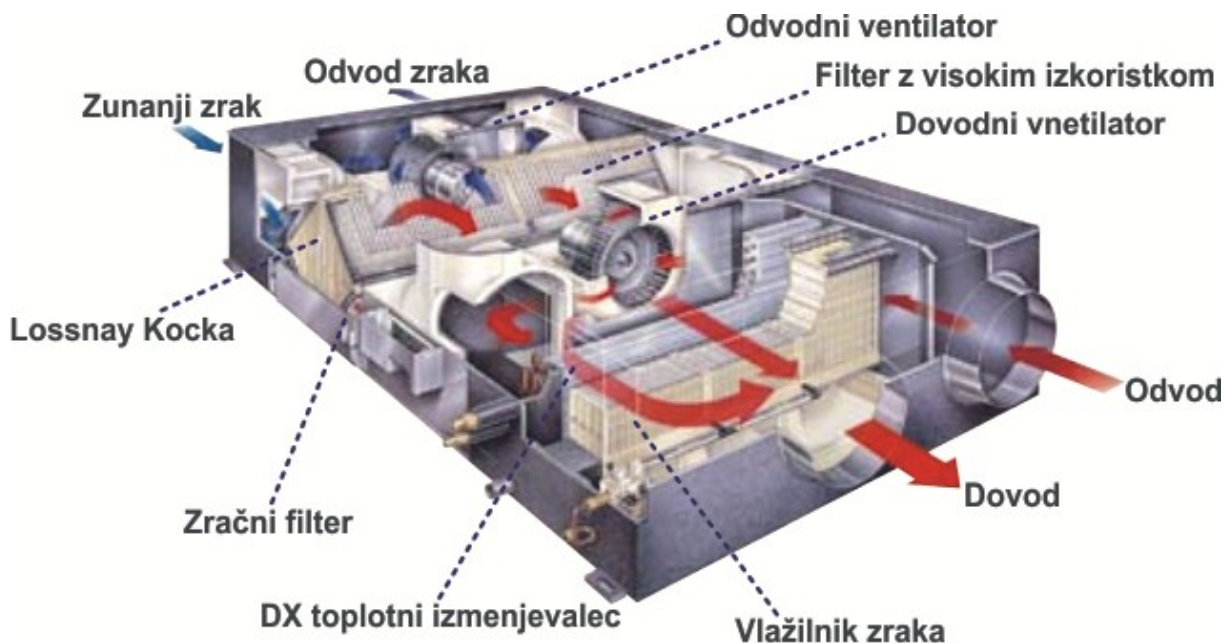
10 KLIMATIZACIJA

Klimatizacija je proces priprave zraka v prostoru z namenom, da bi dosegli kar največje bivalno ugodje. Klimatska naprava opravlja naslednje funkcije:

- ohlajanje prostora,
- ogrevanje prostora,
- zračenje prostora,
- vzdrževanje primerne vlage,
- ioniziranje zraka – osveževanje zraka,
- filtriranje zraka z antialergijskimi filtri itd.

Willis Carrier je v letu 1908 izjavil prvo definicijo klime: »Klimatska naprava je naprava, ki vzdržuje primerno vlažnost v vseh prostorih stavbe, zrak osvobodi vlage, dovaja konstantno in ustrezno ventilacijo, učinkovito odstrani iz zraka mikroorganizme, prah, saje in druge tujke, učinkovito ohladi zrak v prostoru v določenih letnih časih, segreje prostor oziroma pomaga pri ogrevanju zraka v prostoru v zimskem času in je aparat, ki ni predrag za nakup in vzdrževanje.«

Naprava se iz leta v leto bolj izpopolnjuje. Osnovna ideja klimatske naprave je ohlajanje prostorov ne glede na letni čas in temperaturo zunaj zgradbe. Z modernizacijo sedaj klima omogoča ne le ohlajanje ampak tudi ogrevanje prostorov.



Slika 61: klima

10.1 VRSTE KLIMATSKIH NAPRAV:

- PRENOSNE KLIMATSKE NAPRAVE:

Napravo lahko premikamo iz enega prostora v drugega, je tako rečeno mobilna. Uporabljamo jih takrat, kadar zunanje klime/enote ni mogoče namestiti. Pri takšni vrsti klime je potrebno zagotoviti izpust vročega zraka na prosto, za kar je potrebno pripeti okno ali narediti izvrtino v zidu ali steklu. Take klimatske naprave imajo zelo slab izkoristek in omogočajo le lokalno delovanje, saj za hlajenje kondenzatorja potrebuje notranji že ohlajen zrak.



Slika 62: prenosna klima

- OKENSKKE KLIMATSKE NAPRAVE:

Naprava se montira na okensko polico, tako da je polovica naprave v prostoru , polovica pa zunaj. Take okenske klimatske naprave so se uporabljale predvsem preden je prišel na trg splitski sistem.



Slika 63: okenska klimatska naprava

- KLIMATSKE NAPRAVE BREZ ZUNANJE ENOTE: take naprava so primerne takrat, ko klime ne moremo namestiti zunaj. Taka vrsta klime je bolj ekonomična, če jo primerjamo s prenosno klimatsko napravo, saj za hlajenje kondenzatorja uporabljamo zunanji zrak.



Slika 64: klimatska naprava brez zunanje enote

- SPLIT SISTEM:

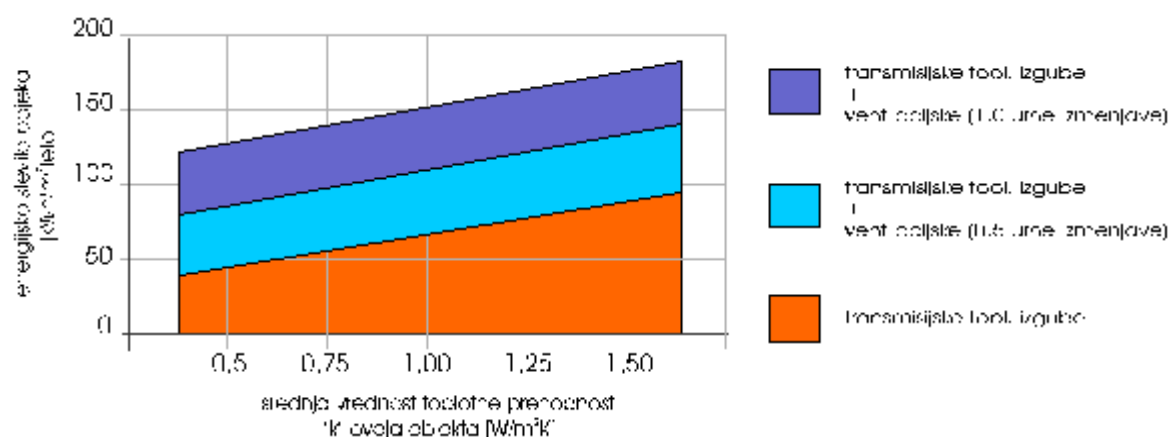
Je najpogostejša izbira in uporaba dandanes. Deluje z zaprtim sistemom , ki sestoji iz notranje in zunanje enote. Tak tip naprave je najbolj ekonomičen in omogoča visok razpon moči ter dodatkov. Sistem omogoča tudi montažo ene zunanje enote in ene ali več enot. Med seboj se tak sistem razlikuje glede na notranjo enoto.

Poznamo jih več, kot npr:

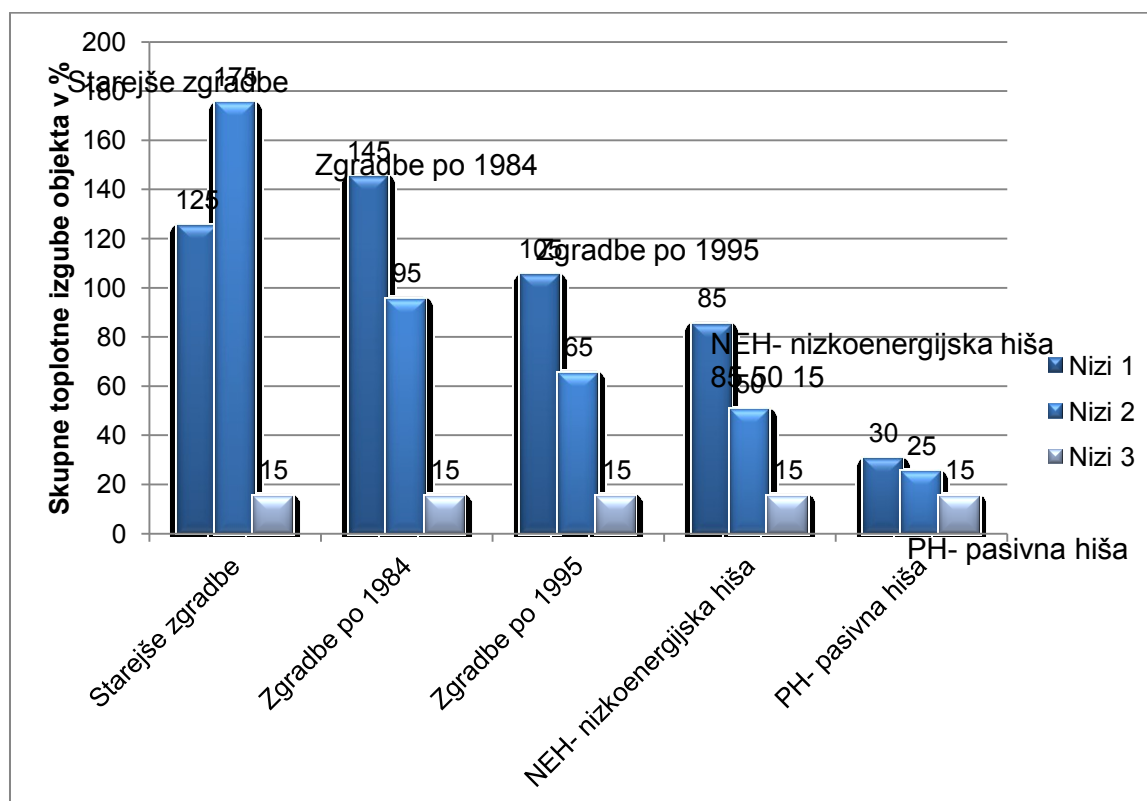
- talno-stropna
- stenska
- kasetna
- kanalska

11 ENERGETSKE IZGUBE PRI PREZRAČEVANJU

Prezračevanje ima poleg vpliva na kakovost bivanja občuten vpliv na porabo energije za ogrevanje objekta. Z ogrevanjem objekta dovajamo v prostore toploto, enakovredno velikosti toplotnih izgub. Le te pa sestavljajo transmisijske toplotne izgube (zaradi prehoda toplote skozi ovojo zgradbe) ter ventilacijske toplotne izgube (zaradi naravnega ter prisilnega prezračevanja). Na naslednji sliki je prikazano spreminjanje potreb po toploti za ogrevanje objekta. Transmisijski del toplotnih izgub se večja z naraščanjem toplotne prehodnosti ovoja zgradbe (manj učinkovita toplotna zaščita), ventilacijski del pa je odvisen samo od pretoka izmenjanega zraka (število izmenjav). Tako lahko z zmanjšanjem urne izmenjave zraka z 1 na 0.5 dosežemo v primeru objekta s slabo toplotno zaščito teoretičen prihranek toplote v višini 1/4 prvotne rabe, v primeru nizkoenergijske hiše z visoko toplotno zaščito pa kar 1/3.



Na podoben način je prikazana raba toplote tudi za različne tipične zgradbe na naslednji sliki. Razvidno je, da je pri načrtovanju nizkoenergijskih ter energijsko neodvisnih zgradb izmenjava zraka na račun učinkovitega sistema prisilnega prezračevanja (z rekuperacijo toplote) lahko omejena le na vrednosti, katere predpisujejo higienski parametri. Pri ostalih objektih je zaradi manj učinkovitega sistema prezračevanja vedno prisoten tudi določen presežek v izmenjavi zraka, ki v primeru nekaterih obstoječih objektov prinaša tudi do 50% deleža ventilacijskih toplotnih izgub.



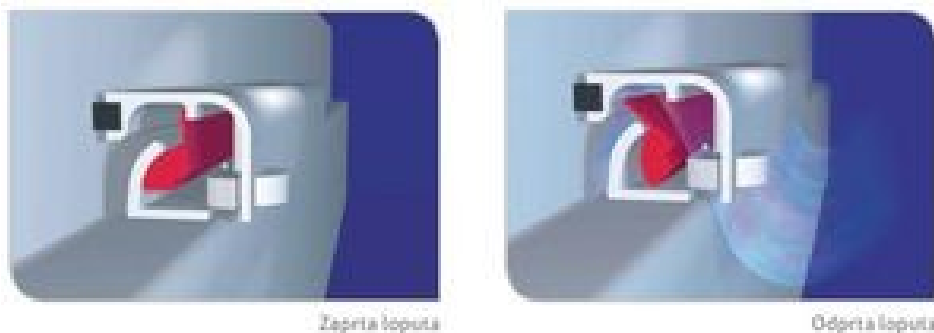
Graf 2: toplotne izgube

12 OKNA

Na slovenskem trgu imamo na voljo nekaj samodejnih prezračevalnih sistemov oken. Izpostavili bomo MIK Celje, saj je to tudi lokalni proizvajalec. Skozi ta okna se vrši prezračevanje tudi, kadar so zaprta. Energijska okna so v osnovi izdelana kot klasična, zato so lahko različnih oblik in dimenzij. Izdelana so lahko iz različnih materialov (les, aluminij, umetni materiali). Od ostalih okenskih sistemov se razlikujejo po tem, da so oplemeniteni/obogatena s posebno energijsko ploščico mik, ki vrača zraku in vodi v prostoru naravne lastnosti. Energijska ploščica mik nosi energetski program, ki spreminja kemične in fizikalne lastnosti vode in zraka v prostoru ter blagodejno vplivajo na počutje ljudi in živali v prostoru.

Ponujajo dve rešitvi:

- **GECCO**
Prezračevalni sistem je vgrajen v okenski profil. Zapre se samodejno, ko doseže razliko v tlaku od 20-50 Pascalov, odvisno od vrste izbire sistema. Ima nekaj prednosti, kot so optimalna menjava zraka v prostoru, varno prezračevanje v naši odsotnosti, dobra toplotna zaščita, protihrupno delovanje,...



Slika 65: okenski profil gecco



Slika 66: sistem prezračevanja skozi okenski profil

- **MIKrovent**
 To je lokalni prezračevalni sistem, ki poponoma nadomešča klasično prezračevanje oz. odpiranje oken. Deluje tako, da ima vgrajena dva ventilatorja, ki zagotavljata odvod slabega zraka in dovod svežega zraka. V njem pa so tudi pralni filtri, ki onemogočajo vstop mrčesu in prahu. Deluje avtomatsko. Proizvod MIKrovent 300 je projektiran posebej za velike prostore saj ima pretok zraka do 80 m³/h, torej primerno za prostore kjer se zadržuje veliko ljudi (vrtci, šole, dvorane,...).



Slika 68: odvod in dovod zraka



Slika 67: kanal za prezračevanje

13 LOGIČNE HIŠE

Logične hiše sestavlja skupina arhitektov in drugih strokovnjakov, ki ima veliko izkušenj in znanja s področja arhitekturnega načrtovanja in gradbeništva.

Hiše, ki jih načrtujejo, so predvsem samozadostne pa tudi prijazne, udobne, drzne, samosvoje in neponovljive- kot pravijo tudi sami.

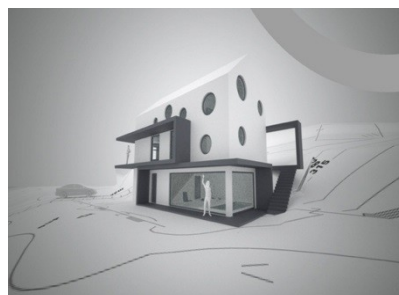
Na trgu delujejo od leta 2006 , za sabo pa imajo že vrsto zadovoljnih strank. Logične hiše vodi Črtomir Reberšak. V podjetju se trudijo upoštevati sodobne in trajnostne smernice ter se drzno spogledujejo s prihodnostjo. Njihova prednost je tudi ta, da izbirajo izvajalce iz lokalnega oz. slovenskega okolja in uporabljajo slovenske materiale- predvsem les, ki je povsem obnovljiv material. S tem ohranjajo naravo, razvoj obrti in ustvarjanje kapitala v lokalnem okolju. Spodaj je predstavljenih nekaj njihovih projektov:



Slika 69: nadstreški in ute



Slika 70: hiša PUVA



Slika 71: hiša SIRČEK



Slika 72: hiša UTRGAN KOZOUC



Slika 73: hiša UDOBNI TIGER



Slika 74: hiša FLORA

Po ogledu še nedokončane pasivne hiše PUVA sva se odločili o tej temi izvesti več. Zato sva se odločili povabiti gospoda Črtomirja Reberšaka k sodelovanju pri najini raziskovalni nalogi. Odzval se je pozitivno in nama je v zelo kratkem času odgovoril na krajša vprašanja. Vprašanja sva zastavili preko

internetnega omrežja. Njegovi odgovori so bili zelo zanimivi in priročni in so nama veliko pomagali pri najini raziskavi.



Slika 76: ogled PUVÉ



Slika 75: Gospod Črtomir Reberšak



Slika 77: zunanost PUVÉ

13.1 INTERVIJU S ČRTOMIRJEM REBERŠAKOM

1) Kakšen vpliv ima po vašem mnenju dobro prezračevanje prostora na posameznika?

Vpliv je neizmeren: -) Človek na dan vdihne približno 55 m^3 zraka. To je po Wikipediji 67 kg ($1 \text{ m}^3 = 1,223 \text{ kg}$) zraka. Po občutku bi rekel, da absorbiramo od 3 do 10 kg kisika in ostale svinjarije. To se da na hitro izračunati preko Wikipedije. Pojemo in popijemo približno 5 kg vsega ostalega. Če ne dihaš dovolj čistega in "svežega" zraka se počasi zastrupljaš. Telo sicer fiziološko kompenzira z globljim in hitrejšim dihanjem in neselektivno absorbcijo pozitivno nabitih atomov in molekul, ki starajo telo.

Dobro prezračevanje je top 3 postavka za kvalitetno bivanje.

2) Kako pomembna se vam zdi kakovost zraka v prostoru?

Zelo! Ob slabem zraku pade koncentracija, kar so pokazale študije zbranosti v šolah in vrtcih. Ravno tako se doma ne skoncentriraš dobro, zbudiš se neprimerno bolj utrujen. Regeneracija telesa je upočasnjena...

Slab zrak je slaba volja.

3) Ali mogoče veste kako se zdajšnji stanovalci PUVÉ počutijo v samem objektu?

Hiša še ni vseljena. Drugi stanovalci, ki živijo v prezračevanih stavbah so zadovoljni. Jaz si brez prisilnega prezračevanja sploh več ne predstavljam preživeti zime.

4) Kakšno prezračevanje se vam zdi primerno za prenove starih objektov?

Pri obsežnejših prenovah, ko se menjajo okna in tlaki se lepo normalno vgradi klasično centralno prezračevanje iz plastičnih ali kovinskih cevi in prezračevanje z rekuperatorjem.

Za prenove, kjer ni gradbenih del (štemanja), se postavijo lokalni rekuperatorji. Te zadeve ima pri nas Lunis, ki ima precej zanimivo rešitev podobno klasičnemu ventilatorju. Določena podjetja imajo klasične stenske rekuperatorje za vsak prostor posebej.

5) Se vam zdi pomembno da pri prenovah in gradnjah novih objektov prisostvujejo strokovnjaki?

Seveda. Je pa težko določiti kdo je strokovnjak.

6) Ali se vam zdi da se ljudje premalo zavedamo pomena prezračevanja?

Tu se stvar spreminja s svetlobno hitrostjo. Pri nas skoraj vsaka stranka že v naprej ve, da bo prezračevala stavbo. Pet let nazaj je bila to eksotika.

7) Kakšno je vaše mnenje o prezračevanju zgradb v Sloveniji?

Kolikor vem, se pri prenovah šol in vrtcev večinoma vgrajujejo prezračevalni sistemi z vračanjem toplote (rekuperacija). Novogradnje hiš, ki jih načrtujemo, imajo v 80% načrtovano prezračevanje.

8) Se vam zdi, da je v Sloveniji zavedanje ljudi, da potrebujejo urejeno prezračevanje, slabo?

Težko odgovorim. Naše stranke se večinoma zavedajo. Pri novogradnjah stanovanjskih hiš je nekje 70%, ki se jih zaveda in 30 %, ki se jih ne. Pri prenovah hiš je ramerje 50/50. V stanovanjskih blokih je po moje razmerje 20/80. To so moje ocene.

9) V kolikšnem časovnem obdobju se nam povrnejo stroški prezračevalnega sistema pri prihranku energije?

A to je izpitno vprašanje? To bi moral že nekaj računat.

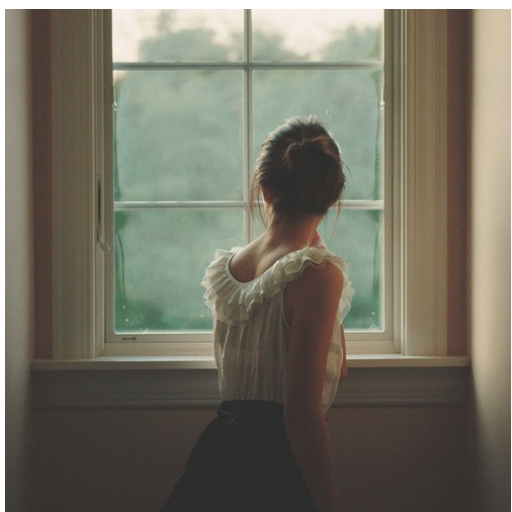
Kdaj se povrne je odvisno od zrakotesnosti stavbe. Splošno se govori, da v povprečju prezračevalne izgube znašajo 30 % vseh izgub. Povprečna hiša porabi 6,5 l olja kar je 7 €/m² stroška ogrevanja. To pomeni, da bi pri dobrem sistemu prihranil 2 €/m². Pri dvesto kvadratih je to 400 € na leto. Sistem te stane od 4000-7000 €. Tako približno bi rekel, da je amortizacijska doba od 10-15 let.

10) Se morda pri večletni uporabi kažejo kakšne slabosti pri sistemu prezračevanja nizkoenergijskih in pasivnih hiš?

Če je dobro sprojektirano, potem ne. Izvajalci pravijo, da če uporabljaš iste cevi za hlajenje hiše, lahko pride do kondenzacije v ceveh, na vlago se prime prah in dobiš fine pogoje za rast plesni. Cevi se morajo očistiti in zadeva funkcionira naprej.

14 KAJ MORAMO TOREJ STORITI, DA BO KVALITETA ZRAKA PROSTORU UGODNA ZA NAŠE POČUTJE?

- Zadostno zračenje je nujno potrebno za zagotavljanje zdravih bivalnih in delovnih pogojev.
- Samo naravno zračenje skozi netesnosti ni dovolj.
- Naravno zračimo prostore z odpiranjem oken na stežaj in v enakomernih intervalih.
- Energijsko najbolj učinkovito je kratkotrajno zračenje na prepih.
- Izogibajmo se dolgotrajnemu zračenju pri priprtih oknih.
- Zapirajmo okna v prostorih, kjer se ne zadržujemo daljši čas.
- Centralni sistem za prisilno prezračevanje zagotavlja optimalne bivalne pogoje in varčuje z energijo, zahteva pa redno in kakovostno vzdrževanje.
- Centralnemu sistemu za prisilno prezračevanje lahko prigradimo tudi napravo za hlajenje in s tem tudi v poletnem času zagotovimo dobre bivalne pogoje.



Slika 79: dekle pri oknu



Slika 78: življenje ob oknu

15 ZAKLJUČEK

Na koncu raziskovanja lahko potrdiva vse točke hipoteze in z gotovostjo napiševa, da je dobro prezračevanje prostorov eden bistvenih pogojev za dobro počutje v prostoru in za naše zdravje. Ali kot pravi najin intervjuvanec, projektant nizkoenergijskih hiš Črtomir Reberšak: Slab zrak je slaba volja! Seveda povzroča prezračevanje prostorov toplotne izgube v stavbah, vendar se te zmanjšujejo na najmanjšo možno mero z uvedbo prisilnega prezračevanja z izmenjevalniki toplote, ki jih vgrajujemo v nove nizkoenergijske zrakotesne objekte. Stare zgradbe prezračujemo klasično, z naravnim prezračevanjem. Preučili sva tudi najučinkovitejše načine takšnega prezračevanja skozi okna in vrata. Velike težave se v zadnjem desetletju kažejo pri starih zgradbah s saniranim zunanjim ovojem, ki je po obnovi skoraj popolnoma zrakotesen in zato se mnogokrat v njih pojavlja slab zrak in plesen. Tudi za to težavo obstaja več rešitev- redno, pravilno zračenje ali vgradnja mehanske prezračevalne naprave. Morda se ljudje še vedno premalo zavedamo nujnosti zagotavljanja svežega zraka v prostorih, vendar so tako projektanti in kot tudi investitorji vedno bolj ozaveščeni o tej problematiki. Ostaja še vprašanje, ki bi ga lahko vrgli na tehniko: So pomembnejši prihranki energije ali svež zrak v prostoru? Odgovor se glasi: Lahko imamo oboje hkrati!

16 VIRI IN LITERATURA

- OGREVANJE, Ivo Klevže
- Obnovimo si staro hišo, Heimann Erich, 2000
- Varčevanje z energijo, Bose Heinz Karl , 1980
- Centralno ogrevanje obnova in opravila , Ammeln H. Von , 1979
- Sašo medved toplotna tehnika v zgradbah 1993
- GRADNJA Z LESOM, izzivi in priložnosti za Slovenijo, Manja Kitek Kuzma 2009
- Članki
- Intervju z Črtomirjem Reberšakom
- Internet:
 - Wikipedia
 - <http://www.mik-ce.si/>
 - <http://www.kronoterm.com/produkti/prezracevanje/?gclid=Clr8-d-Lnr0CFZShAoduGAA2g>
 - <http://www.thefreedictionary.com/ventilation>

17 ZAHVALA

Najprej bi se radi zahvalili najini mentorici Marjeti Petriček za pomoč, pregled besedila in usmerjanje pri izdelovanju raziskovalne naloge.

Zahvaljujemo se tudi profesorju Igorju Kastelicu za koordiniranje in navodila.

Zahvaljujemo se gospodu Črtomirju Reberšaku, ki je bil pripravljen sodelovati in se pozitivno odzvati na najina vprašanja.

Za lektoriranje se zahvaljujemo Jeri Petriček Hrastnik.