

VODA A KANALIZACE

1) Bilance potřeby vody

Průměrná potřeba vody: $Q_p = q \cdot n \quad [l/den]$

kde... q ... specifická potřeba vody $[l/j, den]$

n ... počet jednotek

viz. vyhláška č. 428/2001 Sb. ze směrných čísel roční spotřeby vody:

- bytové stavby s centrální přípravou TV – 100 l/os, den (při návrhu území 150 l/os,den)
- občanská vybavenost

Maximální denní potřeba vody: $Q_m = Q_p \cdot k_d \quad [l/den]$

kde... k_d ... součinitel denní nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel

do 1000 obyv..... $k_d = 1,50$

do 5000 obyv..... $k_d = 1,40$

do 20000 obyv..... $k_d = 1,35$

nad 20000 obyv..... $k_d = 1,25$

Maximální hodinová potřeba vody: $Q_h = Q_m \cdot k_h \cdot z^{-1} \quad [l/h]$

kde... k_h ... součinitel hodinové nerovnoměrnosti:

soustředěná zástavba $k_h = 2,1$

roztroušená zástavba $k_h = 1,8$

z ... doba čerpání vody: bytové objekty $z = 24$ hod

2) Stanovení předběžné dimenze vodovodní přípojky - **přesně**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_h}{\pi \cdot v}} \quad [m]$$

kde... d ... vnitřní průměr potrubí

Q_h ... potřeba vody $[m^3/s]$ – viz tzb-info

v ... rychlost vody v potrubí (výpočtová 1,5 m/s) $[m/s]$

- rychlost proudění vody v potrubí se stanoví s ohledem na nejvyšší dovolenou rychlost v potrubí a celkovou tlakovou ztrátu (0,8 – 3,0 m/s dle účelu a materiálu)

Tab.2 – Doporučené rychlosti ve vodovodním potrubí

Materiál potrubí	Nejvyšší průtočné rychlosti v přívodním potrubí při průtoku (m/s)	Nejvyšší průtočné rychlosti v cirkulačním potrubí nebo přívodním potrubí při nepřetržitém odběru vody trvajícím déle než 30 min. (m/s)
Ocelové pozink. potrubí	1,7	0,8
Potrubí z nerez. oceli	2,0	1,0
Měděné potrubí	2,0	0,5
Potrubí z plastu nebo s vnitřním plat. povrchem	3,0	1,5

V případě požárního vodovodu v objektu minimální dimenze vodovodní přípojky DN 80 !

3) Návrh dimenze kanalizační přípojky

Oddílné vedení (samostatné vedení splaškové i dešťové vody) :

- Přípojka splaškové vody :

$$Q_s = K \cdot [(\sum n \cdot DU)]^{1/2} [l/s]$$

kde..... Q_s výpočtový průtok splaškových vod [l/s]

K součinitel odtoku (viz. tab 3)

n počet stejných ZP

$\sum DU$...součet výpočtových odtoků [l/s] (viz.tab 4)

Tab.3 - Součinitel odtoku K

Způsob používání zařizovacích předmětů v jednotlivých druzích budovy	K
nepravidelné používání (byty, penziony, úřady..)	0,5
pravidelné používání(hotely, školy, nemocnice, restaurace..)	0,7
časté používání(veřejné záchody, sprchy..)	1
speciální používání(laboratoře..)	1,2

Tab.4 – Výpočtové odtoky DU

Zařizovací předmět	Systém I
Umyvadlo, bidet	0,5
Sprcha bez zátky	0,6
Sprcha se zátkou	0,8
Samostatný pisoár s nádržkovým splachovačem	0,8
Pisoár s tlakovým splachovačem	0,5
Automatický splachovací pisoár	0,2/os.
Koupelnová vana	0,8
Kuchyňský dřez	0,8
Bytová myčka nádobí	0,8
Pračka s kapacitou do 6 kg	0,8
Pračka s kapacitou do 12 kg	1,5
Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem s objemem 6 l	2,0
Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem s objemem 7,5 l	2,0
Záchodová mísa s nádržkovým splachovačem s objemem 9 l	2,5
Podlahová vpust' DN 50	0,8
Podlahová vpust' DN 70	1,5
Podlahová vpust' DN 100	2

- Přípojka dešťové vody :

$$Q_d = i \cdot C \cdot \sum A \text{ [l/s]}$$

kde.... Q_d výpočtový průtok dešťových odpadních vod [l/s]

i vydatnost deště [l/s.m²] (viz.tab 5)

C součinitel odtoku (viz.tab 5)

A účinná plocha střechy [m²]

Tab.5 – Intenzita deště i , součinitel odtoku C

i	intenzita deště, která se pro střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením uvažuje hodnotou $i = 0.03 \text{ l/s.m}^2$ pro ostatní plochy se intenzita deště uvažuje hodnotou podle ČSN 75 6101		
A	půdorysný průmět odvodňované plochy nebo účinná plocha střechy vypočtená podle 4.3.2 ČSN EN 12056-3: 2001 v m ²		
C	součinitel odtoku z odvodňované plochy - závisí na typu povrchu		
	Povrch	Spád	
		< 1%	1 až 5%
		> 5%	
	střechy s propustnou horní vrstvou tlustší než 100 mm	0.5	0.5
	střechy ostatní	1.0	1.0
	asfaltové a betonové povrchy, dlažby se spárovou záhlvkou	0.7	0.8
	dlažby s pískovými spárami	0.5	0.6
	upravené šterkové plochy	0.3	0.4
	neupravené a nezastavěné plochy	0.2	0.25
	sady, hřiště	0.1	0.15
	zatrávněné plochy, zelené pásy	0.05	0.1

Jednotné vedení (splašková voda vedena společně s dešťovou):

$$Q_{sd} = 0,33 Q_s + Q_d [l/s]$$

kde..... Q_s výpočtový průtok splaškových vod [l/s]

Q_d výpočtový průtok dešťových odpadních vod [l/s]

Možné použít i tabulku z portálu tzb-info :

Návrh a posouzení svodného kanalizačního potrubí: www.tzb-info.cz

<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/76-navrh-a-posouzeni-svodneho-kanalizacniho-potrubu>

VÝPOČET MNOŽSTVÍ SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD				
Způsob používání zařizovacích předmětů K				
Rovnoměrný odběr vody (bytové domy, rodinné domky, penziony, úřady)				
Počet	Zařizovací předmět	● Systém I DU [l/s] ???	● Systém II DU [l/s] ???	● Systém III DU [l/s] ???
	Umyvadlo, bidet	0.5	0.3	0.3
	Umývatko	0.3		
	Sprcha - vanička bez zátky	0.6	0.4	0.4

Minimální dimenze kanalizační přípojky DN 150 (při DN > 250 nutné dokládat hydraulický výpočet).

HOSPODAŘENÍ S VODOU (DEŠŤOVÁ, ŠEDÁ)

Viz. cvičení nebo samostatné přílohy

NÁVRH ZDROJE TEPLA

Zdroj tepla svým výkonem musí pokrýt tepelnou ztrátu, aby byl prostor vytápěn na požadovanou teplotu, případně ohřát požadovaný objem TV a objemové množství vzduchu pro VZT jednotku!

Vytápění:

Tepelná ztráta prostupem

$$\Phi_T = H_T \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \quad (W)$$

H_T = součinitel tepelné ztráty prostupem pro všechny konstrukce (W/K)

Θ_i = Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (°C)

Θ_e = Výpočtová teplota venkovního vzduchu (°C)

$$H_T = \Sigma(A_k \cdot U_k \cdot b_{u,k}) \quad (W/K)$$

A_k = plocha konstrukce (m²)

U_k = Součinitel prostupu tepla konstrukce (W/m²K)

$b_{u,k}$ = činitel teplotní redukce (konstrukce sousedící s exteriérem -> $b_u = 1$)

Podrobný výpočet H_T a stanovení U (viz. interaktivní tabulka Excel)

Větrání :

Tepelná ztráta větráním

$$\Phi_V = H_V \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \cdot (1 - \eta) \quad (\text{W})$$

H_V = součinitel tepelné ztráty větráním pro celý vytápěný prostor (W/K)

Θ_i = Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (°C)

Θ_e = Výpočtová teplota venkovního vzduchu (°C)

η = účinnost rekuperace (-)

Poznámka: Není-li přítomna rekuperace, $\eta = 0$

$$H_V = V_i \cdot c_v \cdot \rho \quad (\text{W/K})$$

V_i = množství větracího vzduchu (m³/h)

c_v = Měrná tepelná kapacita vzduchu (0,28 Wh/kg.K)

ρ = hustota vzduchu (1,2 kg/m³)

$$V_i = V_m \cdot n \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

V_m = objem vytápěného prostoru (m³)

n = násobnost výměny vzduchu (1/h) (neboli kolikrát za hodinu se vzduch v prostoru vymění za nový) – běžně hodnota 0,5 pro rezidenční objekty

Ohřev TV:

1. Denní potřeba teplé vody

$$V_d = \sum n_{1-i} \cdot V_{2P} \quad [\text{m}^3/\text{per.}]$$

n_{1-i} = počet měrných jednotek (osoby, lůžka, plocha..)

V_{2P} = spotřeba teplé vody pro danou činnost [m³/per.]

2. Denní potřeba tepla

$$E_{2P} = V_{2P} \cdot c \cdot \Delta t \quad [\text{kWh/per.}]$$

c = měrná tepelná kapacita vody 1,163 [kWh / m³ . K¹]

$\Delta t = t_{TV} - t_{SV} = 55^0 - 10^0 \quad [^0\text{C}]$

3. Velikost zásobníku TV

$$V_z = 40\% V_d = 0,4 V_d \quad [\text{m}^3, \text{I}]$$

4. Tepelný výkon pro přípravu TV

$$Q_{TV} = E_{2P} / 24 \quad [\text{kW}]$$

Příloha 1:

Tab. 1 **Bilance potřeby TV a tepla**

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování (2006)

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Spotřeba	Teplo	Součinitel současnosti s
			V_{zp} $m^3 \cdot per.^{-1}$	E_{zp} $kWh \cdot per.^{-1}$	
Stavby pro bydlení	1 osoba	umývání vaření úklid	0,082	4,3	do 35 os. = 1,0 až 1000 os. = 0,2 Viz. tab. 2

administrativa	1 osoba	umývání	0,01	0,5	
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	

Stavby pro dočasné ubytování	1 osoba	sprchy	0,06	2,5	internát = 1,0 Svobodárna = 0,6 Hotel do 50 lůžek = 1,0 přes 50 lůžek = 0,8
Internáty	1 osoba	umývání	0,1	3,5	
Svobodárny	1 osoba	vany			
Hotely					
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	
Školy	1 žák	umývání	0,02	0,8	podle vybav. 0,2-1,0
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	Úklid = 1,0
Zdravotnictví polikliniky	1 vyšetřený	umývání včetně personálu	0,02	0,7	1
nemocnice	1 lůžko	umývání	ležící 0,02	0,7	mytí = 1,0
	1 lůžko	umývání + sprcha	chodící 0,05	1,8	mytí + 1sprcha = 1,0
	1 lůžko	umývání včetně personálu	0,25	10	¹⁾ komplexní činnost = 1,0
domovy důchodců	1 lůžko	umývání včetně personálu	0,2	7	komplexní činnost = 1,0
ozdravovny	1 lůžko	umývání včetně personálu	0,1	3,5	komplexní činnost = 1,0
kojenecké ústavy	1 dítě	umývání včetně personálu	0,125	5	komplexní činnost = 1,0
jesle, dětské domovy	1 dítě	umývání včetně personálu	0,07	2,5	komplexní činnost = 1,0
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,2– 1,5
Očistné lázně	1 osoba	2 x sprcha + vana	0,16	6,5	1
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,2

Vaření a mytí nádobí jen výdej	1 jídlo	Mytí jídelního nádobí	0,001 -80° C	0,1	Bez myčky nádobí = 1,0
					S myčkou nádobí = 0,5
malý sortiment jídel příprava a výdej restaurační provoz	1 jídlo	Mytí varného a jídelního nádobí	0,0015-80° C	0,15	Bez myčky nádobí = 1,0
	1 jídlo		0,002 -80° C	0,2	S myčkou nádobí = 0,7
	100 m ²	úklid		0,8	úklid = 1,0
Sociální zařízení podniků a sportov- ních zařízení	1 os./sm	umyvadla	0,02	0,8	1
	1 os./sm	sprchy	0,04	1,4	1
	100 m ²	úklid	0,02	0,8	úklid = 1,0

Součinitel prodloužení doby dodávky p_d : čistý provoz 1; špinavý provoz 1,5; značně špinavý provoz 2.

¹⁾ Pod pojmem komplexní činnost se rozumí umývání osob, umývání nádobí a úklid.

Tab. 2 Součinitel současnosti pro bytové objekty

Počet bytů n_b	10	50	100	150	200	250
Součinitel současnosti s	0,85	0,41	0,28	0,24	0,21	0,2

Tab. 3 Potřeba TV o teplotě $t = 55^\circ\text{C}$

Činnost	Doba dodávky t_d		Objem dávky V_d		Tepl v dávce E_2
	sec	hod	dm ³	m ³	
Mytí osob Umyvadlo $U_o = 0,14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ mytí rukou	50	0,014	2	0,002	0,10
mytí těla	260	0,071	10	0,010	0,52
Sprcha $U_o = 0,23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	400	0,110	25	0,025	1,32
Vana $U_o = 0,47 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	300	0,085	40	0,040	2,10
(délka vany 1600 mm)	610	0,170	80	0,080	4,20
Mytí nádobí Pouze výdej jídel	$U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ $t_4 = 55 \text{ až } 80^\circ\text{C}$ na jedno jídlo		1	0,001	0,05
Vaření + výdej			2	0,002	0,10
Mytí podlahy + úklid	$U_o = 0,30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ $t_4 = 55^\circ\text{C}$ na 100 m ²		20	0,020	1,05

¹⁾ Objem teplé vody o teplotě 40° C připravený smíšením se studenou vodou je 1,5 násobný

Tab. 4 Charakteristiky výtoků

Parametr	Značka	Jednotka	Baterie			
			umyvadlo	dřez	sprcha	vana
Teplota na výtoku	t_4	°C	40	55 – 80 ¹⁾	40	40
Průtok vody o teplotě t na výtoku	U_v	dm ³ · s ⁻¹	0,06	0,08	0,095	0,2
		m ³ · h ⁻¹	0,21	0,30	0,34	0,20
Přítok TUV 55°C do výtoku	U_o	dm ³ · s ⁻¹	0,04	0,08	0,065	0,13
		m ³ · h ⁻¹	0,14	0,30	0,23	0,47
Teplný výkon přítoku TV	q_v	kW	7,3	15,7-24,4	12,0	24,6

¹⁾ Pouze pro sterilizaci nádobí.

Návrh zdroje tepla:

Dle ČSN 06 0310-Z2:

vytápění objektu s větráním a přípravou TV

$$Q_{PRIP} = Q_{vyt} + Q_{vet} + Q_{TV} \text{ [kW]}$$

kde... Q_{vyt} ...nejvyšší tepelný výkon pro vytápění (tepelné ztráty) [kW]

Q_{vet} ...nejvyšší tepelný výkon pro větrání [kW]

Q_{TV} nejvyšší tepelný výkon pro přípravu TV[kW]

CHLAZENÍ

1) Balance zdroje chladu

Při návrhu celkového potřebného výkonu zdroje chladu uvažovat pro zjednodušení následující vzorec (neuvažuje skutečnost, že část tepelných zisků pokryjí VZT zařízení):

$$Q_{\text{PRIP}} = Q_{\text{CHL}} + Q_{\text{VĚT}} [\text{kW}]$$

kde... Q_{CHL} ...celkové tepelné zisky (vnitřní + vnější) [kW]

$Q_{\text{VĚT}}$...nejvyšší chladicí výkon pro větrání [kW]

$Q_{\text{VĚT}}$ se vypočítá dle následujícího vzorce (ze slajdů z cvičení VZT):

$$Q_{\text{vet-léto}} = \frac{V_{\text{p,čerst}} \cdot \rho \cdot c_v \cdot (t_{\text{e, léto}} - t_{\text{i, léto}})}{3600} \cdot (1 - \eta) \quad [\text{W}]$$

účinnost rekuperace při chlazení
v létě malá, proto při výpočtu
rekuperaci neuvažujeme

kde... V_{p} provozní množství vzduchu (vzduchový výkon)

$[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$

ρ měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,28$

$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

c_v měrná tepelná kapacita vzduchu $c = 1010$

$[\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$

t_i teplota interiéru (viz. zadání)

$[\text{°C}]$

t_e teplota exteriéru (viz. zadání), t_e v létě = 32°C

$[\text{°C}]$

η účinnost rekuperace (0,80-0,85)

Převod jednotek: $1\text{kJ}=1000\text{J}=1000\text{Ws}=1000/3600\text{Wh}=1/3,6\text{Wh}$
 $1\text{Wh}=3600\text{Ws}$

Za V_{p} se dosadí součet průtoků vzduchu všech VZT jednotek v objektu, které mají chlazení vzduchu.

Nezapomenout připojit každou VZT jednotku s chlazením na zdroj chladu.

2) Tepelné zisky

Tepelné zisky uvažovat orientačně následovně:

	vnější zisky		vnitřní zisky			
	z oslunění	zisky z osob	zisky z vnitřního osvětlení	zisky z technologie		
				PC	kopírka/projektor	ostatní
	W/m2 **	W/osoba	W/m2 **	W/ks	W/ks	W/m2 **
Kanceláře	100	62	-	250	500	-
Kanceláře bez oken *	-	62	10	250	500	-
Restaurace/kavárny/jídelny	100	62	10	-	-	10
Obytné prostory (bytové domy, hotely)	100	62	-	-	-	-
Fitness/tělocvičny/taneční sály	100	77	10	-	-	-

* např. jednací místnosti uprostřed dispozice

** W na m2 užité plochy místnosti

Pozn.: externí zisky uvažovat pouze pokud prostor má okna nebo jiné prosklené prvky do exteriéru.

3) Vnitřní a venkovní výpočtové teploty

Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831:

viz TZB-info <https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>

Venkovní zimní výpočtové teploty dle lokalit:

viz TZB-info <https://vytapieni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>

Při návrhu **VZT jednotek** (např. parametrů ohřivačů) se **venkovní zimní výpočtová teplota snižuje o 3 K**.

Letní vnitřní výpočtová teplota se pro obytné prostory a pracoviště (administrativa apod.) běžně uvažuje **26°C** – pro bližší požadavky na vnitřní teplotu na pracovištích viz vyhláška 361/2007 Sb. příloha č. 1.

Letní venkovní výpočtová teplota se běžně uvažuje **32°C**.

4) Základní systémy chlazení

a) Split systémy

- vhodné pro chlazení **jednotlivých místností** (např. technické místnosti, serverovny, pobytové místnosti v případě, že je potřeba chladit jen jednu místnost a zbylé ne)
- systém se skládá vždy z **jedné vnitřní a jedné venkovní jednotky** (vnitřní jednotka může být nástěnná, podstropní, kanálová do podhledu, kazetová do podhledu)
- **od vnitřních jednotek je nutné odvádět kondenzát** (nutno napojit na kanalizaci přes zápachovou uzávěrku)
- **vnitřní jednotka je propojena s venkovní jednotkou chladičovým potrubím**, se kterým jsou souběžně vedeny napájecí a komunikační kabely, svazek trubek a kabelů je prostorově nenáročný (celkový průměr cca do 10 cm), délka propojení je ale omezená (dle výkonu a typu

systému je délka propojení max. 20-30 metrů a maximální převýšení mezi vnitřní a vnější jednotkou je 10 – 15 metrů)

- **systém nepotřebuje strojovnu chlazení**

b) Multisplit systémy

- obdobný systém jako split, ale **umožňuje napojení více vnitřních jednotek (až 5)**
- celý systém **umí pouze chladit nebo vytápět**, není možné, aby každá vnitřní jednotka byla v jiném režimu
- většinou **od každé vnitřní jednotky, jde samostatný propoj (potrubí + kabely) k venkovní jednotce**
- délkové a výškové omezení propojení je podobné jako u split systému
- **systém nepotřebuje strojovnu chlazení**

c) VRV systém

- obdobný systém jako dva výše uvedené, ale **pro větší prostory/objekty** a s větší variabilitou
- **i pro velké výkony až stovky kW** (systém venkovních jednotek lze skládat z jednotlivých modulů, každý modul má chladicí výkon cca 30 – 50 kW), do jednoho systému lze poskládat až 4 moduly
- je možné **připojit až 64 vnitřních jednotek** na jeden systém
- propojovací potrubí je vedeno tak, že **od venkovní jednotky vede do objektu a tam se postupně větví na odbočky k jednotlivým vnitřním jednotkám**
- celková délka potrubí v jednom systému může být až 1000 metrů, převýšení mezi vnitřními a venkovními jednotkami může být až 110 metrů, převýšení mezi vnitřními jednotkami jednoho systému může být až 40 metrů
- vhodné např. **pro administrativní, ubytovací a výškové budovy**
- v určitých konfiguracích **umí systém zároveň chladit i vytápět**
- **systém nepotřebuje strojovnu chlazení**

d) Centrální systém výroby a distribuce chladu

- nejčastěji se jako **zdroj chladu používá tzv. chiller**, který může dosahovat chladicího výkonu od desítek po tisíce kW
- chiller jako takový **může být umístěn v exteriéru nebo ve strojovně v interiéru**
- **do exteriéru** se většinou umísťují **chillery v kompaktním provedení** (jejich nevýhodou je vysoká hlučnost)
- při umístění do strojovny **v interiéru je nutné počítat ještě s dodatečným chladičem** (většinou suchý chladič) umístěným do exteriéru, suchý chladič lze navrhnout dle potřeby a tím dosáhnout nižší hlučnosti (čím nižší hlučnost, tím větší suchý chladič)
- **strojovna chladu bude vždy obsahovat chiller** (pokud nebude venkovní), **rozdělovač/sběrač** pro jednotlivé větve chlazení, **akumulační nádobu chladu, expanzní nádoby**
- **venkovní chiller** musí být propojen **se strojovnou potrubím** (přívod a zpátečka), stejně tak **vnitřní chiller se suchým chladičem**
- dále bude chiller propojen s akumulační nádobou ta s rozdělovačem/sběračem
- pro **části systému, které vedou do exteriéru se většinou používá nemrznoucí směs** (např. etylenglykol s vodou), jinak je nutné tento okruh **na zimu vypouštět**
- část systému, která napojuje **vnitřní koncové prvky, je napuštěna vodou**

- **koncovými prvky** mohou být např. **fancoily** (parapetní, kazetové, kanálové), **chladiče ve VZT jednotkách, indukční jednotky** (parapetní, do podhledu), **velkoplošné chlazení** (stropní, stěnové, podlahové, aktivované betony)
- **pro koncové prvky** jako jsou indukční jednotky do podhledu nebo velkoplošné chlazení je nutné upravovat chladicí médium tak, aby **přívodní teplota do koncových prvků nebyla nižší než cca 16°C** a to proto, aby na těchto prvcích nedocházelo ke kondenzaci vzdušné vlhkosti (spád pro tyto prvky je běžně např. 16/18°C, pro jiné prvky jako jsou např. fancoily se používá spád 6/12°C – tyto prvky je ale nutné odkanalizovat)

VĚTRÁNÍ

1) Větrání pracovišť a jejich hygienického zázemí

větrání pracovišť (kanceláře apod.) – viz §41 NV č. 361/2007 Sb.:

Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být:

- a) **25 m³/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- b) **50 m³/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1 na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- c) **70 m³/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb podle přílohy č. 1 k tomuto nařízení, části A, tabulky č. 1,
- d) **90 m³/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V podle přílohy č. 1, části A, tabulky č. 1.

Používat 50 m³/h na osobu, alternativně 36 m³/h na osobu (36 m³/h vychází z ČSN EN 13 779, která ale byla zrušena).

Hygienické zázemí - viz příloha č. 10 k NV č. 361/2007 Sb.:

Zařízení	Výsledná teplota °C	Výměna vzduchu m ³ .hod. ⁻¹
Šatny	20	20 na 1 šatní místo
Umývárny	22	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	25	150-200 na 1 sprchu
Záchody	18	50 na 1 kabinu 25 na 1 pisoár

2) Větrání škol (dle přílohy č. 3 k vyhlášce č. 410/2005 Sb., pokud bude použito nucené větrání)

Typ prostoru	Množství vzduchu [m ³ .hod ⁻¹]
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka*
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár
*s ohledem na konkrétní využití (dle druhu prováděného cvičení) a kapacitu tělocvičny	

3) Větrání obytných budov dle ČSN EN 15 665/Z1

(převzato z <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1>)

Používat nucené podtlakové větrání (nucený odtah ventilátory na WC a v koupelnách + přívod čerstvého venkovního vzduchu do bytových místností přes neuzavíratelné štěrby v oknech nebo fasádě) nebo nucené rovnotlaké větrání pomocí VZT jednotky se systémem zpětného získávání tepla (ZZT).

Používat doporučené hodnoty dle tabulky níže:

Tab. 1 Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h-os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

4) Větrání hromadných garáží

Napočítat množství vzduchu pro větrání pro zjednodušení na **výměnu 1x za hodinu**. Větrání ideálně udělat **podtlakové** (pokud nemusí být podzemní garáže temperovány (např. kvůli sprinklerům)) **pomocí odvodních ventilátorů a potrubí v každém podlaží, nasávání čerstvého vzduchu do garáží může být přes vjezdovou rampu** (pokud jsou vrata, tak v nich musí být dostatečné otvory).

5) Větrání CHÚC

typ CHÚC	podlaží		způsob větrání		
			přírozené	nucené	přetlakové
CHÚC-A	nadzemní podlaží a 1.PP		ano	ano	ne
			* bud'větrací otvory ¹⁾	nejméně 10x výměna	
			* nebo 15x výměna ²⁾		
	druhé a další podzemní podlaží		ne	ano	ne
nejméně 10x výměna					
CHÚC-B s požárními předsíněmi	nadzemní podlaží	CHÚC	ano	ano	ne
			* bud'větrací otvory ¹⁾	nejméně 12,5x výměna	
			* nebo 20x výměna ²⁾		
		požární předsíň	ano	ano	ne
			* bud'otevíratelné okno	(při vnitřní dispozici) ³⁾	
			* nebo větrací průduchy	nejméně 12,5x výměna ⁴⁾	
	podzemní podlaží	CHÚC	ne	ano	ne
				nejméně 12,5x výměna	
		požární předsíň	ne	ano	ne
			nejméně 12,5x výměna		
CHÚC-B bez požárních předsíní	nadzemní i podzemní podlaží		ne	ne	ano
					* nejméně 25 (12) Pa ⁵⁾
					* množství vzduchu:
					- bud'15x výměna ⁸⁾
					- nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾
CHÚC-C	nadzemní i podzemní podlaží	CHÚC	ne	ne	ano
					* nejméně 50 Pa ⁶⁾
					* nejméně 37,5 Pa ⁷⁾
					* množství vzduchu:
					- bud'15x výměna ⁸⁾
	- nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾				
	požární předsíň	ne	ne	ano	
				* nejméně 25 Pa ⁶⁾	
				* nejméně 12,5 Pa ⁷⁾	
				* množství vzduchu:	
- bud'15x výměna ⁸⁾					
- nebo výpočtem při otevřených dveřích ⁹⁾					

Tab. 1 Způsoby větrání chráněných únikových cest v nevýrobních objektech [3]

principy větrání

přírozené	nucené	přetlakové
- Přírozené fyzikální zákonitosti - Rozdíl hustot (teplot) vzduchu - Kominový efekt - Působení větru - Větrání se uskutečňuje přes předepsané plochy větracích otvorů (m^2)	- Zajištění stálého přívodu vzduchu (m^3/h) - Intenzita větrání je zajištěna předepsanou výměnou objemu vzduchu v CHÚC za 1 hodinu ($1/hod$)	- Dva provozní režimy: 1. Zajištění přetlaku vzduchu v CHÚC (Pa) při daných podmínkách (zavřené dveře) 2. Zajištění rychlosti vzduchu (m/s) v otevřených dveřích do CHÚC - Síla na kliku dveří (N) - Odvod kouře z objektu

typ CHÚC	způsob větrání		
	přírozené	nucené	přetlakové
CHÚC-A	ano	ano 10x/hod	ne
CHÚC-B s PP	ano	ano 15x/hod	ne
CHÚC-B bez PP	ne	ano 25x/hod	ne
CHÚC-C	ne	ne	ano 50/25 Pa

Přirozené větrání

Určeno pro:

- cesty typu A
- cesty typu B (jen provedení CHÚC-B s požárními předsíněmi, a jen nadzemní podlaží)
- požární předsíně u cest typu B (mají-li otevíratelné okno $\geq 1,4 \text{ m}^2$)

(byla zrušena možnost větracích průduchů o rozměrech cca 500x300 mm s vývodem vzduchu u stropu a s přívodem vzduchu u podlahy, a to v každém podlaží)

cesta A: doba bezpečného zdržení max. 4 minuty

cesta B: doba bezpečného zdržení max. 15 minut

Větrací účinek je v průběhu dne značně proměnlivý, závisí na teplotě vzduchu a na větru, v letních měsících inverzní – obrácený.

Přirozené větrání je nejméně spolehlivé a nejméně účinné !

Přirozené větrání

Možnosti návrhu:

normové plochy větracích otvorů (m^2)

1.způsob:

otevíratelné otvory (okna) v každém podlaží

2.způsob - neúčinnější: →

větrací otvory v nejvyšším a nejnižším místě

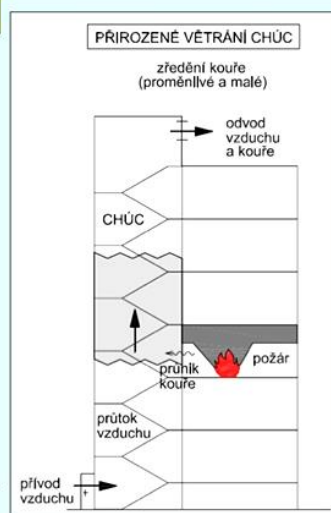
3.způsob:

větrací průduchy v každém podlaží

Otevřené větrací otvory přirozeného větrání nesmí zužovat šířku únikové cesty, ani bránit plynulé evakuaci (nejmenší doporučená podchodná výška je 2,0 m).

Dosavadní alternativní možnost návrhu:

výpočetní postup – ve změně Z3 vypuštěno



Přirozené větrání

normové plochy větracích otvorů (m^2)

2.způsob:

Funkční princip

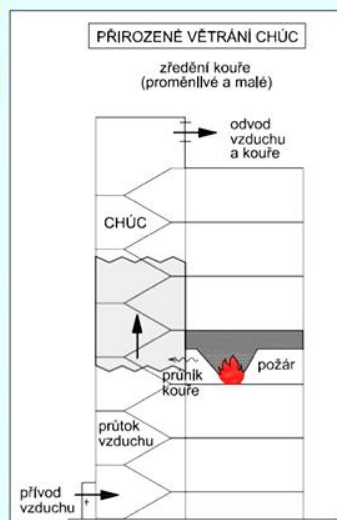
větrací otvory v nejvyšším a nejnižším místě
větrací otvor v nejvyšším místě ($\geq 2 \text{ m}^2$) odvod vzduchu (a kouře)

přívod vzduchu – vchodové dveře ($\geq 2 \text{ m}^2$) vstupní podlaží nebo níže

cesty typu B – větší plochy přívodu i odvodu (o 50%, tj. $\geq 3 \text{ m}^2$), dosud bylo 25%, tj. $2,5 \text{ m}^2$

nejdůležitější požadavek – automatické uvedení do chodu (tj. otevírání horního i dolního větracího otvoru); vždy dva způsoby :

- dálkovým ovládním** spínacími tlačítky v každém podlaží a zároveň
- samočinně** prostřednictvím hlásičů kouře umístěných v každém podlaží
buď **lokální detekce** nebo **EPS**, pokud tato existuje u požárních dveří ústících do CHÚC-A je požadovaná **kouřotěsnost** S_{200}



Přírozené – Jedná se o větrání s přírozeným přívodem i odvodem vzduchu. **Pro přívod a odvod vzduchu se využívají větrací otvory**, kterými jsou např. okna, dveře a světlíky, **a to v každém podlaží nebo v nejnižším a nejvyšším místě CHÚC** - Přírozené větrání CHÚC spočívá v tzv. komínovém efektu.

Nasávací zařízení, větrací otvory a větrací průduchy se mají umístit tak, aby nedocházelo ke zpětnému nasávání zplodin hoření. Odtok vzduchu z těchto zařízení musí vyústit vně objektu.

Umístění nasávacích otvorů:

- **nasávání z fasády** → **otvory** (okna, dveře..), **z nichž je možný únik kouře** při požáru musejí být vzdálené od nasávacího otvoru **min. 3,0 m**. (Pokud jsou však tyto otvory výškově umístěny pod nasávacím otvorem, přičítá se k minimálnímu požadavku 3,0 m vodorovná vzdálenost odpovídající alespoň rozdílu výšek nejnižších míst obou otvorů)
- **nasávání nad střešním pláštěm** → nasávání musí být umístěno **min. 3,0 m** od obvodových stěn a aspoň 3,0m od jiné technologie

Nucené větrání

Určeno pro:

- cesty typu A
- cesty typu B (s požár.předsíněmi i bez nich, pro nadzemní i podzemní podlaží)
- požární předsíně u cest typu B

Doba bezpečného pobytu:

cesta A – max.4 minuty

cesta B – max.15 minut

Doba chodu:

cesta A – nejméně 10 minut

cesta B – nejméně 30 minut (45 min. je-li současně zásahová)

Z hlediska výpočtů a návrhů bezproblémové !

Nucené větrání je spolehlivé a účinné !

Nucené větrání

Princip návrhu spočívá v nuceném (mechanickém) přívodu venkovního vzduchu ventilátorem do CHÚC a odvodu vzduchu větracími otvory umístěnými zpravidla v nejvyšší části CHÚC. Cílem je co nejrovnoměrnější intenzivní provětrání s **velkým naředěním** pronikajícího kouře.

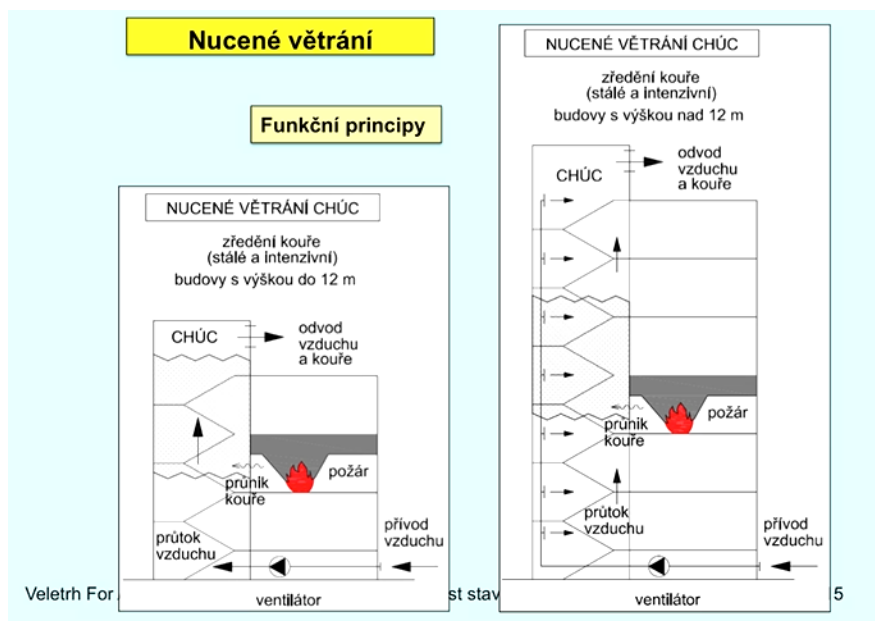
Poznámka: Nucené větrání je souběžně doprovázeno vznikem určitého přetlaku vzduchu, což je průvodní fyzikální projev tohoto větrání, nikoli však cílený parametr. Přetlak vzduchu je běžně pouze v řádu několika jednotek Pa.

Pro budovy s výškou $h \leq 12$ m: lze připustit jedno místo přívodního vzduchu.

Pro budovy s výškou $h > 12$ m: potrubní rozvod vzduchu (optimálně do každého podlaží, maximálně po třech podlažích) – možné trasy vzduchovodu: z dolní úrovně, z horní úrovně, z obou úrovní.

Větrací vzduch proudí proti evakuovaným osobám.

Hlavním výkonovým parametrem, kterého chceme dosáhnout přes předepsanou intenzitu (násobnost) výměny vzduchu, je **průtok větracího vzduchu (m^3/h)**.



- Nucené větrání**
- **Požadované průtoky větracího vzduchu:** parametrické požadavky
 přívod: **CHÚC-A** - výměna vzduchu ≥ 10 x/h
 CHÚC-B s požárními předsíněmi – výměna vzduchu ≥ 15 1/h
 požární předsíň CHÚC-B – výměna vzduchu ≥ 15 1/h
 CHÚC-B bez požárních předsíní – výměna vzduchu ≥ 25 1/h
 - **Odvod vzduchu:**
 Odvod vzduchu je zpravidla v nejvyšším místě únikové cesty pomocí klapky nebo podobného zařízení, které zajistí samočinné otevření v případě aktivace větrání.
 - **Důležitý požadavek** – automatické režimy uvedení do chodu (tj. spuštění ventilátoru a otevření větracího otvoru v horní části):
 - a) dálkovým ovládáním spínacími tlačítky v každém podlaží a zároveň
 - b) samočinně prostřednictvím hlásičů kouře umístěných v každém podlaží
 bud' lokální detekce s autonomní ústřednou **nebo EPS**, pokud tato existuje.
 - Spřažení chodu přívodní a odtahové části větracího systému.

Nucené – Jedná se o větrání s nuceným přívodem a řízeným odvodem vzduchu. Pro přívod se navrhuje **samostatné vedení s požárním ventilátorem**, který je dimenzován na **V_p** požárního úseku. Pro odvod vzduchu se využívají větrací otvory se samočinnými klapkami.

Přetlakové větrání

Určeno pro:

- cesty typu C (vždy s požárními predsíněmi)

Doba bezpečného pobytu:

cesta C – maximálně 30 minut

Doba chodu:

cesta C – nejméně 45 minut (60 minut je-li současně zásahová)

Z hlediska výpočtů a návrhů značně komplikované !

Metodika výpočtu je pouze v ČSN EN 12101-6 !

Přetlakové větrání je nejúčinnější a nejbezpečnější !
(ale také nejsložitější a nejdražší)

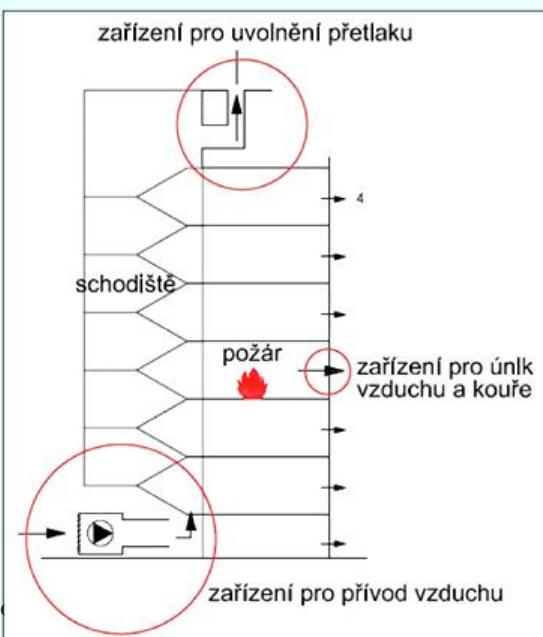
Přetlakové větrání = implementace evropského standardu

ČSN EN 12101-6
přetlakové větrání
je systémový celek vyžadující
instalaci **3 základních komponentů !**

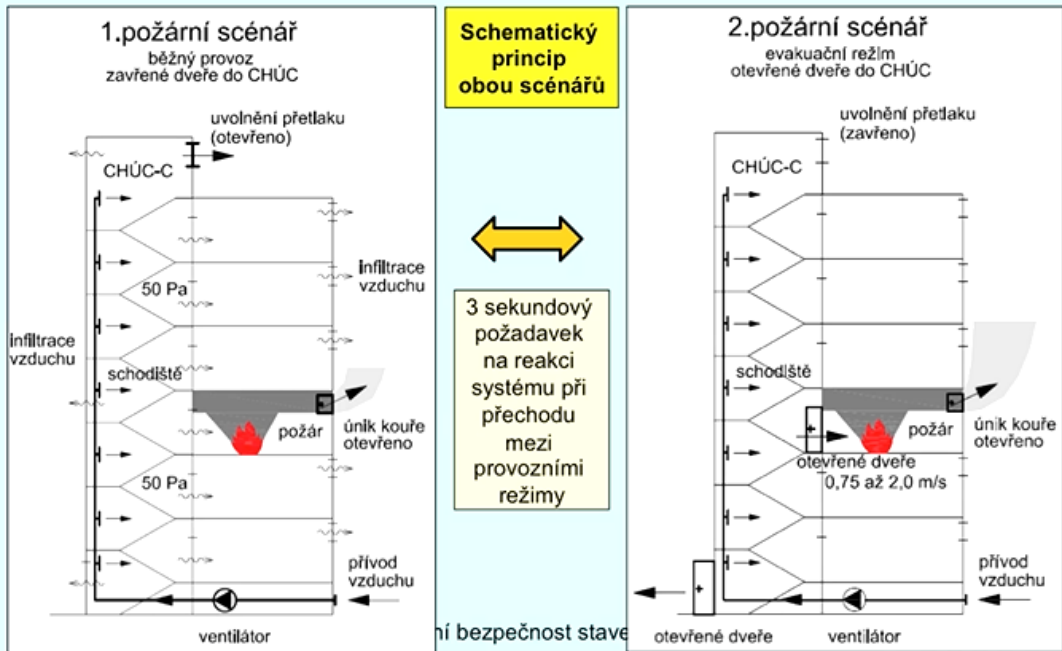
V ČSN dosud chyběl
požadavek na zařízení pro
únik vzduchu a kouře z
budovy – velká chyba –
důsledek : **omezená
funkceschopnost zařízení.**

Přetlakové větrání je schopno zcela
zabránit průniku kouře do CHÚC (na
začátku počáteční fáze rozvoje
požáru) a později jej značně **omezit**

Jde o kombinaci VZT a ZOKT !!!



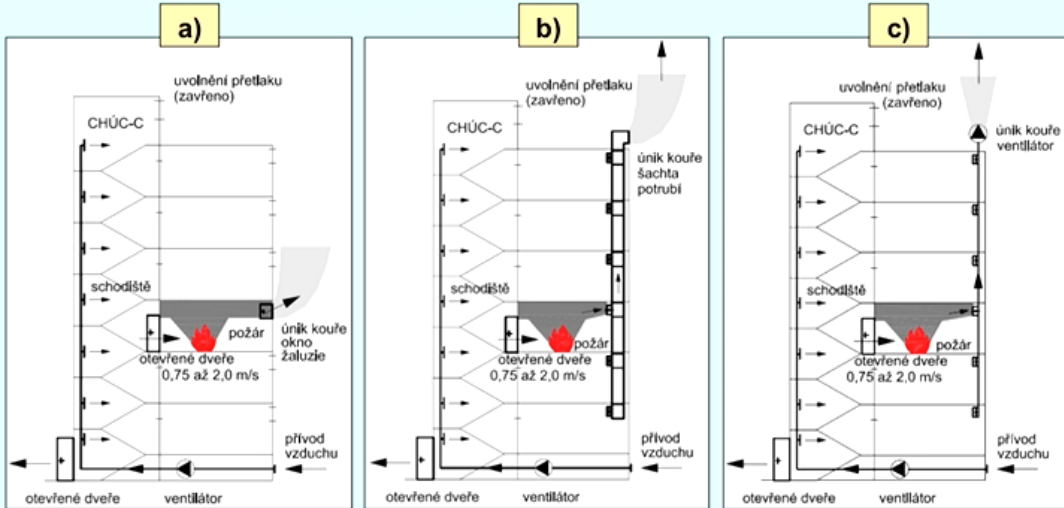
Přetlakové větrání = implementace evropského standardu



Přetlakové větrání

Zařízení pro únik kouře z budovy

(2. požární scénář – otevřené dveře – evakuace a zásah)



Veletrh For Arch

Požární bezpečnost staveb 2020

26

ČSN 73 0802 (nevýrobní objekty) a ČSN 73 0804 (výrobní objekty)

6) Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT)

Pokud je požadavkem specialisty PBŘS, tak navrhnout pouze přípravu a popsat do TZ. Přípravou se rozumí např. kouřové klapky do střechy nebo instalační šachta vedená nad střechu, pokud řešený prostor není přímo pod střechou.

7) Rychlosti proudění vzduchu v potrubí dle množství přepravovaného vzduchu:

0-3000 m ³ /h	3 m/s
3000-5000 m ³ /h	4 m/s
5000-7000 m ³ /h	5 m/s
7000-10000 m ³ /h	6 m/s
nad 10000 m ³ /h	7 m/s

8) Výpočet celkového množství přírodního vzduchu V_p:

$$V_p = V_{p,\text{čerst}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$
$$V_p = V_{p,\text{čerst}} + V_{p,\text{cirk}} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

V_{p,čerst} ... čerstvý venkovní vzduch [m³/h]

V_{p,cirk} ... cirkulační vzduch [m³/h]

V_{p,čerst} lze vypočítat následujícími způsoby:

- podle počtu osob:

$$V_{p,\text{čerst}} = \text{množství vzduchu na osobu} [\text{m}^3/\text{h}] * \text{počet osob} [-]$$

- podle hodinové výměny vzduchu (intenzity větrání):

$$V_{p,\text{čerst}} = \text{objem větraného prostoru} [\text{m}^3] * \text{intenzita větrání} [1/\text{h}]$$

U místností, kde jsou lidé (administrativa, objekty pro bydlení, kulturu, školy, restaurace atd.) používat **výpočet podle počtu osob**.

Většina objektů bude větrána pouze **čerstvým vzduchem** (hygienické minimum) a **bez cirkulace**.

Cirkulace se využívá zejména tam, kde se **VZT používá pro vytápění** (případně i chlazení) **prostoru** – většinou se jedná o výrobní a sportovní haly apod. Pro vytápění/chlazení prostoru je potřeba velké množství vzduchu (i mnohonásobně více než je hygienické minimum pro přívod čerstvého vzduchu pro přítomné osoby), proto se používá cirkulace, aby nebylo nutné tepelně upravovat celkové množství vzduchu. Do prostoru se přivádí jen nutné množství čerstvého vzduchu a zbytek se cirkuluje – výrazně tím klesne energetická náročnost úpravy vzduchu ve VZT jednotkách.