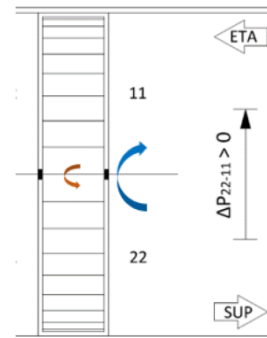


## Omejevanje puščanja zraka preko regenerativnih prenosnikov toplote zrak-zrak (t.i. rotorji, oz. entalpijska kolesa)

Do danes (julij 2020) še ni bilo dokumentiranega izbruha SARS-CoV-2 zaradi prenosa aerosola skozi sistem prezračevanja ali klimatsko napravo<sup>1</sup>. Posledično je širjenje okužb zaradi uhajanja zraka prek rotacijskega toplotnega izmenjevalnika (RHE) zelo malo verjetno. Poleg tega je uporaba RHE pomembna za zagotavljanje primernih pogojev (temperature in vlažnosti) ter zagotavljanja dovoda svežega zraka v stavbo, zaustavitev rotorja pa nebi odpravila puščanja. Ker zdravstveni strokovnjaki še naprej preučujejo prenos virusa preko v zraku lebdečih delcev, se naj sprejmejo previdnostni ukrepi za zmanjšanje notranjega uhajanja zraka v prezračevalnih sistemih.

Glavni kazalnik notranjega uhajanja onesnaženega zraka, ki zapusti prostor, v dovodni zrak skozi izmenjevalec, je izražen z razmerjem prenosa odvodnega zraka (angl. Exhaust Air Transfer Ratio - EATR) v %. Kot je prikazano na *Sliki 1*, je EATR odvisen od razlike tlakov med dovodnim zrakom ( $p_{22}$ ) in odvodnim zrakom za entalpijskim kolesom ( $p_{11}$ ), njegova vrednost pa je odvisna od vrste tesnjenja in drugih pogojev. Ugotovljeno je, da tudi hitrost in sektor čiščenja vplivata na EATR. Glavni cilj je ohraniti nadtlak na strani dovodnega zraka in na ta način zagotoviti možno puščanje iz dovodnega v odvodni zrak (obratno pa ne t.j. EATR = 0%). V dobro opremljenih enotah za prezračevanje (AHU) so običajno na voljo tlačna zaznavala za merjenje  $p_{11}$  in  $p_{22}$ .



*Slika 1.  $\Delta P_{22-11}$  v AHU*

Za pravilno zasnovan, nastavljen in vzdrževan rotacijski toplotni izmenjevalnik je puščanja s patogeni onesnaženega odvodnega zraka običajno zelo malo in je v praksi zanemarljivo. Kljub temu pa je pri neustrezni postavitvi ventilatorjev v AHU ali pomanjkanju pravih tlačnih razmer lahko puščanje večje.

## Ukrepi za ohranjanje nizkega puščanja odvodnega zraka

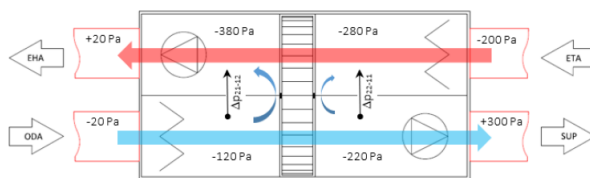
Pretok zraka skozi rotacijski izmenjevalnik je odvisen od številnih dejavnikov (opisanih spodaj). Osebe, ki upravlja objekt, običajno ne vpliva na lokacijo ventilatorjev, vendar pa je treba med zagonom, pregledovanjem in vzdrževanjem sprejeti druge ukrepe za odpravo ali zmanjšanje puščanja.

### Pravilni položaj ventilatorjev

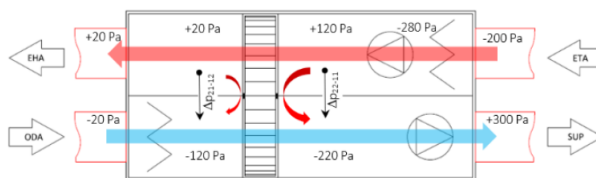
Predpogoj za ohranjanje nizkih notranjih puščanj je pravilno nameščanje ventilatorjev. Razpoložljive konfiguracije položaja ventilatorjev so prikazane na *Slikah 2-5*. Najbolj priporočljiva konfiguracija vključuje oba ventilatorja nameščena za izmenjevalnikom (glej sliko 2). V tej konfiguraciji je s pravilno uravnoteženimi tlaki ( $p_{22-11} > 0$ ) in pravilno nastavljenim sektorjem čiščenja EATR običajno pod 1%. Nasprotno pa najbolj neugodna konfiguracija glede uhajanja vključuje oba ventilatorja na strani prostora (glej sliko 3). V najslabšem primeru lahko za to konfiguracijo znaša EATR 10 - 20%<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>[https://www.hopkinsguides.com/hopkins/view/Johns\\_Hopkins\\_ABX\\_Guide/540747/all/Coronavirus\\_COVID\\_19\\_SARS\\_CoV\\_2\\_?q=aerosol+covid-9](https://www.hopkinsguides.com/hopkins/view/Johns_Hopkins_ABX_Guide/540747/all/Coronavirus_COVID_19_SARS_CoV_2_?q=aerosol+covid-9)

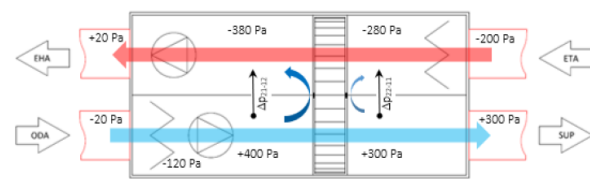
<sup>2</sup> Eurovent priporočila 6-15. Ocena temelji na Eurovent podatkih.



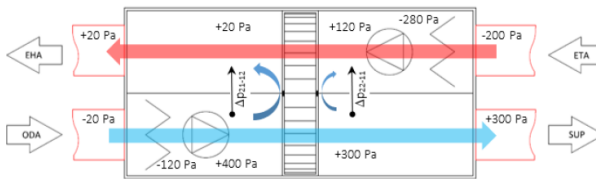
Slika 2. Najboljša konfiguracija. Oba ventilatorja za kolesom



Slika 3. Oba ventilatorja na strani prostora



Slika 4. Oba ventilatorja na zunanji strani



Slika 5. Oba ventilatorja pred izmenjavalcem

### Uravnoveženje tlačne razlike

Naslednji korak za odpravo puščanja je nastavitev pravilnega razmerja med tlaki  $p_{22}$  in  $p_{11}$ . Tlak  $p_{11}$  mora biti vsaj 20 Pa nižji od tlaka  $p_{22}$ . Glede na konfiguracijo ventilatorjev lahko to storite z dušenjem na naslednji način:

- Oba ventilatorja za kolesom (Slika 2): nastavite dušenje odvodnega zraka tako, da bo  $p_{11}$  postal vsaj  $p_{22} - 20$  Pa. Če naprava za nastavitev (npr. dušilnik) ni na voljo v AHU, jo je treba namestiti v kanalsko mrežo.
- Oba ventilatorja na strani prostora (Slika 3): V tem primeru ni možnosti uporabe dušenja.
- Oba ventilatorja na zunanji strani (Slika 4): V tem primeru ni treba uporabljati dušenja.
- Oba ventilatorja pred rotorjem (Slika 5): nastavite dušilnik v dovodnem zraku, tako da bo  $p_{11}$  vsaj  $p_{22} - 20$  Pa. Če naprava za nastavitev (npr. dušilnik) ni na voljo v AHU, jo je treba namestiti v kanalsko mrežo.

### Pravilna uporaba sektorja čiščenja - položaj in nastavitev

Sektor čiščenja je del naprave, ki lahko praktično odpravi puščanje, ki je posledica vrtenja kolesa (prenosa ujetega zraka). Njegova lega in nastavitev (kot) morata biti razporejena v skladu z navodili proizvajalca, odvisno od konfiguracije ventilatorjev in tlačnih razmerij.

### Učinkovito tesnilo rotorja

Tesnjenje na obodu in pri kolesu preprečuje uhajanje zraka z dovodne na odvodno stran. Tesnila so podvržena obrabi in njihovo delovanje se sčasoma poslabša. Med občasnim pregledom je treba preveriti stanje tesnil in jih po potrebi zamenjati v skladu z navodili proizvajalca.

## Metoda za oceno puščanja (EATR) za teste na kraju samem

Natančen preskus notranjega uhajanja zraka mora biti opravljen v laboratoriju. Vendar osnutek novega prihajajočega standarda (prEN 308) ponuja enostavno metodo za oceno EATR z merjenjem temperature, ki se lahko izvede na kraju samem. Preskusni postopek vključuje meritve temperatur  $t_{11}$ ,  $t_{21}$  in  $t_{22}$  v stanju dinamičnega ravnovesja z deaktivirano funkcijo prenosa toplote (zaustavljen rotor). Nato se EATR izračuna kot:

$$EATR = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

Kjer je,

$t_{11}$  temperatura odpadnega zraka na dovodu;

$t_{21}$  temperatura svežega zraka na dovodu;

$t_{22}$  temperatura svežega zraka na odvodu.

Puščanja, povezano z vrtenjem kolesa (prenosom ujetega zraka), ni mogoče določiti s to metodo.

## Kolofon

Ta dokument je pripravila ekspertna skupina COVID-19 tehnološkega in raziskovalnega odbora REHVA prostovoljcev.

Člani ekspertne skupine so:

**Prof. Jarek Kurnitski**, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research  
**Committee Atze Boerstra**, REHVA vice-president, managing director at bba binnenmilieu  
**Francesco Franchimon**, managing director Franchimon ICM  
**Prof. Livio Mazzarella**, Milan Polytechnic University  
**Jaap Hogeling**, manager International Projects at ISSO  
**Frank Hovorka**, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris  
**Prof. Catalin Lungu**, REHVA vice-president, vice-president of AIIR  
**Prof. em. Olli Seppänen**, Aalto University  
**Ir. Froukje van Dijken**, healthy building specialist at bba binnenmilieu  
**Prof. Guangyu Cao**, Energy and Indoor Climate, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)  
**Igor Sikonczyk**, Senior Technical and Regulatory Affairs Manager at Eurovent  
**Anders Berg**, Institute for Building Energetics, Thermo-technology and Energy Storage (IGTE), University of Stuttgart  
**Francesco Scuderi**, Deputy Secretary General at Eurovent Association  
**Henk Kranenberg**, vice-president of Eurovent, Senior Manager at Daikin Europe NV  
**Dr. Frederike Wittkopp**, Association of German Engineers (VDI e.V.), Commission on Air Pollution Prevention  
**Martin Lenz**, Development Engineer at TROX GmbH  
**Prof. Dr.-Ing. habil. Birgit Müller**, Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin  
**Hywel Davies**, Technical Director of CIBSE  
**Francis Allard**, Professor Emeritus at La Rochelle University  
**Prof. Dr. Marija S. Todorovic**, University of Belgrade Serbia  
**Dipl.-Ing. Clemens Schickel**, Association of German Engineers (VDI e.V.)  
**Dr. Benoit Sicre**, Lucerne School of Engineering and Architecture

Prevod v slovenščino:

Andreja Burkeljca, IRI UL

mag. Jure Vetršek, IRI UL

i.prof. Uroš Stritih, UL FS