



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



## Prezračevanje stavb in energetska učinkovitost

Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo eksergije, INOVEKS d.o.o.  
Cesta 2. grupe odredov 17, 1295 Ivančna Gorica, info@inoveks.si

### Povzetek

V prispevku prikazujemo osnovne zahteve glede prezračevanja stavb, ki jih opredeljuje zakonodaja. Predstavljen je termodinamični vidik učinkovitosti prenosnikov toplote. Predstavljena je razlika med rekuperativnimi, regenerativnimi ter mešalnimi prenosniki toplote. V nadaljevanju je predstavljena razlika med centralnim in lokalnim prezračevalnim sistemom. Predstavljena sta tudi dva tipa lokalnih prezračevalnih sistemov. Na koncu je podana tehnična in ekonomska analiza vgradnje lokalnega prezračevalnega sistema v energetske sanirano stavbo, ki smo jo analizirali v prispevku Kako se pravilno lotiti energetske sanacije tipične stanovanjske hiše? [1].

### UVOD

Ker človek preživi veliko časa v zaprtih prostorih, je zelo pomembno, da ima zagotovljeno ustrezno bivalno okolje. Poleg toplotnega okolja, ki v osnovi združuje predvsem zagotavljanje ustrezne temperature notranjih površin prostora, ustrezno temperaturo zraka v prostoru ter ustrezno gibanje zraka brez občutka prepaha, je zelo pomembno, da poskrbimo tudi za ustrezno kakovost zraka. Osnovne informacije o kakovosti zraka so podane v viru [2].

Običajno svež zrak v stavbo nekontrolirano vteka skozi porozne površine sten, špranje pri stavbnem pohištvu ter pri odpiranju oken. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah [3] v tehnični smernici TSG-1-004:2010 [4] predpisuje, da je potrebno v stavbah zagotavljati ustrezno zrakotesnost. Zato je potrebno v stavbe vgrajevati okna in vrata, ki imajo zagotovljen razred zrakotesnosti za kar morajo prodajalci zagotoviti ustrezno izjavo. Okna in balkonska vrata, ki so vgrajena v enoetažne ali dvoetažne stavbe ter vrata vgrajena v prvem ali drugem nadstropju stavbe morajo izpolnjevati vsaj pogoje razreda 2 po standardu SIST EN 12207. Zrakotesnost stavbe brez mehanskega prezračevanja, ki je merjena po standardu SIST EN 13829 ne sme presežati treh izmenjav zraka na uro pri tlačni razliki 50 Pa.

Tehnična smernica TSG-1-004:2010 predpisuje tudi parametre prezračevanja glede energijske učinkovitosti. V kolikor v stavbah ni možno izvesti naravnega prezračevanja za doseganje ustrezne kakovosti zraka, ki ga predpisuje Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb [5], se sme projektirati sistem mehanskega prezračevanja. Vse prezračevalne naprave morajo imeti vgrajene prenosnike toplote za vračanje toplote s temperaturnim izkoristkom nad 65 %. V kolikor je stavba nizkoenergijska je potrebno imeti še boljše prenosnike toplote, in sicer je potrebno vgraditi naprave za vračanje

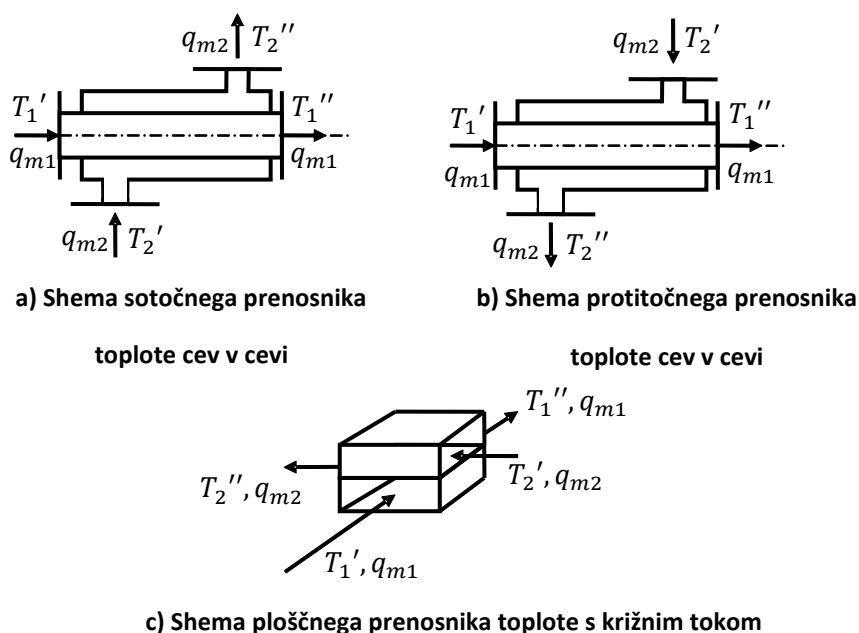
toplote s temperaturnim izkoristkom nad 65 %. V tehnični smernici je tudi zapisano, da je potrebno za izračun toplote za kondicioniranje stavbe upoštevati ustrezno izmenjavo zraka, pri čemer znaša le-ta za stanovanjske stavbe najmanj 0,5 izmenjave na uro oziroma skladno s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb.

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb med drugim določa, da mora biti zrak v prostoru svež in prijeten, brez vonjav in ne sme ogroziti zdravja ljudi v prostoru. Najmanjši potrebni vtok zunanjega zraka je  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  na osebo v prostorih, kjer kajenje ni dovoljeno, brez upoštevanja drugih virov onesnaževanja notranjega zraka in pri učinkovitosti prezračevanja ena. V času prisotnosti ljudi v prostorih stavbe, ki so namenjeni za delo in bivanje ljudi, je treba dosegati volumsko izmenjavo zraka 0,5 izmenjave na uro. V času odsotnosti ljudi v prostorih stavbe, ki so namenjeni za delo in bivanje ljudi, je treba zagotoviti in vzdrževati izmenjavo zraka najmanj 0,2 izmenjave na uro za odstranitev emisij stavbe in preprečitev drugih škodljivosti (npr. pojav kondenzacije). V stavbah z vgrajenimi mehanskimi sistemi za prezračevanje in v prostorih z višino stropov nad 3,5 m je zahtevana volumska izmenjava zraka lahko manjša, seveda le ob doseganju parametrov za notranje okolje v bivalni coni prostora.

Že iz samih pravilnikov sledi, da je za učinkovito rabo energije za prezračevanje potrebno vgraditi prenosnike toplote, ki poskrbijo za vračanje toplote odpadnega zraka.

## PRENOSNIKI TOPLOTE IN NJEGOVA TEMPERATURNNA IN TOPLOTNA UČINKOVITOST

Prenosnik toplote je naprava, ki omogoča prenos toplote z enega toka tekočine na drugi tok tekočine. Glede na to, kako sta med seboj tekočini ločeni, razlikujemo **rekuperativne** prenosnike toplote, kjer sta tokova tekočin ločena s trdno steno, **regenerativne** prenosnike toplote, kjer je prenosnik nekaj časa v grelni tekočini, nekaj časa pa v hladilni tekočini (Ljungströmov prenosnik) ter **mešalne** prenosnike toplote, kjer ni neposrednega stik obeh tekočin (vlažen zrak in vodne kapljice). Glede na način vodenja tekočinskih tokov skozi prenosnik toplote poznamo sotočne prenosnike toplote, protitočne prenosnike toplote in križnotočne prenosnike toplote (Slika 1).



Slika 1: Shematični prikaz prenosnikov toplote glede na vodenje tekočinskih tokov [6]

Osnovna enačba prenesenega toplotnega toka  $\dot{Q}$  iz ene tekočine na drugo je definirana z enačbo:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \quad (1)$$

kjer je  $k$  toplotna prehodnost,  $A$  prenosna površina,  $T_1$  površinska temperatura prenosnika na strani grelna tekočine in  $T_2$  površinska temperatura prenosnika na strani hladilne tekočine. Entalpijska bilanca tekočinskih tokov pa je:

$$\dot{Q} = q_{m1}(h_1' - h_1'') = q_{m2}(h_2'' - h_2') \quad (2)$$

kjer je  $q_m$  masni pretok in  $h$  specifična entalpija. Pri tem smo vstop tekočine označili z eno črtico ('), izstop tekočine pa z dvema črticama (''). Enačbo lahko zapišemo tudi z:

$$\dot{Q} = q_{V1} \cdot \rho_1 \cdot c_{p1}(T_1' - T_1'') = q_{V2} \cdot \rho_2 \cdot c_{p2}(T_2'' - T_2') \quad (3)$$

V zgornji enačbi  $c_p$  specifična toplota tekočine pri konstantnem tlaku  $p$ ,  $q_V$  pa volumski pretok. Enačbo lahko zapišemo tudi s toplotnimi kapacitetami tekočin  $\dot{W}$ :

$$\dot{Q} = \dot{W}_1(T_1' - T_1'') = \dot{W}_2(T_2'' - T_2') \quad (4)$$

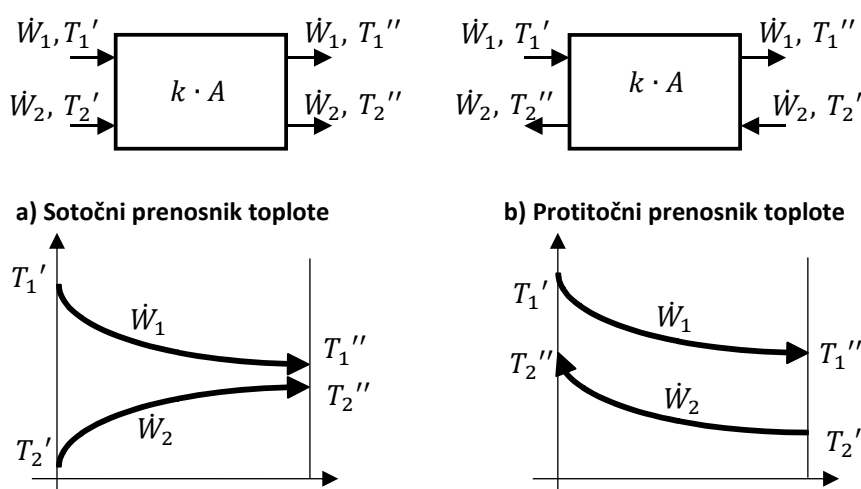
Toplotna kapaciteta  $\dot{W}_1$  je tako definirana:

$$\dot{W}_1 = q_{V1} \cdot \rho_1 \cdot c_{p1} \quad (5)$$

Toplotna kapaciteta  $\dot{W}_2$  je definirana:

$$\dot{W}_2 = q_{V2} \cdot \rho_2 \cdot c_{p2} \quad (6)$$

Učinkovanje prenosnika toplote je dano s prenosno sposobnostjo  $k \cdot A$ . Za poljuben prenosnik toplote (Slika 2) je prikazano šest vplivnih veličin:  $k \cdot A$ ,  $T_1' - T_1''$ ,  $T_2'' - T_2'$ ,  $\dot{W}_1$ ,  $\dot{W}_2$  in  $T_1' - T_2'$ .



Slika 2: Vplivne veličine in temperaturni potek v prenosniku toplote [6]

Ker se temperaturne razlike grelnega in hladilnega medija vzdolž prenosnika toplote spreminjajo, se za prenosnik toplote upoštevajo srednje logaritemske temperature  $\Delta T_s$ , ki nadomestijo spremenljivo temperaturno razliko vzdolž prenosnika toplote:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta T_s \quad (7)$$

Srednja logaritemska temperatura je za protitočni prenosnik toplote definirana z izrazom:

$$\Delta T_s = \frac{(T_1' - T_2'') - (T_1'' - T_2')}{\ln \frac{T_1' - T_2''}{T_1'' - T_2'}} \quad (8)$$

V primeru križnega in kombiniranega toka tekočin pa je srednja temperatura prenosnika toplote definirana z izrazom:

$$\Delta T = \Delta T_{s,protitok} \cdot \varepsilon(P, R) \quad (9)$$

V zgornji enačbi je  $\varepsilon$  faktor popravka za križni in kombinirani tok, ki je odvisen od parametrov  $P$  in  $R$ . **Parameter  $P$**  imenujemo tudi **temperaturna učinkovitost prenosnika toplote**, ki je definirana z izrazom:

$$P = \frac{T_2'' - T_2'}{T_1' - T_2'} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_{\max}} \quad (10)$$

Drugi parameter, ki vpliva na popravek  $\varepsilon$ , pa predstavlja razmerje toplotnih kapacitet hladilne in grelne tekočine:

$$R = \frac{\dot{W}_2}{\dot{W}_1} \quad (11)$$

Če ima grelna tekočina manjšo toplotno kapaciteto od hladilne ( $\dot{W}_1 = \min(\dot{W}_1, \dot{W}_2)$ ), je **toplotna učinkovitost prenosnika toplote  $\eta$**  definirana z izrazom:

$$\eta = \frac{\dot{W}_1 (T_1' - T_1'')}{\dot{W}_{\min} (T_1' - T_2')} \quad (12)$$

Če pa ima hladilna tekočina najmanjšo toplotno kapaciteto ( $\dot{W}_2 = \min(\dot{W}_1, \dot{W}_2)$ ), je **toplotna učinkovitost prenosnika toplote  $\eta$**  definirana z izrazom:

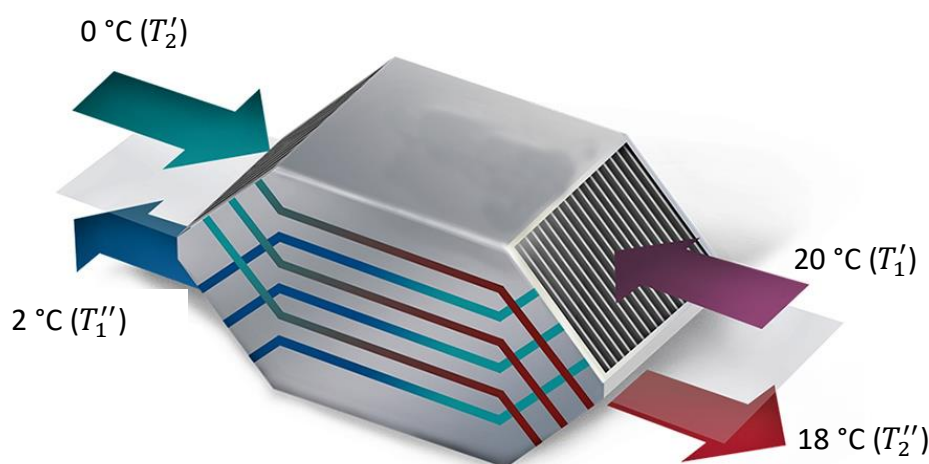
$$\eta = \frac{\dot{W}_2 (T_2'' - T_2')}{\dot{W}_{\min} (T_1' - T_2')} \quad (13)$$

Iz primerjave med enačbama (12) in (13) je razvidno, da je temperaturna učinkovitost  $P$  enaka toplotni učinkovitosti prenosnika toplote  $\eta$ , če ima hladilna tekočina manjšo toplotno kapaciteto. V tem primeru je dejanski preneseni toplotni tok prenosnika toplote enak:

$$\dot{Q} = \eta \cdot \dot{W}_{\min}(T_1' - T_2') \quad (14)$$

## REKUPERATOR TOPLOTE

Rekuperator toplote je torej prenosnik toplote, kjer tekočini med izmenjavo toplote ne prideta v neposreden stik. Slika 3 prikazuje rekuperator. V rekuperator s pomočjo ventilatorja vteka zrak iz prostora s temperaturo 20 °C, s pomočjo drugega ventilatorja pa vteka tudi zunanji zrak s temperaturo 0 °C. V samem prenosniku toplote pride do izmenjave toplote s toplega na hladni zrak. V okolico tako izpustimo notranji zrak, ohlajen s temperature 20 °C na 2 °C, v prostor pa vteka svež zrak, ki se ogreje iz 0 °C na 18 °C.



Slika 3: Rekuperator toplote [7]

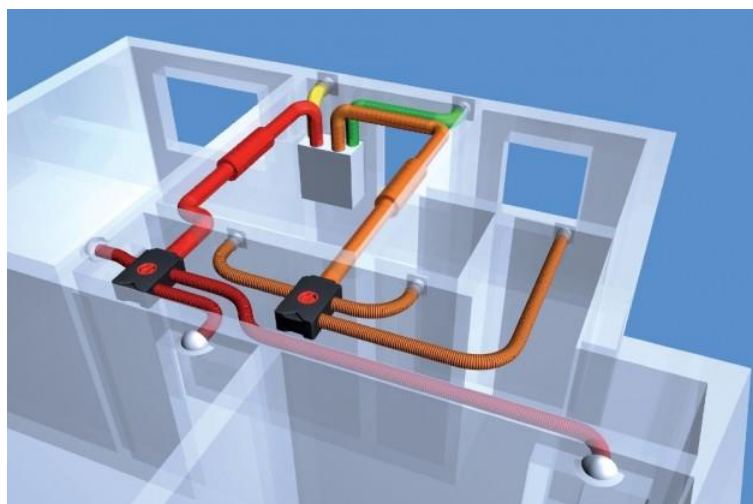
Če imamo oba tokova tekočine enaka, potem lahko za zgornji primer izračunamo temperaturno učinkovitost  $P$  rekuperatorja:

$$P = \frac{T_2'' - T_2'}{T_1' - T_2'} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_{\max}} = \frac{18}{20} = 0,9 \quad (15)$$

## MEHANSKO (PRISILNO) PREZRAČEVANJE OBJEKTA

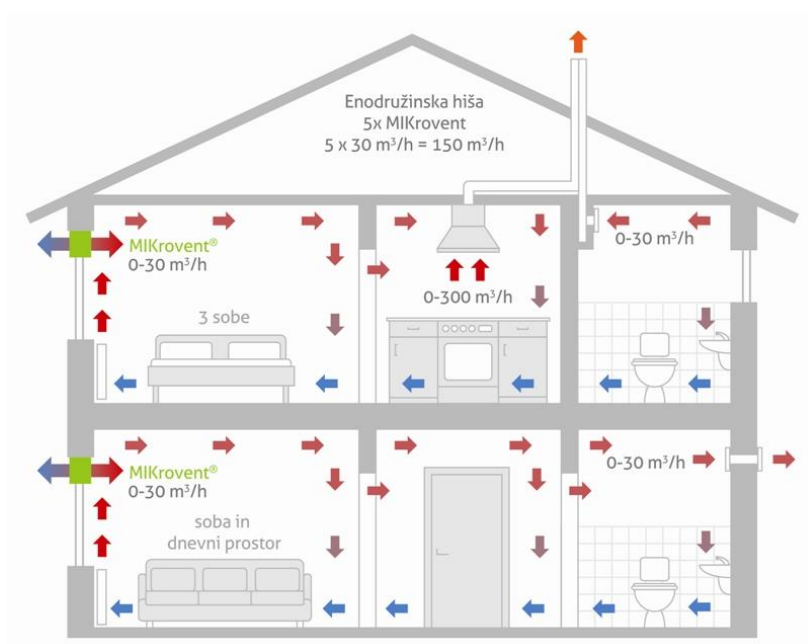
Pri mehanskem prezračevanju vteka svež zrak v prostor in iz njega odteka onesažen zrak v okolico s pomočjo mehanskega dela ventilatorskih naprav. Za učinkovito prezračevanje mora biti prisotnega čim manj nekontroliranega prezračevanja skozi netesnosti gradbenih konstrukcij stavbe. Vgradimo lahko centralni prezračevalni ali pa lokalni prezračevalni sistem.

Pri centralnem prezračevanju imamo usklajen sistem za vtok svežega zraka v prostor in odtok zraka iz prostora, ki zagotavlja ustrezno kakovost zraka. Glede na namembnost je lahko prezračevani prostor v podtlaku ali nadtlaku glede na sosednje prostore. Potreben je kanalski razvod od posameznih prostorov do centralne dovodne/odvodne naprave. Centralni prezračevalni sistem lahko poskrbi tudi za ogrevanje objekta (klimatski sistem). Slika 4 prikazuje centralni prezračevalni sistem, ki je vgrajen v montažno hišo. Sveži okoliški zrak se dovaja skozi rekuperator v bivalne prostore (spalnica, otroške sobe, dnevna soba ...). Hkrati se zrak odvaja iz prostorov v katerih želimo nekoliko podtlaka, da se prepreči npr. širjenje vonjav (kopalnica, kuhinja ...) in se ga vodi preko rekuperatorja nazaj v okolico. V rekuperatorju pride do izmenjave toplote med toplim in hladnim tokom zraka in s tem do hlajenja toplega toka zraka ter do ogrevanja hladnega toka zraka.



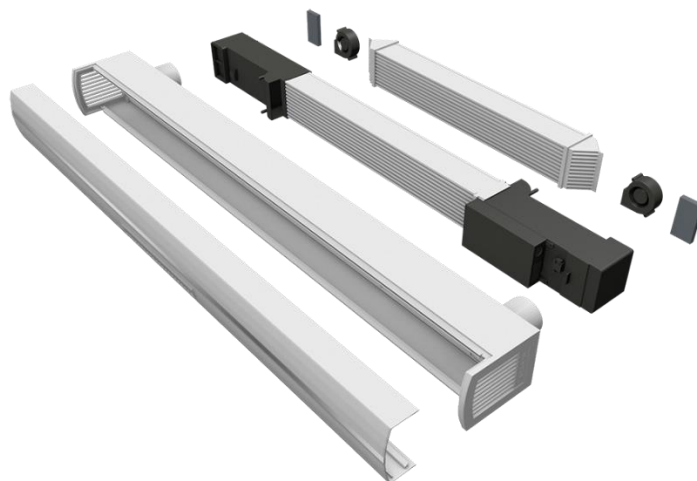
Slika 4: Centralni prezračevalni sistem [8]

Pri lokalnem prezračevalnem sistemu pa namestimo več lokalnih prezračevalnih naprav. Slika 5 prikazuje lokalni prezračevalni sistem slovenskega proizvajalca. S pravilno postavitvijo dovoljšnega števila lokalnih prezračevalnih naprav dosežemo ustrezno količini zraka za prezračevanje.



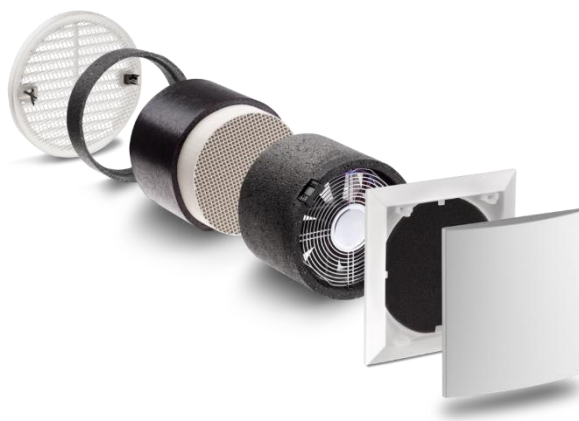
Slika 5: Lokalni prezračevalni sistem [9]

Slika 6 prikazuje sestavo lokalnega prezračevalnega sistema. Svež in notranji zrak potujeta v lokalnem prezračevalnem elementu po ločenih kanalih do prenosnika toplote, kjer pride do izmenjave toplote. Deklarirana temperaturna učinkovitost, merjena po standardu EN 308 je do 87 %.



Slika 6: Lokalni prezračevalni sistem [10]

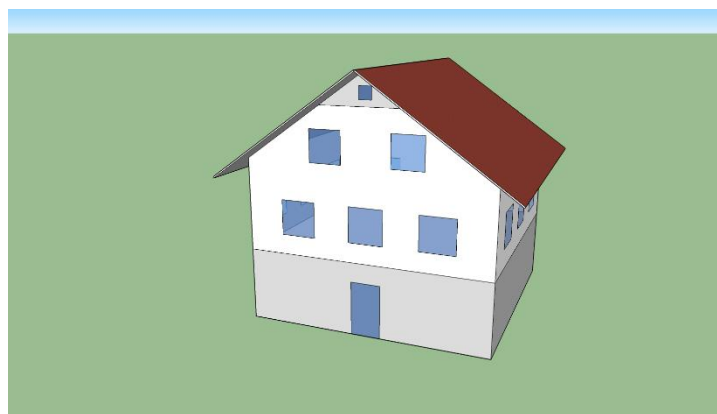
Slika 7 prikazuje drug tip lokalnega prezračevalnega sistema. Ta deluje na principu regenerativne izmenjave toplote, kjer je prenosnik nekaj časa v grelni tekočini, nekaj časa pa v hladilni tekočini. To se doseže tako, da se s pomočjo ventilatorja menja smer toka zraka. Keramični hranilnik toplote je nameščen na sredino zračnega toka. V keramični hranilnik se najprej akumulira toplota z zrakom, ki s pomočjo ventilatorja izteka iz prostora. Ko se prenosnik ogreje, zamenjamo smer zračnega toka. Akumulirana toplota se v tej fazi odda svežemu zraku. Pri tem se keramični hranilnik toplote ohladi. Ta cikel nato ponavljamo nepretrgoma. Deklarirana temperaturna učinkovitost prenosnika je 85 %.



Slika 7: Lokalni prezračevalni sistem [11]

## **ANALIZA VGRADNJE LOKALNEGA PREZRAČEVALNEGA SISTEMA V ENERGETSKO SANIRANO HIŠO**

V prispevku Kako se lotiti energetske sanacije tipične stanovanjske hiše? [1] smo prikazali pravilno energetsko sanacijo hiše pri kateri smo sanirali zunanji ovoj in stavbno pohištvo. Za prikaz smo izbrali hišo brez izolacije, ki se nahaja v kraju Trebnje. Slika 8 prikazuje 3D model analizirane hiše. Objekt ima enake gabarite, kot so bili prikazani v prejšnjem prispevku. Objekt ima neogrevano klet (označeno na sliki s sivo barvo), a hkrati zasedeno prvo nadstropje in mansardo (označeno na sliki z belo barvo).



Slika 8: 3D model analizirane hiše

Tabela 1 prikazuje osnovne lastnosti hiše. Pri preračunu bomo upoštevali, da je hiša polno zasedena, pri čemer so vsi zasedeni prostori tekom ogrevalne sezone vse dni ogrevani 24 ur na dan na notranjo temperaturo zraka 20 °C. V mansardi je na strop nameščeno 12 cm izolacije, vendar se ni posvečalo pozornosti pravilni izvedbi strešne konstrukcije oziroma namestitvi parne zapore.

Tabela 1: Lastnosti analizirane hiše

leto gradnje	1975
v uporabi	1. nadstropje in mansarda
dimenzije stavbe	10 x 10 m (P+1) etažna višina 3 m naklon strehe 35° slemenska lega sever – jug
neto uporabna površina stavbe	$A_u = 180,00 \text{ m}^2$
bruto ogrevana prostornina	$V = 505,00 \text{ m}^3$
neto ogrevana prostornina	$V = 404,00 \text{ m}^3$
površine toplotnega ovoja stavbe	$A_{sten} = 151,4 \text{ m}^2$ $A_{oken} = 30,8 \text{ m}^2$ $A_{tal} = 100 \text{ m}^2$ $A_{strehe} = 113,9 \text{ m}^2$

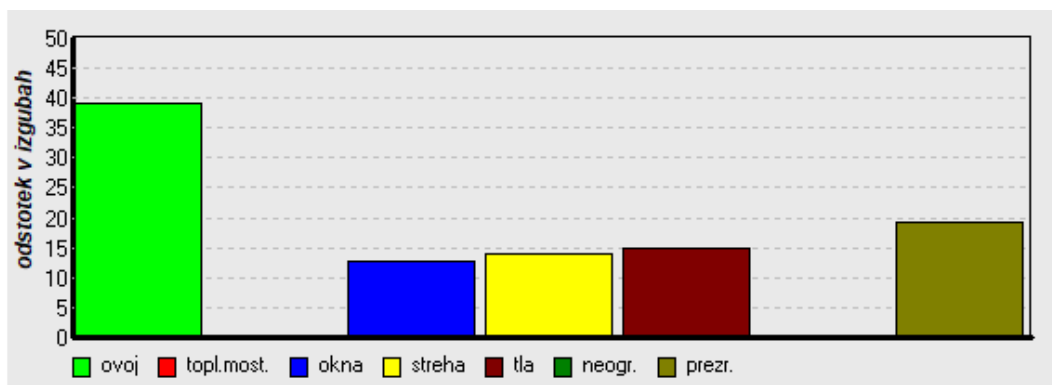
Tabela 2 prikazuje sestavo posameznih konstrukcij pred energetske sanacije, ki so bile analizirane v preračunu.

Tabela 2: Lastnosti konstrukcij (od notranjosti navzven)

Sestava stene	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podaljšana apnena malta 1800 – 1 cm</li> <li>2. Apnena malta 1600 – 1,5 cm</li> <li>3. Mrežasta in votla opeka 1200 – 29 cm</li> <li>4. Pigmentna fasadna malta – 0,7 cm</li> </ol>
Sestava tal (do hidroizolacije)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Keramične ploščice 1 cm</li> <li>2. Cementni estrih 6 cm</li> </ol>
Sestava strehe (od notranji strani do zunanjega zraka)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lesena obloga 1,5 cm</li> <li>2. Mineralna volna 12 cm</li> </ol>
Okna	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Starejša, vezana okna:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 30 % okvirja, <math>U=1,75 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> <li>b. 70 % stekla, <math>U=2,3 \text{ W/m}^2\text{K}</math></li> </ol> </li> </ol>



Po preračunu objekta, skladnega s Pravilnikom u učinkoviti rabi energije in pripadajoči tehnični smernici [3, 4] smo ugotovili, da bi za stalno ogrevanje objekta pozimi na 20 °C potrebovali 35823 kWh primarne energije oziroma 32567 kWh dovedene energije, kar ustreza 3231 l kurilnega olja na sezono. Slika 9 prikazuje graf toplotnih izgub po posameznih konstrukcijah, ki se zelo razlikuje od grafa v prvem prispevku [12]. Največ toplote se pri izhodiščnem stanju izgubi skozi ovoj oziroma stene (39 %), **čemu sledijo toplotne izgube zaradi prezračevanja (19,1 %)**, nato sledijo izgube skozi tla (15 %), šele nato sledi izguba toplote skozi streho (14 %) in nato izguba toplote skozi okna (12,9 %).



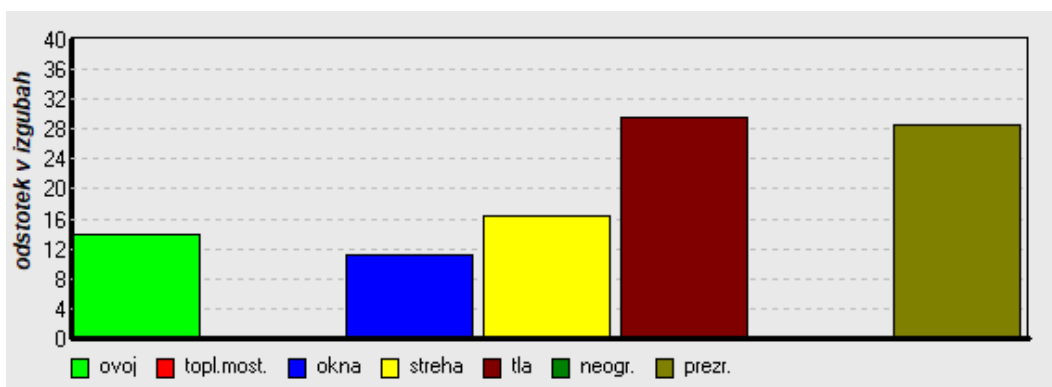
Slika 9: Toplotne izgube neizoliranega objekta v odstotkih po površinah

Po izračunih smo se v odločili za integralni scenarij sanacije objekta, ki obsega:

- namestitev 12 cm grafitnega stiropora na zunanje stene,
- vgradnjo trislojnih oken s toplotno prehodnostjo stekel  $U = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  in PVC okvirjem,
- vgradnjo 10 cm toplotne izolacije in parne zapore na streho,
- tal ne saniramo.

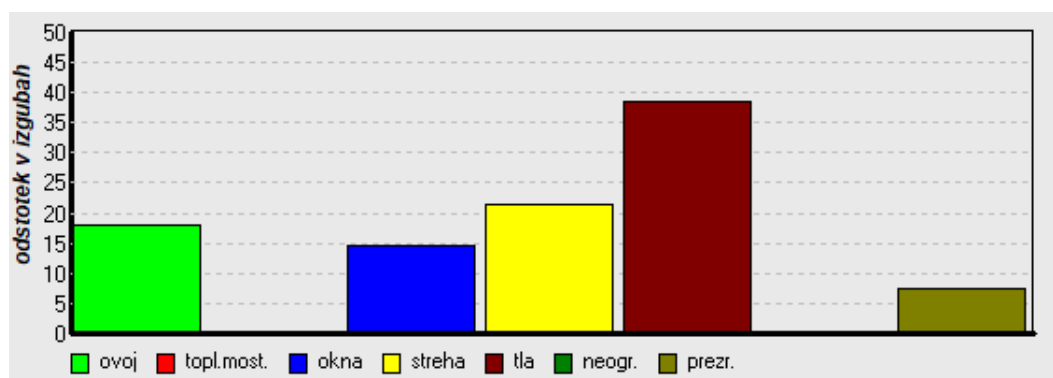
S takim ukrepom dosežemo, da bi za stalno ogrevanje objekta potrebovali 16849 kWh primarne energije oziroma 15317 kWh dovedene energije, kar ustreza 1520 l kurilnega olja na sezono. Ta ukrep torej prinaša prihranek približno 1711 l kurilnega olja na sezono. Ob trenutni ceni ELKO, ki znaša 0,969 EUR/l to pomeni prihranek 1.658 EUR na sezono. Ob predvidenem strošku, ki za tak ukrep znaša približno 21.500 EUR, je enostavna vračilna doba približno 12,9 let.

Integralna sanacija prinaša uskladitev toplotnih izgub po površinah (Slika 10). Iz slike sledi, da je naslednji ukrep, ki bi bil najbolj smiselni, vgradnja prezračevalnega sistema z rekuperacijo in pa sanacija tal.



Slika 10: Toplotne izgube saniranega objekta

Pri energetsko sanirani hiši sedaj vgradimo še lokalno prezračevanje s temperaturno učinkovitostjo 0,8. Pri tem ohranimo izmenjavo zraka 0,5 izmenjave zraka na uro, kot smo jo imeli do sedaj. Pri tem predpostavimo, da je hiša dovolj tesna, da ne prihaja do dodatne infiltracije. S takim ukrepom dosežemo, da bi za stalno ogrevanje objekta potrebovali 12253 kWh primarne energije oziroma 11139 kWh dovedene energije, kar ustreza 1105 l kurilnega olja na sezono. Ta ukrep torej prinaša prihranek približno 410 l kurilnega olja na sezono. Ob trenutni ceni ELKO, ki znaša 0,969 EUR/l to pomeni prihranek 397 EUR na sezono. Ob predvidenem strošku, ki za tak ukrep znaša približno 5.000 EUR, je enostavna vračilna doba približno 12,6 let. Slika 11 prikazuje odstotek toplotnih izgub po sanaciji in vgradnji prezračevalnega sistema. Iz slike sledi, da je naslednji ukrep, ki bi bil najbolj smiseln, sanacija tal.



Slika 11: Toplotne izgube saniranega objekta z vgrajenim prezračevalnim sistemom

## ZAKLJUČEK

V prispevku smo prikazali osnovne tipe ter preračun karakteristik prenosnikov toplote, ki jih lahko uporabimo za vračanje toplote pri prezračevalnih sistemih. Analizirali smo vgradnjo lokalnega prezračevalnega sistema v energetsko sanirano hišo. Ugotovili smo, da s tem ukrepom, poleg izboljšane kakovosti zraka v prostorih, dosežemo tudi signifikantne prihranke pri dovedeni energiji, ki v našem primeru znaša 4128 kWh. V analiziranem prispevku se ogrevamo na kurilno olje. To pomeni, da letno, pri trenutni ceni kurilnega olja 0,969 EUR/l, prihranimo okoli 410 EUR. Pri vgradnji lokalnega prezračevalnega sistema, ki bi stal 5.000 EUR to pomeni vračilno dobo 12,6 let. Ta vračilna doba velja za analizirani primer. V primeru drugačne rabe energije pred sanacijo ter drugačnih bivanjskih navad je ta številka lahko precej drugačna.

**Skrb za kakovosten zrak v prostorih pomeni tudi skrb za zdravje uporabnikov teh prostorov. Zato bi morali temu posvečati vso pozornost tako v energetsko saniranih kot energetsko nesaniranih stavbah! Varčevanje z energijo na račun zdravja uporabnikov prostora ni smiselno niti upravičeno.**

## LITERATURA

- [1] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kako se pravilno lotiti energetske sanacije tipične stanovanjske hiše?* [na spletu]. 2019. Dostopno: [https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/02\\_Kako\\_se\\_pravilno\\_lotiti\\_energetske\\_sanacije\\_tipicne\\_stanovanjske\\_hise.pdf](https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/02_Kako_se_pravilno_lotiti_energetske_sanacije_tipicne_stanovanjske_hise.pdf)
- [2] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kakovost zraka v prostoru* [na spletu]. 2019. Dostopno: [https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/09\\_Kakovost\\_zraka\\_v\\_prostoru.pdf](https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/09_Kakovost_zraka_v_prostoru.pdf)
- [3] URADNI LIST RS. *Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah* [na spletu]. 2010. Dostopno: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/98727>
- [4] MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR. *Tehnična smernica TSG-1-004:2010. Učinkovita raba energije*. 2010
- [5] URADNI LIST RS. *Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb*. 2002
- [6] MUHIČ, Simon in Bogdan BLAGOJEVIČ. *Tehniška termodinamika*. Novo mesto: Fakulteta za tehnologije in sisteme, 2016. ISBN 978-961-6770-34-7.
- [7] MENERGA D.O.O. *Rekuperator ali regeneratorski – kovinski ali iz umetne mase?* [na spletu]. [dostopano 22. 08. 2019]. Dostopno: <https://www.menerga.si/blog/2016/11/15/rekuperator-regenerator-kovinski-umetna-masa-polipropilen/>
- [8] MARLES D.O.O. *Prezračevanje z rekuperacijo* [na spletu]. [dostopano 22. 08. 2019]. Dostopno: <https://www.marles.com/hise/tehnice-vsebine/prezracevanje-z-rekuperacijo/prezracevanje-z-rekuperacijo>
- [9] MIK CELJE D.O.O. *Kako deluje prezračevalni sistem MIKrovent?* [na spletu]. [dostopano 22. 08. 2019]. Dostopno: [http://www.mik-ce.si/okna/garancija-in-servis/mikova-svetovalna-rubrika/vprasanje-in-odgovor/?tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=1095&cHash=00c38abc567f5611466c57a7ed088f16](http://www.mik-ce.si/okna/garancija-in-servis/mikova-svetovalna-rubrika/vprasanje-in-odgovor/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=1095&cHash=00c38abc567f5611466c57a7ed088f16)
- [10] MIK CELJE D.O.O. *MIKrovent 30* [na spletu]. [dostopano 22. 08. 2019]. Dostopno: <http://mikrovent.io/en/mikrovent30/>
- [11] LUNOS D.O.O. *Rekuperacija e2* [na spletu]. [dostopano 22. 08. 2019]. Dostopno: <https://lunos.si/prezracevalni-sistem-lunos/rekuperacija-e2/rekuperacija-e2-lunos>
- [12] INŠTITUT ZA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE IN UČINKOVITO RABO EKSERGIJE INOVEKS D.O.O. *Kako se pravilno lotiti energetske sanacije energijsko zelo potratne hiše?* [na spletu]. 2019. Dostopno: [https://www.inoveks.si/images/inUREinOVE/strokovniprispevki/01\\_Kako\\_se\\_pravilno\\_lotiti\\_energetske\\_sanacije\\_potratne\\_hise.pdf](https://www.inoveks.si/images/inUREinOVE/strokovniprispevki/01_Kako_se_pravilno_lotiti_energetske_sanacije_potratne_hise.pdf)

## OPOMBA

Operacija Informiranje in ozaveščanje o potencialu učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije za sonaravni razvoj (in.OVE.in.URE) je bila potrjena na drugem Javnem pozivu za izbor operacij za uresničevanje ciljev Strategije lokalnega razvoja na območju LAS STIK v letu 2017.