



EFEKTIVNÍ VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ PRŮMYSLOVÝCH OBJEKTŮ

Ing. Jan Bosák
Field engineer

Koordinat s.r.o.

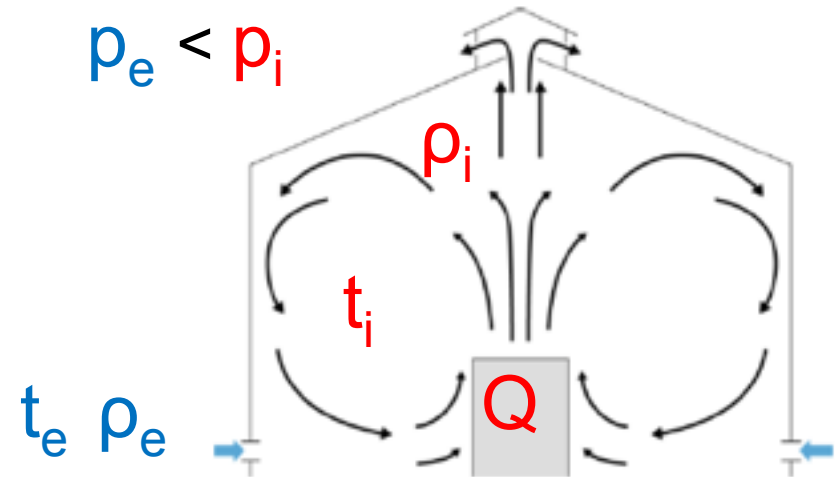
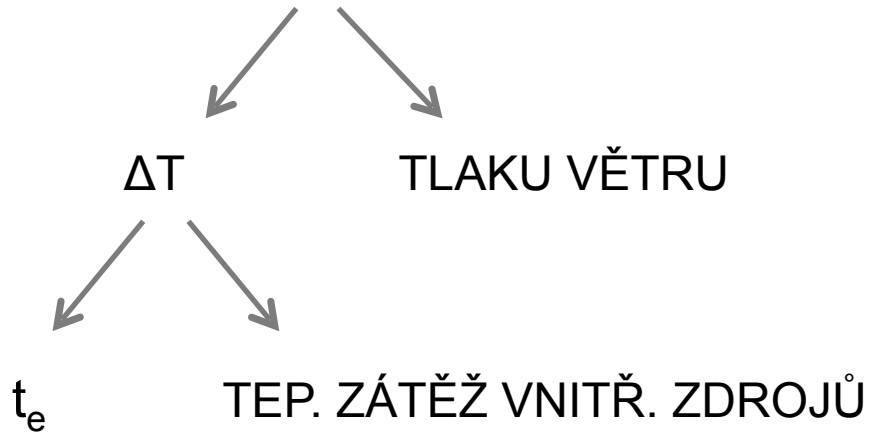
Hoval

S odpovědností k energii a životnímu prostředí

- Společnost Hoval spol. s r.o. funguje v ČR již 20 let jako dceřiná společnost firmy Hoval, která patří mezi **přední výrobce systémů tepelné techniky a vzduchotechniky**. Všechny aktivity a výrobky Hoval jsou navrhovány a vyvíjeny s ohledem na životní prostředí, maximální hospodárnost provozu a dlouholetou životnost. Firemní filozofie zahrnující slogan „*S odpovědností k energii a životnímu prostředí*“ tvoří jeden ze základních stavebních kamenů a hodnot firmy, díky které **výrobky Hoval splňují ty nejvyšší požadavky na kvalitu a ekologickou šetrnost**.
- Hlavní činností firmy Hoval je **výroba a prodej tepelné techniky a vzduchotechniky, podpora projektování**, spolupráce s investory a developery při **tvorbě komplexních řešení** s ohledem na efektivnost a úsporu provozních nákladů, zajištění **spolehlivého provozu** nebo **záruční a pozáruční servis** odpovídající individuálním požadavkům zákazníků.
- Společnost Hoval má za sebou řadu instalací pro široké spektrum zákazníků, mezi nejčastěji řešené projekty patří novostavby nebo rekonstrukce tepelného hospodářství zdravotnických zařízení a nemocnic, výrobních hal a skladů, hotelů, škol, komerčních budov a další.

■ PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ

- Δp V ZÁVISLOSTI NA



- PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ
- MOŽNOSTI REGULACE → ŽALUZIOVÉ KLAPKY, SVĚTLÍKY APOD.
 - AUTOMATICKÁ - SERVOPOHONY
 - POCITOVÁ - RUČNĚ
- OMEZENÍ
 - DOPORUČENÁ TEPLOTA EXTERIÉRU 5 – 25 °C
 - SILNÉ POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY
 - TEPELNÁ ZÁTĚŽ OD ZDROJŮ TEPLA (DOPORUČENÁ cca 800 W/m²)
 - VELIKOST VÝMĚNY VZDUCHU

■ PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ

VÝHODY:

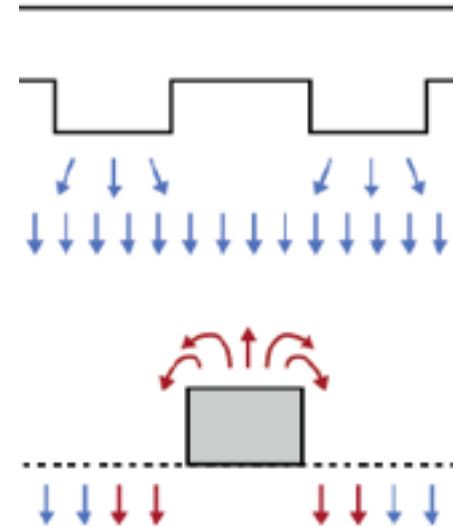
- NULOVÁ SPOTŘEBA ENERGIE
- MINIMÁLNÍ INVESTIČNÍ NÁKLADY

NEVÝHODY:

- NESTABILITA
- ZÁVISLOST NA EXTERIÉROVÝCH VLIVECH
- OMEZENÁ REGULACE, MNOŽSTVÍ VÝMĚNY VZDUCHU
- ABSENCE FILTRACE VZDUCHU, REKUPERACE

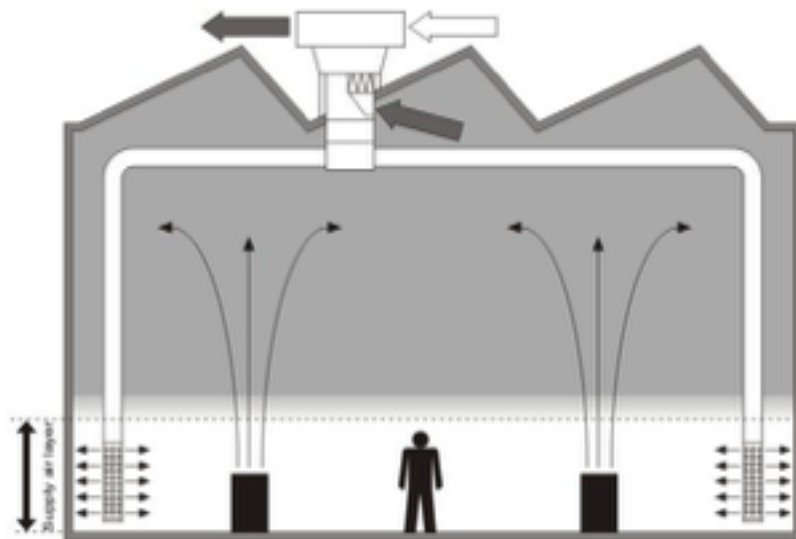
- NUCENÉ VĚTRÁNÍ
 - VYTLAČOVÁNÍM (DISPLACING)
 - VRSTVENÍM (STRATIFING)
 - SMĚŠOVÁNÍM (MIXING)

- NUCENÉ VĚTRÁNÍ – VYTLAČOVÁNÍM
 - SNAHA O VYTLAČOVÁNÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE, NEČISTOT Z PROSTOR VĚTŠÍ PRIORITY ZA POMOCI JEDNOSMĚRNÉHO PROUDU
 - RYCHLOSTI PROUDĚNÍ VZDUCHU V POBYTOVÉ ZÓNĚ 0,2 m/s
 - ZŘÍDKA UŽÍVANÝ ZPŮSOB VĚTRÁNÍ PRO HALOVÉ OBJEKTY



■ NUCENÉ VĚTRÁNÍ – VRSTVENÍM

- VYUŽITÍ VRSTVENÍ VZDUCHU V ZÁVISLOSTI NA ROZDÍLU HUSTOTY
- DISTRIBUCE VZDUCHU V POBYTOVÉ ZÓNĚ (0,2 - 0,1 m/s)
- PŘI VÝPOČTU V (m³/h) LZE UVAŽOVAT S HORIZONTÁLNÍM POVRCHEM
 $Q^{1/3} = \alpha \cdot A \cdot \Delta T (T_{\text{surface}} - T_{\text{surroundings}})$



- NUCENÉ VĚTRÁNÍ – VRSTVENÍM
 - OMEZENÍ:
 - $H = 3x$ VÝŠKA POBYTOVÉ ZÓNY
 - DOPORUČENÁ VÝŠKA POBYTOVÉ ZÓNY 2 - 2,5 m
 - DISTRIBUCE CHLADNÉHO VZDUCHU PO CELÉ VÝŠCE POBYTOVÉ ZÓNY
 - POTŘEBA DOSTATEČNÉHO PROUDĚNÍ TEP. VZDUCHU SMĚREM VZHŮRU
 - OPATŘENÍ K ZABRÁNĚNÍ SMĚŠOVÁNÍ VRSTEV (ZATEPLENÍ STŘECH, STĚN)
 - VHODNÉ PŘEDEVŠÍM K VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ PROSTOR

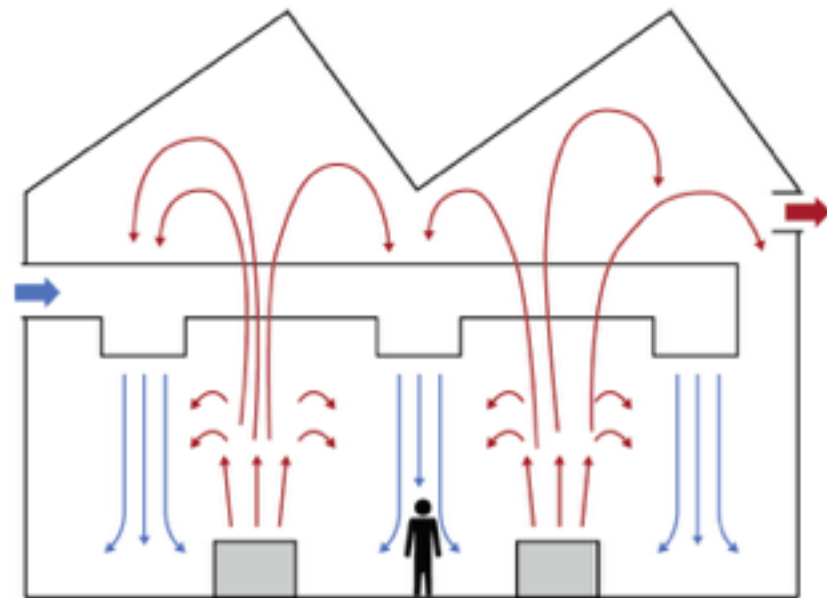
■ NUCENÉ VĚTRÁNÍ – SMĚŠOVÁNÍ

- V SOUČASNÉ DOBĚ ČASTO UŽÍVANÉ
- VYUŽITÍ PŘI VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ I CHLAZENÍ

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$
$$m = V \cdot \rho$$



$$V = Q / (\rho \cdot c \cdot \Delta T)$$

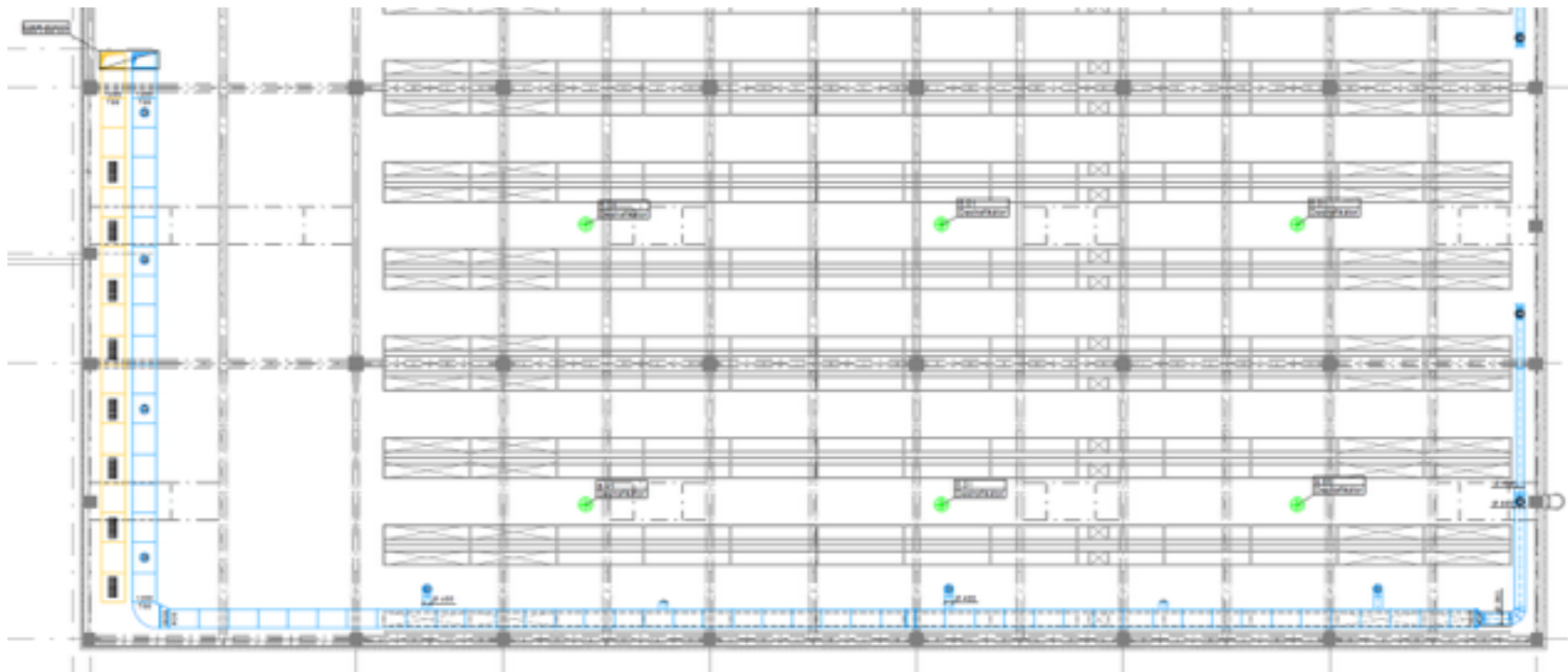


■ NUCENÉ VĚTRÁNÍ

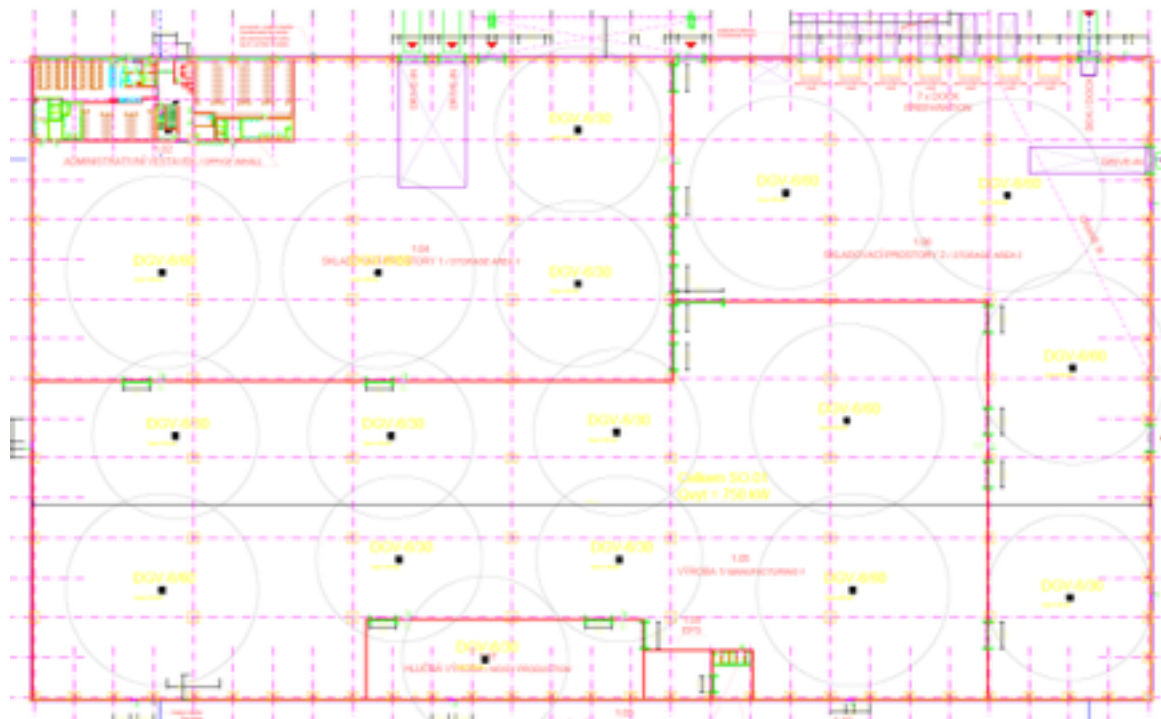
- $n = 1,5 - 2$ (-/h) VÝMĚNA VZDUCHU PRO HALU, AUTOMOTIV - SEDAČKY
– ZE ZKUŠENOSTÍ, **POTŘEBA ZOHLEDNIT DRUH PROVOZU !!!**
- **DISTRIBUCE VZDUCHU = EFEKTIVNOST CELÉHO SYSTÉMU**
 - VOLBA SYSTÉMU
 - ROZMÍSTĚNÍ DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ (PLOCHA, PRIMÁRNÍ BODY)
 - VOLBA TYPU DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ

- VOLBA SYSTÉMU
 - CENTRÁLNÍ
 - DESTRIKÁTORY
 - CENTRÁLNÍ S DESTRIKÁTORY
 - DECENTRÁLNÍ

- CENTRÁLNÍ S DESTRIFIKÁTORY



■ DECENTRÁLNÍ



S odpovědností k energii a životnímu prostředí



- EFEKTIVNOST

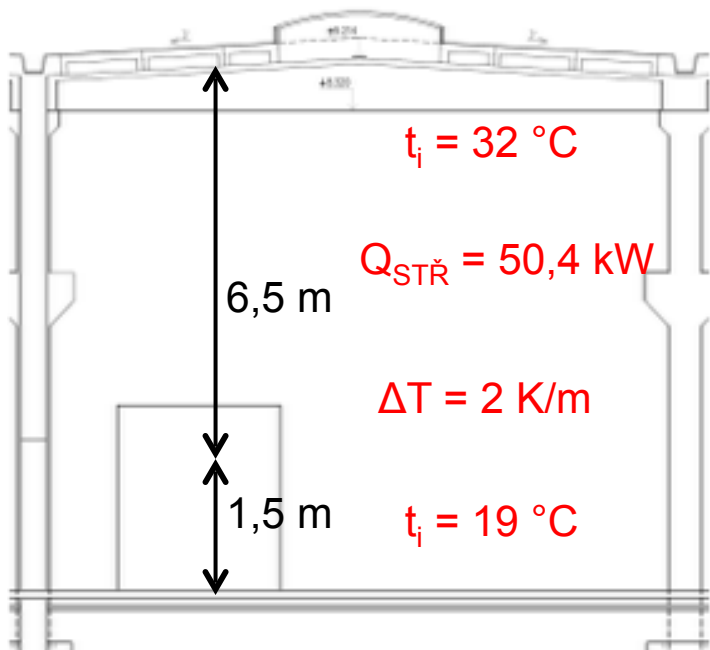
- TEPLOTNÍ GRADIENT PO VÝŠCE OBJEKTU

- BEZ SRÁŽENÍ VZDUCHU → 1,5 ~ 2,0 K/m

- NEJLEPŠÍ - OPTIMÁLNÍ ŘEŠENÍ → 0,15 ~ 0,5 K/m

- VLIV NA TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU = POTŘEBNÝ VÝKON

- EFEKTIVNOST – TEPLITNÍ GRADIENT



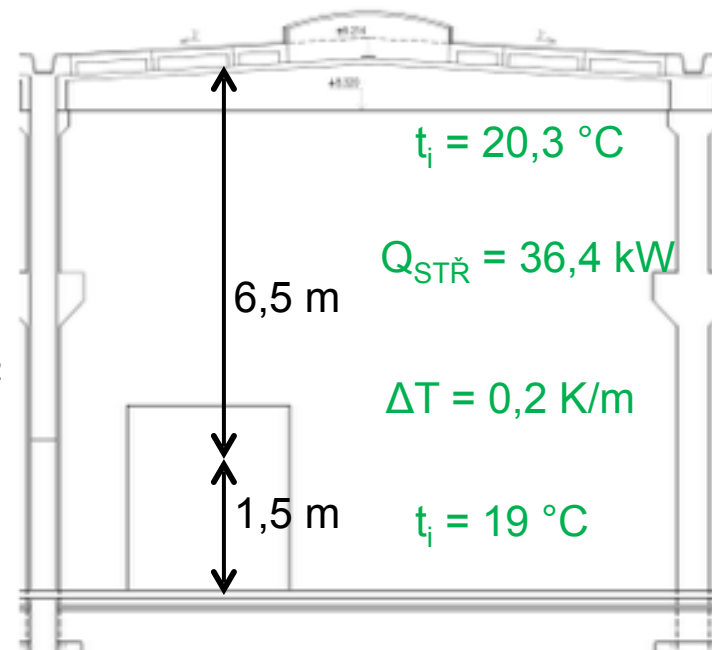
$$t_e = -10\text{ °C}$$

$$Q = U \cdot S \cdot \Delta t$$

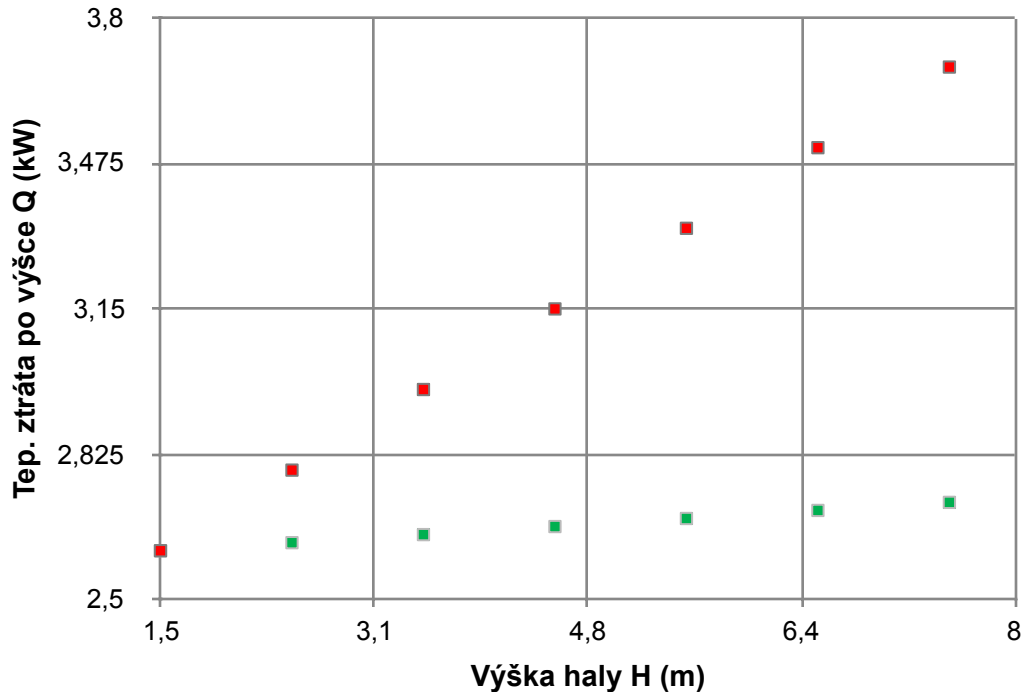
$$U = 0,24\text{ W/m}^2\text{K}$$

$$S = 100 \cdot 50 = 5000\text{ m}^2$$

$$28\% \Delta Q_{\text{STŘ}}$$



Tepelná ztráta stěnou po výšce objektu



| h | t _i | Q _z (2 K/m) | t _i | Q _z (0,2 K/m) |
|-----|----------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| 7,5 | 31 | 3,69 | 20,2 | 2,718 |
| 6,5 | 29 | 3,51 | 20 | 2,7 |
| 5,5 | 27 | 3,33 | 19,8 | 2,682 |
| 4,5 | 25 | 3,15 | 19,6 | 2,664 |
| 3,5 | 23 | 2,97 | 19,4 | 2,646 |
| 2,5 | 21 | 2,79 | 19,2 | 2,628 |
| 1,5 | 19 | 2,61 | 19 | 2,61 |

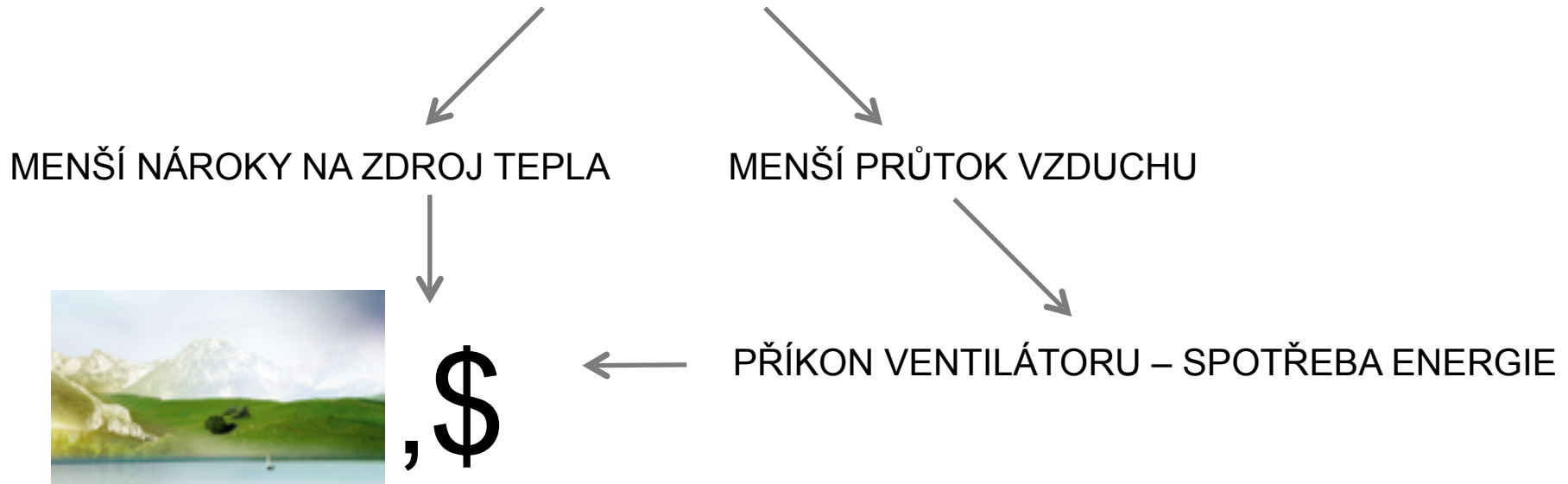
$$S = 300 \text{ m}^2$$

- 2 K/m
- 0,2 K/m

$$15,4 \% \Delta Q_{\text{STĚ}}$$

- EFEKTIVNOST – TEPLOTNÍ GRADIENT

➤ NIŽŠÍ TEP. ZTRÁTY = NÍŽŠÍ TEP. VÝKON



- DISTRIBUČNÍ ELEMENTY – DISTRIBUCE VZDUCHU

➤ VOLBA DISTRIBUCE VZDUCHU JE ZÁVISLÁ OD:

- DRUH PROVOZU
- VĚTRÁNÍ/ VYTÁPĚNÍ/ CHLAZENÍ



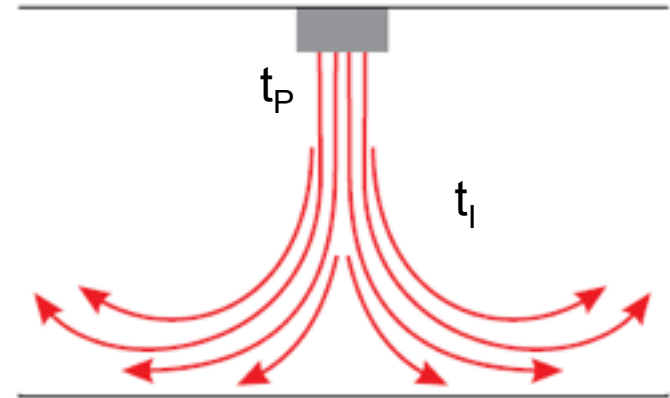
TEPLOTA PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU VS. TEPLOTA VZDUCHU V INTERIÉRU

■ DISTRIBUCE VZDUCHU – VYTÁPĚNÍ

HUSTOTA VZDUCHU: 20 °C = 1,2 kg/m³
 35 °C = 1,146 kg/m³

- PŘÍVOD VZDUCHU VERTIKÁLNĚ
- SNIŽOVÁNÍ TEPLOTNÍ DIFERENCE

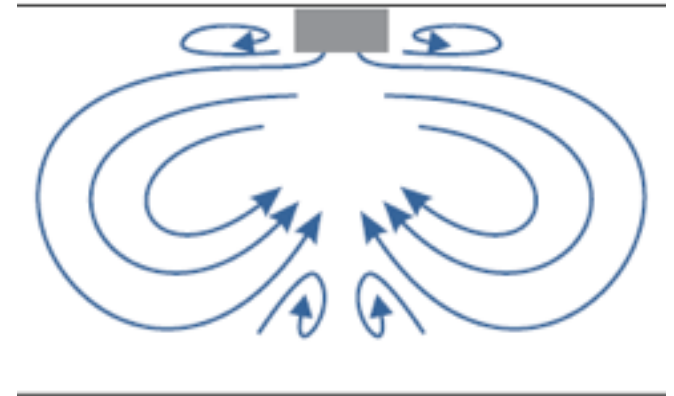
+ ZACHOVÁNÍ $v = 0,2$ m/s V POB. ZÓNĚ



■ DISTRIBUCE VZDUCHU – CHLAZENÍ

HUSTOTA VZDUCHU: 20 °C = 1,2 kg/m³
 15 °C = 1,225 kg/m³

- PŘÍVOD VZDUCHU HORIZONTÁLNĚ
- POSTUPNÉ KLESÁNÍ VLIVEM NIŽŠÍ HUSTOTY – ZAMEZENÍ PRŮVANU



■ DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

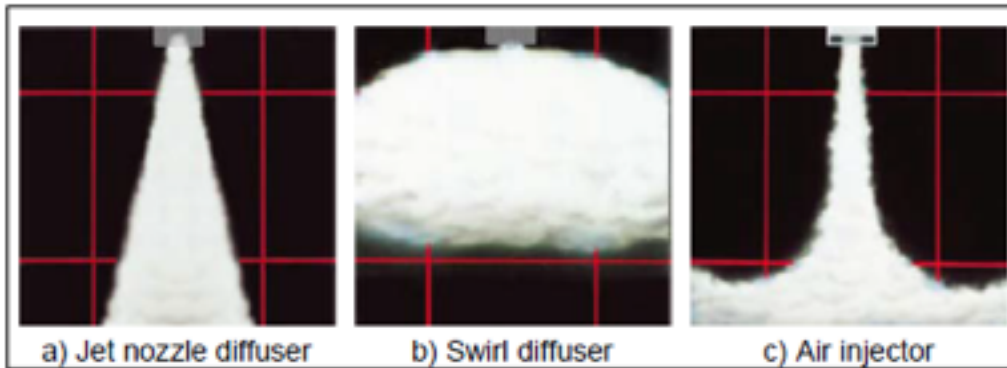
- DIFÚZORY
- DRALY
- VYÚSTKY
- AIR INJECTOR



- ROZSAH POKRYTÉ PLOCHY ??
- SCHOPNOST DISTRIBUČNÍHO ELEMENTU PŘIZPŮSOBIT SE K PROMĚNNÝM STAVŮM V PRŮBĚHU ROKU ??

■ DISTRIBUČNÍ ELEMENTY

- ✓ DODRŽET RYCHLOST V POBYTOVÉ ZÓNĚ DO 0,2 m/s – WITHOUT DRAFTS
- ✓ ZAJISTIT POKRYTÍ CO NEJVĚTŠÍ PLOCHY
- ✓ ÚPRAVA TVARU A SMĚRU PROUDU VZDUCHU SE ZMĚNOU Δt

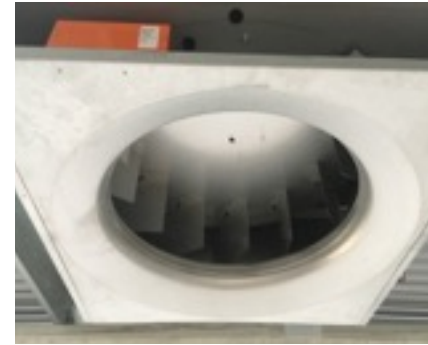
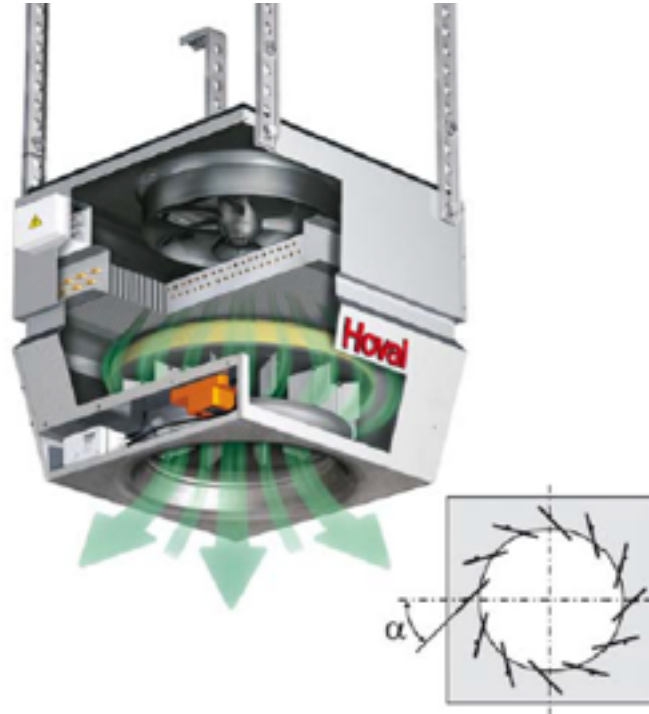


$$Ar_x = 1.23 \left(\frac{x}{H} \right)^2$$

$$Ar_{d_0} = 2.66 \cdot \left(\frac{d_0}{H_{EQ}} \right)^2$$

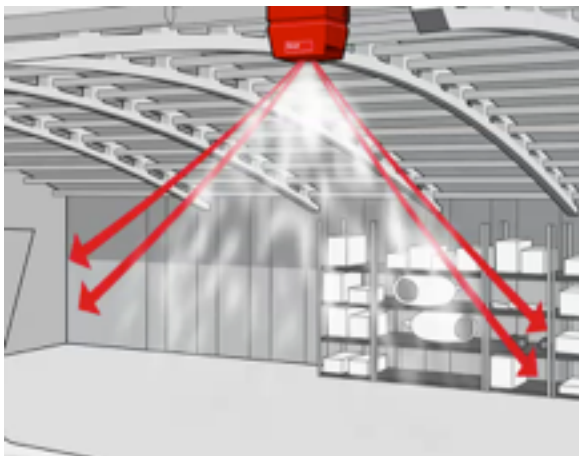
■ AIR INJECTOR

- DEFLECTOR
- LOPATKY
- VÝSTUPNÍ TRYSKA

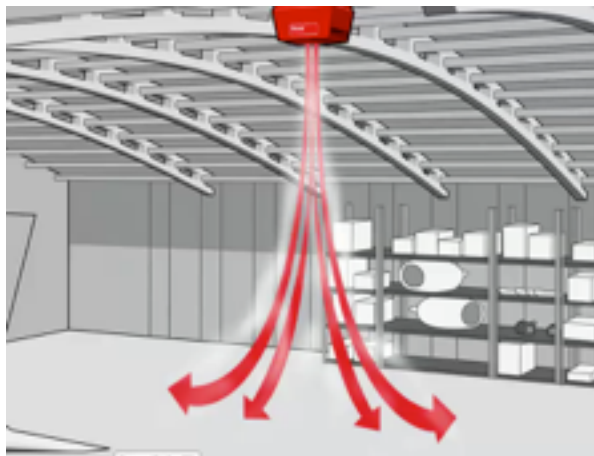


■ AIR INJECTOR

ISOTHERM



HEATING

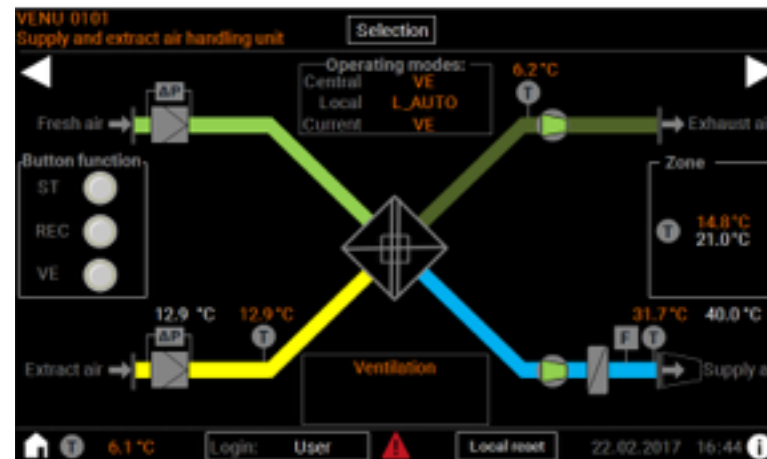


COOLING

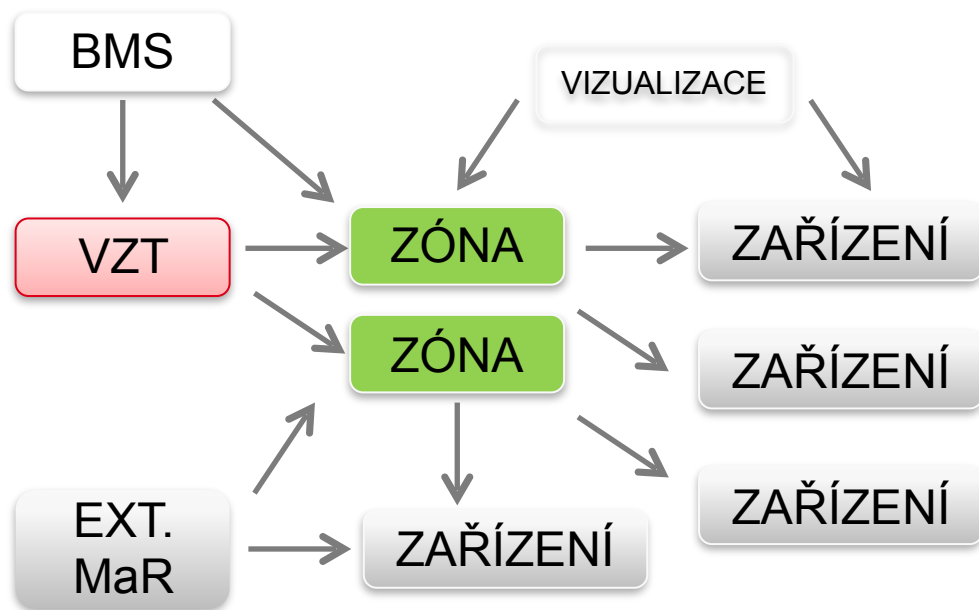


■ REGULACE

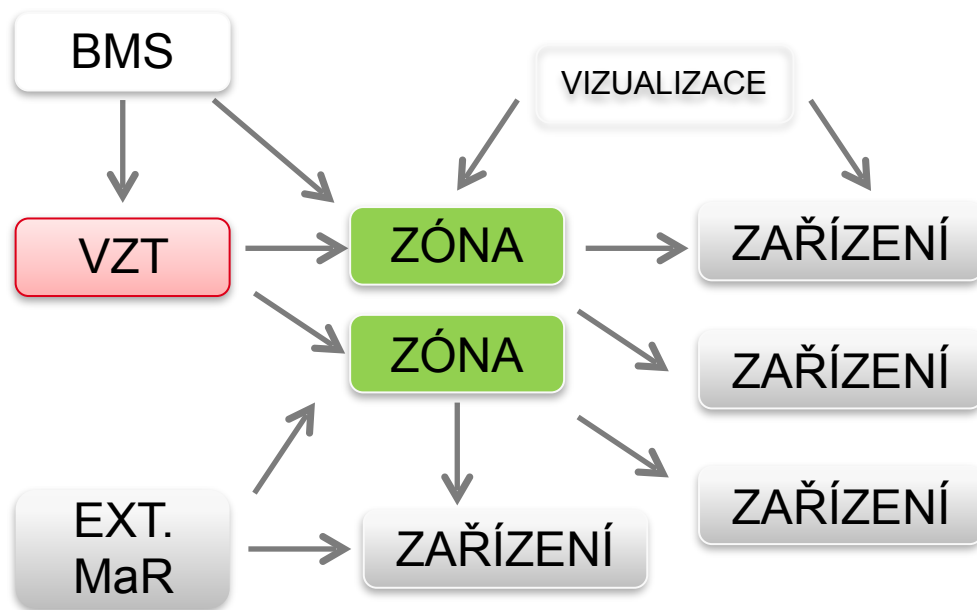
- EKONOMIČNOST PROVOZU
- SMYSLUPLNOST PROVOZU
- OVLADATELNOST
- KONTROLA
- ÚDRŽBA
- OKAMŽITÁ REAKCE



■ ČLENĚNÍ REGULAČNÍHO SYSTÉMU



ČLENĚNÍ REGULAČNÍHO SYSTÉMU

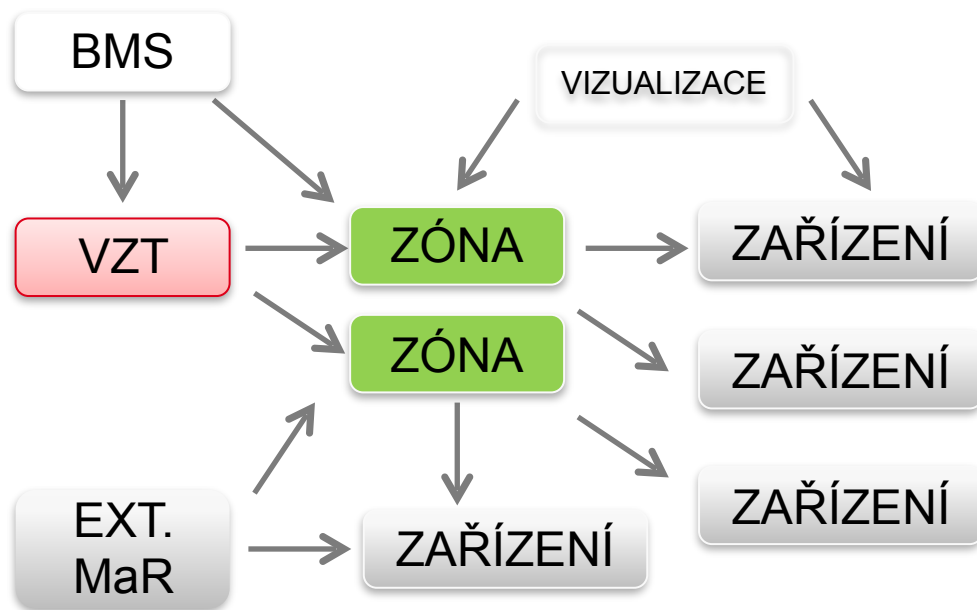


ZAŘÍZENÍ

- LOKÁLNÍ REGULACE POUZE JEDNOHO ZAŘÍZENÍ
- TERMOSTAT, OVLADAČ



ČLENĚNÍ REGULAČNÍHO SYSTÉMU

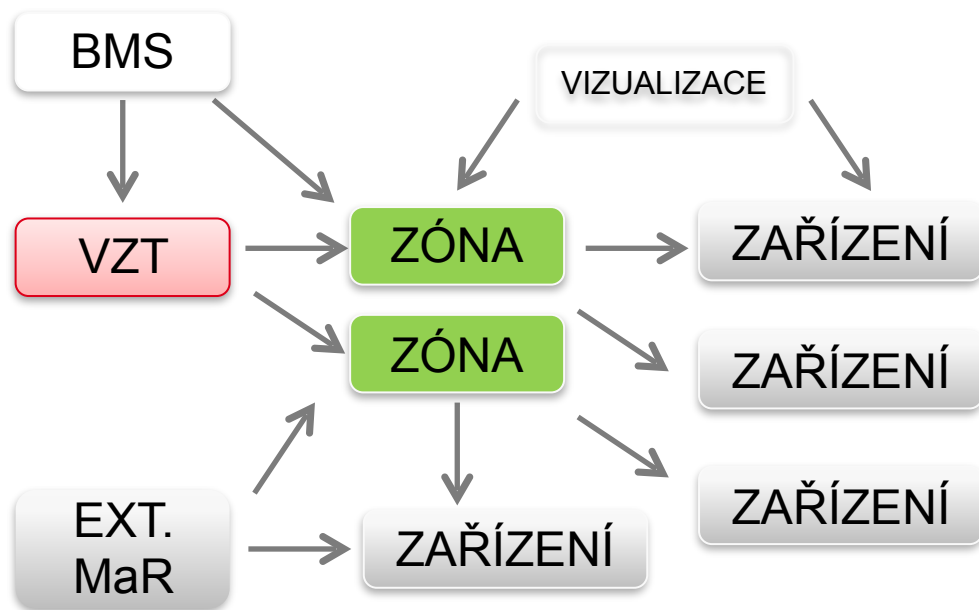


ZÓNA

- REGULACE VÍCE ZAŘÍZENÍ DLE PODMÍNEK V ŽÁDANÉM PROSTORU - ZÓNĚ
- ČIDLA, OVLÁDACÍ PANELE
- AUTONOMNÍ REGULACE DLE NASTAVENÝCH POŽADAVKŮ

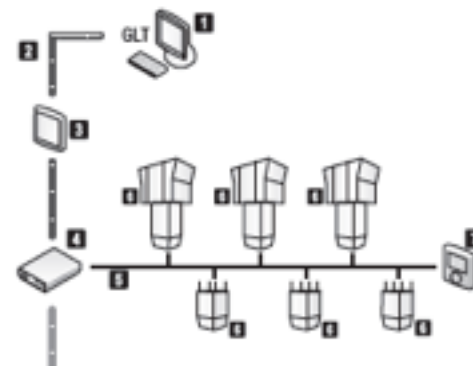


ČLENĚNÍ REGULAČNÍHO SYSTÉMU

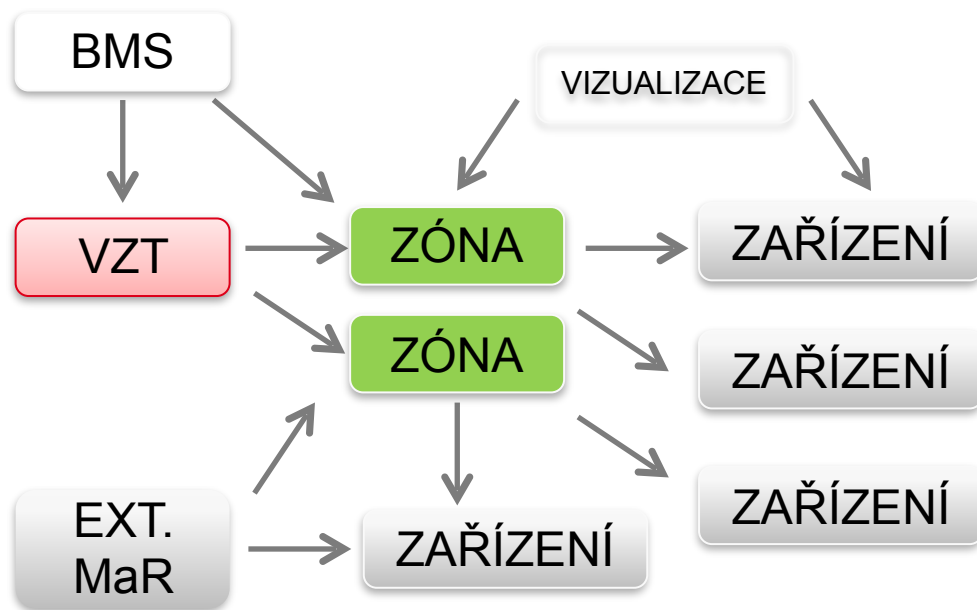


BMS

- NADŘAZENÁ REGULACE
- OVLÁDÁNÍ VÍCE SYSTÉMŮ JEDNÍM NADŘAZENÝM
- NAPŘ. BACnet



■ ČLENĚNÍ REGULAČNÍHO SYSTÉMU



EXT.
MaR

- POŽADAVKY EXT. ZAŘÍZENÍ
- NAPŘ. EPS SIGNÁL

■ MOŽNOSTI OVLÁDÁNÍ

- MANUÁLNÍ - BUTTONS
- AUTOMATICKÁ - DLE TEPLoty, CO₂, VLHKOSTI
- REŽIM PROVOZU DLE KALENDÁŘE, EXTERIÉROVÝCH PODMÍNEK, NOČNÍ CHLAZENÍ APOD.

■ MOŽNOSTI REGULACE

- ZAPNOUT/VYPNOUT
- 0 - 10 V
- PI REGULÁTORY
- PID REGULÁTORY



EFEKTIVNOST PROVOZU



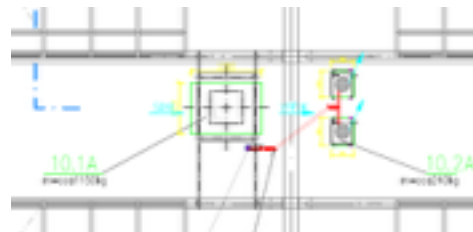
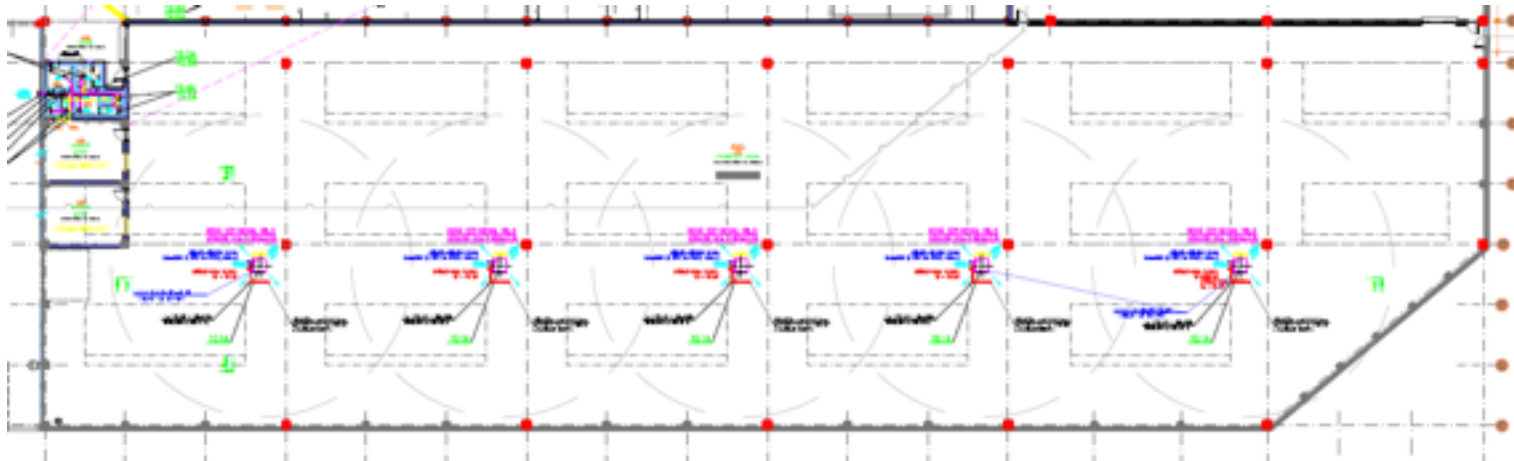
ÚSPORA ENERGIE



- + BEZ VZDUCHOVODŮ = NIŽŠÍ TLAKOVÉ ZTRÁTY, MONTÁŽ, PROSTOR, HYGIENICKÉ
- + ZÓNOVÁNÍ = OPTIMALIZACE SPOTŘEBY
- + DEMONTÁŽ – PŘEMÍSTĚNÍ
- POVĚDOMÍ O SYSTÉMU OD ZAČÁTKU PROJEKTOVÁNÍ

- REALIZOVANÝ PROJEKT - HALA LAIRD LIBEREC (LISOVNA)
 - LISOVNA
 - PLOCHA $S = 3713 \text{ m}^2$, OBJEM $V = 25\,991 \text{ m}^3$
 - VÝMĚNA VZDUCHU $n = 1,6 \text{ -/h}$
 - UVAŽOVANÉ MNOŽSTVÍ VZDUCHU NA ZAMĚSTNANCE $110 \text{ m}^3/\text{h}$
 - TEPLOTA LÉTO/ZIMA $20/27 \text{ °C}$
 - NAVRŽENO
 - VENTILACE $5 \times 7800 \text{ m}^3/\text{h} = 39\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $Q_{\text{VYT}} = 10 \times 60 \text{ kW}$
 - $Q_{\text{CHL}} = 5 \times 54 \text{ kW}$

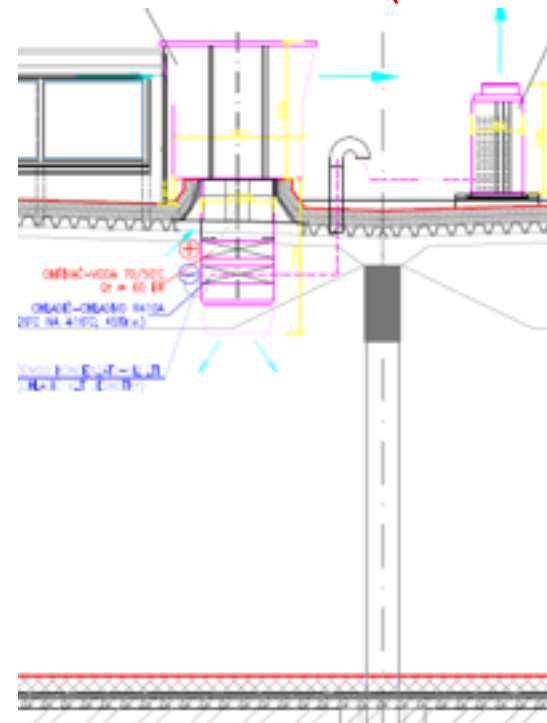
- REALIZOVANÝ PROJEKT - HALA LAIRD LIBEREC (LISOVNA)



VÝFUK SMĚREM K
TEPELNÝM ČERPADLŮM

- REALIZOVANÝ PROJEKT - HALA LAIRD LIBEREC (LISOVNA)

ROOFVENT
RHC-9-R2

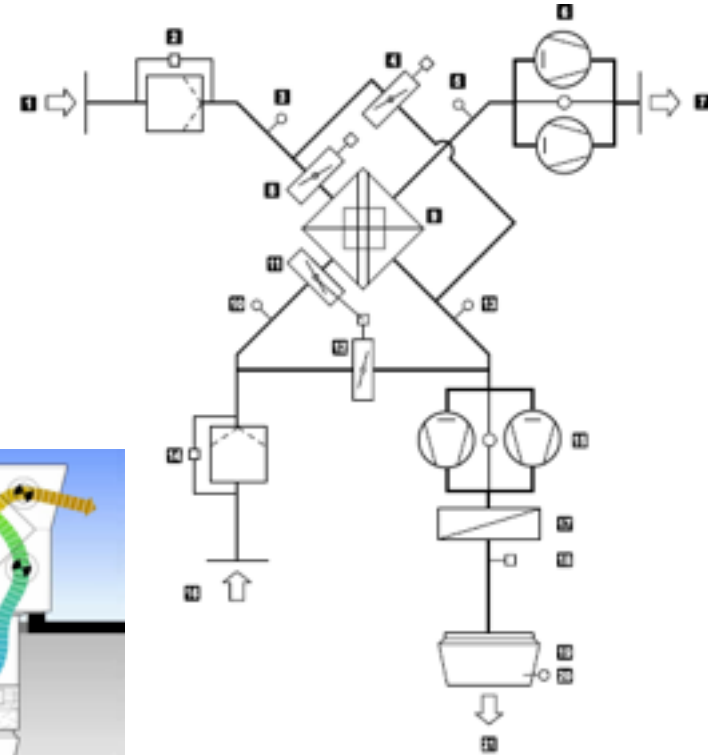
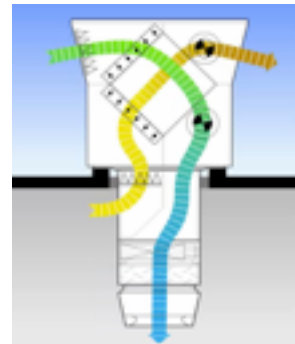


- DALŠÍ REALIZOVANÉ PROJEKTY
 - JOHNSONS CONTROL KVASINY
 - JOHNSONS CONTROL BOR U TACHOVA
 - SKLAD LÉČIV PHOENIX PRAHA
 - AGROSTROJ PELHŘIMOV
 - FISHER IVANOVICE
 - VGP LIBEREC, VGP ČESKÝ ÚJEZD
 - BOMBARDIER ČESKÁ LÍPA
 - DRAKA SLOVENSKO
 - MOUNTAIN BRATISLAVA
 - A DALŠÍ



• ROOFVENT

- VENTILAČNÍ JEDNOTKA S REKUPERACÍ
- VĚTRÁNÍ/VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ/RECIRKULACE
- VODNÍ SYSTÉM/ TEPELNÁ ČERPADLA/ KOMBINACE
- PLOCHA K POKRYTÍ 450 - 790 m²
- PRŮTOKU VZDUCHU 5500/ 8000 m³/h
- ÚČINNOST ZPĚTNÉHO ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA 67/ 76 %
- AIR INJECTOR SE SERVOPOHONEM
- AUTONOMNÍ REGULACE TTC

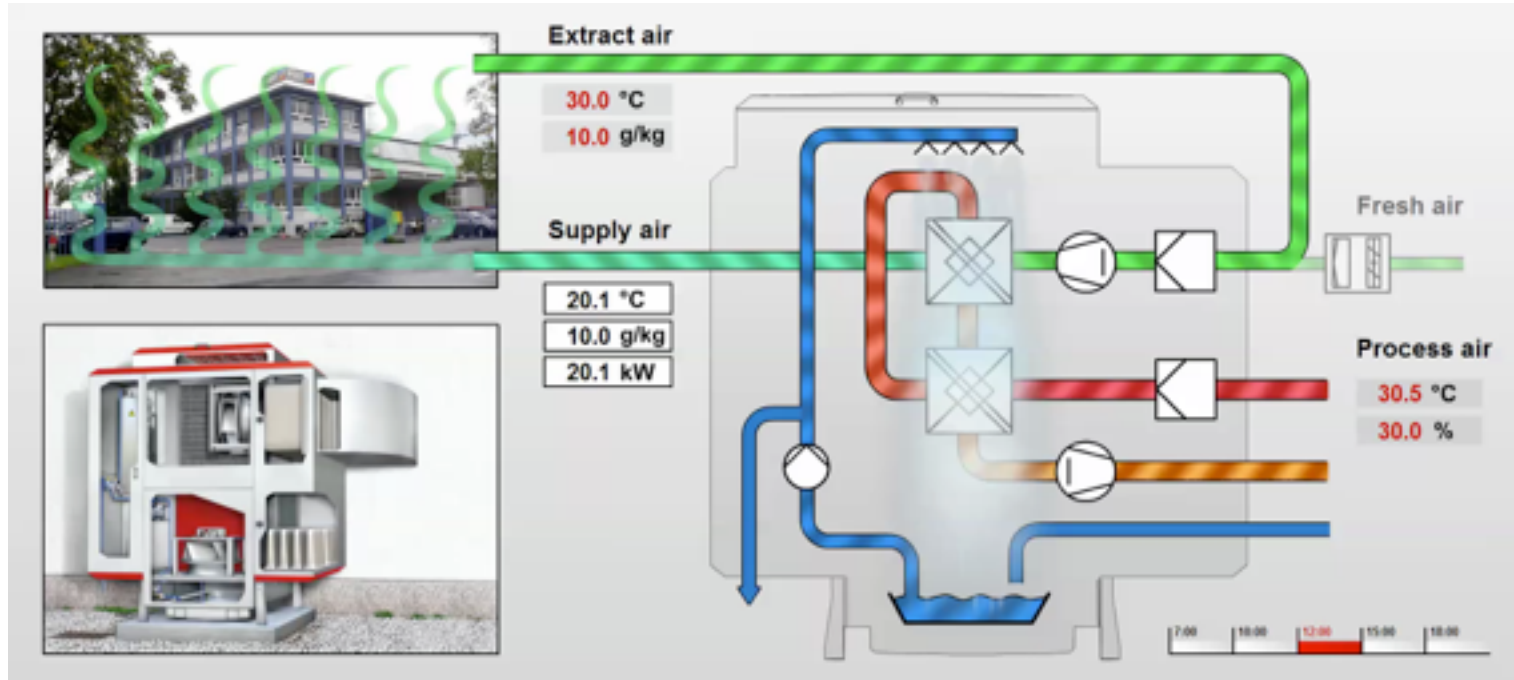


- TOPVENT

- CÍRKULAČNÍ JEDNOTKA
- VYTÁPĚNÍ/CHLAZENÍ
- VODNÍ SYSTÉM/ TEPELNÁ ČERPADLA/ PLYN
- PLOCHA K POKRYTÍ 530 - 940 m²
- PRŮTOKU VZDUCHU 6000/ 9000 m³/h
- AIR INJECTOR SE SERVOPOHONEM
- AUTONOMNÍ REGULACE TTC, EASY TRONIC



- ADIAVENT



- Vzduchotechnické systémy pro výrobní haly a sklady

<https://www.youtube.com/watch?v=KDGPwJTjS9g>

- Ventilace, vytápění a chlazení s rekuperací tepla

<https://www.youtube.com/watch?v=Q77f0njUXFQ>

DĚKUJEME ZA POZORNOST ! 😊

EFEKTIVNÍ VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ PRŮMYSLOVÝCH OBJEKTŮ

Koordinat s.r.o.

Hoval

S odpovědností k energii a životnímu prostředí