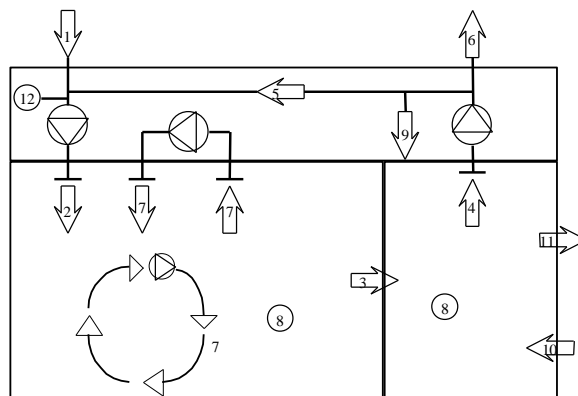


## 1. VRSTE ZRAKA



Slika 1

Tabela 1

Vrsta zraka	Okrajšava	Barva	Št. v sliki 1
Zunanji	ZUZ	zelena	1
Vtočni (vpihovani)	VTZ	*	2
Prehodni	PRZ	siva	3
Odtočni	ODZ	rumena	4
Obtočni (recirkulacijski)	REZ	oranžna	5
Zavrženi	ZAZ	rjava	6
Sekundarni	SEZ	rumena	7
Notranji	NOZ	siva	8
Izgubljeni	IZZ	siva	9
Infiltracijski	INZ	zelena	10
Eksfiltracijski	EXZ	siva	11
Mešani	MEZ	črte posameznih barv	12

\* Barva za vtočni zrak je določena glede na število termodinamične obdelave (tabela 1.1):

Tabela 1.1

Število termodinamičnih obdelav zraka	Vrsta termodinamične obdelave zraka	Barva
0	-	Zelena
1	gretje	Rdeča
2 ali 3	gretje, hlajenje, vlaženje	Modra
4	gretje, hlajenje, vlaženje, razvlaževanje	Vijolična

**Tabela 2** (razvrstitev odtočnega zraka, nenormativni primeri)

Skupina	Opis	Primeri
<b>Odtočni zrak z nizko stopnjo onesnaženosti</b>		
ODZ 1	Zrak, ki je primerljiv z zunanjim zrakom. Zrak iz prostorov, kjer je glavni vir emisije gradbeni material, ali/in iz zasedenih prostorov, kjer sta glavna vira emisije človeški metabolizem in gradbeni material.	Pisarne, prostori za shrambo, stopnišča, stanovanja itn. Prostori brez dodatnih virov onesnaževanja in prostori, kjer kajenje ni dovoljeno.
<b>Odtočni zrak s srednjo stopnjo onesnaženosti</b>		
ODZ 2	Zrak iz zasedenih prostorov, ki je bolj onesnažen kot pod 1 iz enakih virov in/ali človeških aktivnosti.	Jedilnice, razredi, hotelske sobe, garderobe, večstanovanjski prostori, skladišča. Prostori, ki bi sodili pod ODZ 1, vendar je kajenje dovoljeno.
<b>Odtočni zrak z visoko stopnjo onesnaženosti</b>		
ODZ 3	Zrak iz prostorov, v katerih emitirane snovi, procesi, kemikalije itn. znižujejo kakovost zraka.	Stranišča in umivalnice, savne, kuhinje, kemični laboratoriji, kopirnice, prostori za kajenje.
<b>Odtočni zrak z zelo visoko stopnjo onesnaženosti</b>		
ODZ 4	Zrak, ki vsebuje vonjave in onesnaževalce, škodljive zdravju, v povišanih koncentracijah od dopustnih za notranji zrak v bivalnih conah.	Izpuhi v profesionalni rabi, izpuhi iz kuhinj, garaže in tuneli, parkirišča, prostori za shrambo ali uporabo barv in raztopil, prostori za neoprano perilo in odpadke, centralno zračno-čistilni sistemi, kadilnice, kemični laboratoriji.

**Tabela 3** (razvrstitev zavrženega zraka)

Skupina	Opis	Primeri (nenormativni)
<b>Odtočni zrak z nizko stopnjo onesnaženosti</b>		
ZAZ 1	Kot ODZ 1 ali ODZ 2 po čiščenju	Kot ODZ 1
<b>Odtočni zrak s srednjo stopnjo onesnaženosti</b>		
ZAZ 2	Kot ODZ 2 ali ODZ 3 po čiščenju	Kot ODZ 2
<b>Odtočni zrak z visoko stopnjo onesnaženosti</b>		
ZAZ 3	Kot ODZ 3 ali ODZ 4 po čiščenju	Kot ODZ 3
<b>Odtočni zrak z zelo visoko stopnjo onesnaženosti</b>		
ZAZ 4	Kot ODZ 4	Kot ODZ 4

## 2. NAČRTOVANA HITROST ZRAKA

Tabela 4

Lokalna temperatura zraka	Načrtovana hitrost zraka
$\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$v \leq 0,18 \text{ m/s}$
$\theta_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$	$v \leq 0,22 \text{ m/s}$
$\theta_i = 24 \text{ }^\circ\text{C}$	$v \leq 0,26 \text{ m/s}$
$\theta_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$	$v \leq 0,30 \text{ m/s}$

## 3. PARAMETRI NAČRTOVANJA

Tabela 5 podaja parametre načrtovanja prostorov različnih namembnosti ter minimalne zahteve za načrtovanje prezračevanja pri upoštevanju naslednjega:

- občutena temperatura zraka temelji na tipični aktivnosti, podani v tabeli 5, z upoštevanjem obleke 0,5 clo (0,078 m<sup>2</sup> K/W) v letnem in 1,0 (0,155 m<sup>2</sup> K/W) clo v zimskem času,
- največje srednje hitrosti zraka z upoštevanjem intenzitete turbulence 40 %,
- najmanjše količine zraka zaradi emisije ljudi in z upoštevanjem nizko emisijskih stavb. Dodatno je treba upoštevati količino zraka zaradi nenizko emisijskih stavb (gradbeni material, pohištvo, oprema, naprave za OHPK), podano v tabeli 6,
- podane obremenjenosti prostora,
- kajenje ni dovoljeno; zahtevano dodatno prezračevanje za ugodje, ko kadi 20 % ljudi, je navedeno v zadnjem stolpcu tabele 5. Zdravstveno tveganje pasivnih kadilcev mora biti ocenjeno posebej,
- učinkovitosti prezračevanja ena (1),
- v prostor vteka zunanji zrak odlične kakovosti.

Tabela 5

Namembnost stavbe/ Prostora	Aktivnost	Obremenjenost	Občutena temperatura		Največja srednja hitrost zraka		Količina zraka		Dodatek – kajenje ***	
			Poletje* °C	Zima** °C	Poletje* m/s	Zima** m/s	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h oseba	
Posamična pisarna	Met	Oseba/m <sup>2</sup>	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	2,9			30-45
Pisarna za več ljudi	1,2	0,07	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	2,5	1,1		
Konferenčna dvorana	1,2	0,5	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	8,6	7,2		
Avditorij	1,2	1,5	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	23,0			30-45
Restavracija ali kavarna	1,2	0,7	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,5	0,25	0,21	11,5	10,1		
Učilnica	1,2	0,5	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,25	0,21	8,6	-		
Otroški vrtec	1,4	0,5	23,5 ± 2,5	20,0 ± 3,5	0,24	0,19	10,1	-		
Trgovski lokal	1,6	0,15	23,0 ± 3,0	19,0 ± 4,0	0,23	0,18	6,0	-		

\* obdobje hlajenja

\*\* obdobje ogrevanja

\*\*\* potrebna dodatna količina zraka pri 20 % kadilcev v prostoru. Zdravstveno tveganje pasivnih kadilcev mora biti ocenjeno posebej.

**Tabela 6**

Namembnost stavbe/prostora	Obremenjenost	Najmanjša količina zraka (za človeka)	Najmanjša dodatna količina zraka (za stavbo)	
			Nizko emisijska stavba m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	Nenizko emisijska stavba M <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
	Oseba/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>		
Posamična pisarna	0,1	1,5	1,4	2,9
Pisarna za več ljudi	0,07	1,1	1,4	2,9
Konferenčna dvorana	0,5	7,2	1,4	2,9
Avditorij	1,5	21,6	1,4	2,9
Restavracija ali kavarna	0,7	10,1	1,4	2,9
Učilnica	0,5	7,2	1,4	2,9
Otroški vrtec	0,5	8,7	1,4	2,9
Trgovski lokal	0,15	3,2	2,8	4,3

Kriteriji, navedeni v tabelah 5 in 6, se uporabljajo tudi za druge prostore s podobno namembnostjo.

#### 4. KOLIČINA ZRAKA

##### Enačba 1

$$V_{\min} = (G/(C_{\max} - C_e))\varepsilon^{-1}$$

kjer je:

- $V_{\min}$  najmanjša količina vtočnega (zunanjega) zraka (m<sup>3</sup>/h),
- $G$  emisija onesnaževalcev v prostoru (kg/h, l/h ali m<sup>3</sup>/h (plin) ali olf (vonjave)),
- $C_{\max}$  predpisana – največja koncentracija posameznega onesnaževalca (kg/m<sup>3</sup>, ppm (plin) ali pol (vonjave)),
- $C_e$  koncentracija onesnaževalca v zunanjem zraku ob vstopu v prostor (kg/m<sup>3</sup>, ppm (plin) ali pol (vonjave)),
- $\varepsilon$  učinkovitost prezračevanja.

##### Enačba 2

$$V = \frac{3600 Q}{\rho c_p |\theta_i - \theta_v|}$$

kjer je:

- $\dot{V}$  količina vtoka zraka v prostor (m<sup>3</sup>/h),
- $\dot{Q}$  toplotna moč (W),
- $\rho$  gostota zraka (kg/m<sup>3</sup>),
- $c_p$  specifična toplota zraka (J/kgK),
- $\theta_i$  temperatura zraka v prostoru (°C),
- $\theta_v$  temperatura v odprtini elementa vtoka zraka v prostor (°C).

### Enačba 3

$$Y = X / (1 + X - Z)$$

kjer je:

- Y korigirani delež zunanjega zraka v celotni količini vtočnega zraka (razmerje med zunanjim in vtočnim zrakom),
- X nekorrigirani delež zunanjega zraka (razmerje vsote vseh potrebnih količin zunanjega zraka posameznih prostorov in skupne vtočne količine zraka),
- Z delež svežega zraka za najbolj obremenjen prostor (razmerje zunanjega in vtočnega zraka za ta prostor).

**Tabela 7:** Dopustne koncentracije notranjih onesnaževalcev zraka

	Enota	Dopustna vrednost
Ogljikov dioksid* (CO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	3.000
Radon** (Rn)	Bq/m <sup>3</sup>	400
Amoniak in amini*** (NH <sub>3</sub> )	μ g/m <sup>3</sup>	50
Formaldehid*** (H <sub>2</sub> CO)	μ g/m <sup>3</sup>	100
Hlapne organske snovi**** (VOC)	μ g/m <sup>3</sup>	600
Ogljikov monoksid (CO)	μ g/m <sup>3</sup>	10
Ozon (O <sub>3</sub> )	μ g/m <sup>3</sup>	100
Masna koncentracija lebdečih trdnih delcev frakcije PM <sub>10</sub> *****	μ g/m <sup>3</sup>	100

\* Koncentracija vključuje CO<sub>2</sub> v zunanjem zraku (700 μ g/m<sup>3</sup>) in emisijo CO<sub>2</sub> človeka.

\*\* Povprečna letna koncentracija radona v stanovanjskih objektih. Priporočilo 200 Bq/m<sup>3</sup>.

\*\*\* Nanaša se na emisijo gradbenega materiala, ne na emisijo človeka ali človekove aktivnosti.

\*\*\*\* Vsaj 70 % hlapnih organskih snovi mora biti identificiranih, njihove koncentracije ne smejo prekoračiti največjih dopustnih vrednosti (npr. karcinogenov, alergenov itn.). Nanaša se na emisijo gradbenega materiala, ne na emisijo človeka ali človekove aktivnosti.

\*\*\*\*\* Masna koncentracija prostorsko nastalih lebdečih trdnih delcev se meri skladno s SIST EN 12341 nepretrgoma 24 ur pri normalni človekovi aktivnosti v prostoru.

**Tabela 8:** Priporočene količine zunanjega zraka za prezračevanje

## 8.1 Poslovni prostori, hoteli, športni objekti, trgovine

	Ocenjena največja gostota	Količina zraka		
		ljudi/100 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h*oseba	m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup>
<b>Poslovni prostori</b>				
Pisarne	7	35		
Recepcije	60	30		
Telekomunikacijski in računalniški centri	60	40		
Konferenčni prostori	50	40		
<b>Hoteli, moteli, druga prenočišča</b>				
Spalnice				55
Dnevne sobe				55
Kopalnice in WC				65
Recepcije	30	30		
Konferenčne dvorane	50	40		
Druge dvorane	120	30		
Skupne spalnice	20	30		
Igralnice	120	55		
<b>Prireditvene dvorane</b>				
Blagajne	60	35		
Predprostori	150	35		
Dvorane	150	30		
Prizorišča	70	30		
<b>Šport in prosti čas</b>				
Tribune	150	30		
Igralni prostori	70	45		
Dvorane z ledom			9,0	
Bazeni <sup>1</sup>			9,0	
Telovadnice	30	35		
Plesišča in diskoteke	100	45		
Kegljišča	70	45		
<b>Prostori s hrano in pijačo</b>				
Jedilnice	70	35		
Bistroji, kavarne, restavracije hitre prehrane	100	35		
Pivnice	100	55		
Kuhinje <sup>2</sup>	20	30		
<b>Javni prostori</b>				
Hodniki			0,9	
Javne sanitarije <sup>3</sup>		90		
Garderobe <sup>4</sup>			9,0	
Kadilnice	70	100		
Dvigala <sup>4</sup>			18	

<sup>1</sup> višje vrednosti so lahko potrebne zaradi kontrole vlažnosti

<sup>2</sup> vgrajene kuhinjske nape lahko zahtevajo večje količine prezračevanega zraka. V tem primeru se sme uporabiti prehodni zrak iz sosednjih prostorov, če je zadovoljive kakovosti.

<sup>3</sup> običajno. Uporabiti se sme tudi prehodni zrak

<sup>4</sup> mehanski lokalni odtok zavrženega zraka

Nadaljevanje	Ocenjena največja gostota	Količina zraka		
		ljudi/100 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h*oseba	m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup>
<b>Trgovine, blagovnice</b>				
Trgovine s tekstilom in pohištvo				5,4
Drogerije	8	30		
Supermarketi	8	30		
Trgovine z živalmi				18
Cvetličarna	8	30		
Pralnice	10	45		
Kemične čistilnice	30	55		
Mesnice <sup>5</sup>	10	30		
Kleti, pritličja blagovnic	30			5,4
Nadstropja blagovnic	20			3,6
Skladišča trgovin	15			2,7
Garderobe				3,6
Odpremni prostori	10			2,7
<b>Storitvene dejavnosti</b>				
Foto studii	10	30		
Temnice	10			9,0
Lekarne	20	30		
Trezorji	5	30		
Tiskarne, kopirnica				9,0
Brivnice	25	30		
Lepotilni centri	25	45		
<b>Garaže in servisni prostori<sup>6</sup></b>				
Zaprte garažne hiše				27
Avtomobilski servisi				27
<b>Transportni terminali</b>				
Čakalnice	100	30		
Ploščadi	100	30		
Postaje za transportna sredstva	150	30		

<sup>5</sup> prostori nižjih temperatur niso zajeti, dokler v njih ni stalne prisotnosti oseb

<sup>6</sup> priporočljiva uporaba senzorjev onesnaževanja za kontrolo prezračevanja

## 8.2 Institucionalni objekti

	Ocenjena največja gostota	Količina zraka		
		ljudi/100 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h*oseba	m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup>
<b>Šolski objekti</b>				
Učilnice	50	30		
Laboratoriji	30	35		
Telovadnice	30	35		
Glasbena sobe	50	30		
Knjižnice	20	30		
Garderobe			9,0	
Hodniki			1,8	
Predavalnice	150	30		
<b>Bolnišnice, sanatoriji,<sup>7</sup></b>				
Bolniška soba	10	45		
Medicinske sobe	20	30		
Operativni prostori	20	55		
Pooperativne sobe	20	30		
Obdukcijska dvorana			9,0	
Fizioterapija	20	30		
<b>Zapori in vzgojni zavodi</b>				
Celice	20	35		
Jedilnice	100	30		
Prostori za varovalno osebje	40	30		

<sup>7</sup> posebne zahteve in tlačna razmerja lahko določajo minimalno prezračevanje in učinkovitost filtrov