

$$\dot{V}_2 = \dot{V}_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

Teorie, vztahy a vzorce

10

Objemový průtok vzduchu (V)

Vzduchové objemy, které proudí během určené doby z určeného prostoru nebo do něj. Obecně se vyjadřují v m³/h nebo m³/s.

Je známo několik postupů pro stanovení objemového průtoku vzduchu:

1. Dle intenzity výměny vzduchu.

Objem místnosti se násobí číslem stanovené intenzity výměny vzduchu za hodinu.

Orientační intenzity výměny vzduchu, jejichž hodnoty mohou být v různých zemích upravovány rozdílně zákonnými předpisy, které mají vždy přednost před níže uvedenými hodnotami (n krát za hodinu):

- akumulátorovny 8–12
- barvární 10–15
- bazény 3–8
- brusírny 8–14
- bufety 8–12
- dílny bez zdrojů tepla 3–6
- domy obchodní 4–8
- galvanizovny 15–20
- garáže 4–6
- hlediště, divadla, kina 5–8
- hutní provozy až 35
- chodby a haly 2–6
- chromovny 25–35
- kanceláře 2–10
- knihovny 4–8
- kotelny 4–10
- kovárny až 35
- kuchyní bytová 3
- kuchyní hromadná 15–20
- kuchyní studená 5–8
- kuřárny 10–60
- laboratoře 8–12
- lakovny až 60
- lázně, sprchy 8–10
- masáže 6–8
- šatny 4–8
- lůžkové pokoje 5–8
- infekční oddělení 6–10
- dětské oddělení 8–15
- místnosti konferenční 3–6
- mořírny 20–30
- mechanické chladné provozovny 6–12
- prodejny 4–8
- restaurace 5–10
- sály operační 8–12
- sály shromažďovací 5–10
- slévárny až 20
- sklady 2–8
- svařovny 4–8
- šatny 1–3
- školy 3–8
- textilní provozy 12–18
- tělocvičny 5
- umývárny 2–5
- záchody společné 50 (25)

2. Dle počtu osob v místnosti a vykonávaných činností:

- 30–60 m³/h na osobu – hlediště, divadla, kina
- 30–50 m³/h na osobu – jídelny
- 60–100 m³/h na osobu – kuřárny
- 60–100 m³/h na osobu – fitness centra
- 30–50 m³/h na osobu – sály shromažďovací
- 50 m³/h/1 záchodová mísa kanceláře

- 25 m³/h/1 pisoár kanceláře
 - 60–100 m³/h/1 sprcha RD a soukr. výstavba
 - 150 m³/h/1 sprcha kanceláře
 - 300 m³/h/1 sprcha bazén
- Uvedené údaje jsou orientační a představují minimální hodnoty.

3. Z hlediska nutné rychlosti proudění vzduchu při sběru polétavých materiálů (podprůměrných rychlostí pro odvod vzduchovody).

Sběrná rychlost (V_c)

Svařování, leptání
Pozinkování 0,50 do 1,00 m/s
Stříkací kabiny 0,70 do 1,00 m/s
Broušení 2,50 do 10,00 m/s

Transportní rychlost (V_t)

Prach 9 m/s
Mouka 13 m/s
Piliny 15 m/s
Jemný kovový prach 15 m/s
Dřevěné třísky 18 m/s
Kovové piliny 20–25 m/s

K výpočtu objemového průtoku se tato rychlost násobí se stávajícími průměry vzduchovodu (POZN: to se týká pouze transportních rychlostí, ne sběrných).

4. Dle intenzity nutné výměny pro odvedení tepelné zátěže, ohřev vzduchu, snížení vlhkosti apod.

Kritéria pro volbu ventilátorů

Při volbě vhodných ventilátorů je třeba zvážit následující kritéria:

1. Druh prostorů:

- průmyslové pracovní prostory
- kanceláře a obchodní prostory
- obytné prostory...

2. Charakter vzduchu a jeho vlastnosti:

- čistý vzduch
- vzduch nasycený prachem nebo mastnotou
- plyny se zvláštními vlastnostmi proudění...

3. Typ instalace:

- přívod nebo odvod
- montáž na stěnu/na střechu/na strop/
zabudované vzduchovody
- umístění otvorů
- místní podmínky (teplota, vlhkost vzduchu...)

4. Potřebný objemový průtok vzduchu a tlaková ztráta

5. Přípustná úroveň hluku:

- v místnosti
- venkovní

6. Napájení:

- jednofázové, třífázové
- napětí
- frekvence...

7. Další parametry:

- rozměry ventilátoru
- možnost regulace otáček
- krytí
- příslušenství

Podobnostní vztahy

Tyto zákonitosti platí pro změny aerodynamických parametrů:

- objemový průtok **V**
- tlak Δp
- výkon oběžného kola **P**

v závislosti na změně

- počtu otáček **n**
 - průměru oběžného kola **D**
- pro geometricky identické resp. podobné ventilátory.

1. Při konstantních rozměrech ventilátoru resp. průměrech oběžného kola:

$$V_2 = V_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3$$

2. Při konstantním počtu otáček

$$V_2 = V_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

Hladiny akustického tlaku a výkonu

Hluk je způsoben

- aerodynamickým hlukem protékajícího vzduchu
- vibracemi

Hluk je udáván

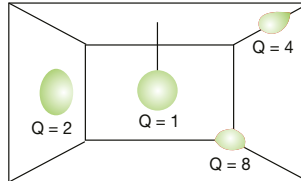
- hladinou akustického výkonu L_{WA} , která vyjadřuje celkový výkon zdroje hluku
- hladinou akustického tlaku L_{pA} , která odpovídá energii hluku změřené v určitém místě. Hladina akustického tlaku musí být tedy vždy doplněna o údaj o vzdálenosti od zdroje hluku, ve kterém byla měřena.

Hodnoty v katalogu

Hodnoty hladin akustického tlaku L_{pA} v tabulkách ventilátorů v tomto katalogu jsou obvykle hladiny akustického tlaku měřené ve vzdálenosti uvedené v katalogovém listu daného typu ventilátoru. Měření jsou vždy prováděna ve volném akustickém poli a s váhovým filtrem „A“ (pokud není výslovně uvedeno jinak), číselník směrovosti $Q = 2$.

Číselník směrovosti Q určuje prostorový úhel, do kterého akustický budič vyzařuje.

- $Q = 1$ označuje vyzařování do celého sférického prostoru
- $Q = 2$ označuje vyzařování do poloviny sférického prostoru
- $Q = 4$ označuje vyzařování do čtvrtiny sférického prostoru
- $Q = 8$ označuje vyzařování do osminy sférického prostoru



U některých ventilátorů jsou udávány změřené hodnoty hladin akustických výkonů. Měření jsou vždy prováděna s váhovým filtrem „A“ (pokud není výslovně uvedeno jinak).

Pro porovnání hladiny akustického tlaku při změně vzdálenosti se užije vzorec:

$$L_{p2} = L_{p1} + 20 \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

[dB], [dB], [m]

Pro porovnání hladiny akustického tlaku při změně otáček se užije vzorec:

$$L_{p2} = L_{p1} + 50 \log \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

[dB], [dB], [-]

Základní vztah pro určení hladiny akustického tlaku L_p z hodnoty akustického výkonu L_W , ve vzdálenosti r , pro jednotlivé číselníky směrovosti Q , v poli přímých vln, bez odrazu:

$$L_p = L_W + 10 \log (Q/4\pi r^2)$$

[dB], [dB], [-], [m]

Pokles hladiny akustického tlaku v závislosti na vzdálenosti, číselník směrovosti $Q = 1$ (ve volném akustickém poli)

Vzdálenost zdroje hluku [m]	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	23	30
Útlum [dB]	11	14,5	17	20	23	25	26	28	29	30	31	34	37	39	40

Pokles hladiny akustického tlaku v závislosti na vzdálenosti, číselník směrovosti $Q = 2$

Vzdálenost zdroje hluku [m]	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	23	30
Útlum [dB]	8	11,5	14	17	20	22	23	25	26	27	28	31	34	36	37

Pokles hladiny akustického tlaku v závislosti na vzdálenosti, číselník směrovosti $Q = 4$

Vzdálenost zdroje hluku [m]	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	23	30
Útlum [dB]	5	8,5	11	14	17	19	20	22	23	24	25	28	31	33	34

Pokles hladiny akustického tlaku v závislosti na vzdálenosti, číselník směrovosti $Q = 8$

Vzdálenost zdroje hluku [m]	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	23	30
Útlum [dB]	2	5,5	8	11	14	16	17	19	20	21	22	25	28	30	31

Skutečné hodnoty provozního hluku se mohou významně lišit od vypočtených hodnot. Rozdíly mohou být způsobeny zejména různými okolnostmi a provozními podmínkami, které jsou odchylné od laboratorních podmínek a také frekvenční závislostí číselníku směrovosti, který se projevuje více na nízkých frekvencích.



Hluk ventilátorů a NV č. 272/2011 Sb.

Často se na nás obrací zástupci montážních firem s dotazem, jestli námi dodávané ventilátory splňují legislativní požadavky definované NV č. 272/2011 Sb. (Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací).

Nařízení vlády NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se zabývá výhradně imisními dopady hluku ze zdrojů hluku. Tyto závisí na konkrétním umístění zdroje hluku, na cestě šíření akustické energie, akustickém stínění a obecně na vlastnostech prostoru, v kterém se hluk šíří.

Výrobci ventilátorů nepředjímají typ prostorů, ve kterých budou ventilátory instalovány a udávají pouze emisní parametry hluku. Těmito parametry se zabývají jiné normy.

Za umístění zařízení je odpovědný projektant, respektive spotřebitel, který podle emisních parametrů poskytnutých výrobcem ventilátoru rozhodne o jeho umístění nebo navrhne vhodná stavební či jiná opatření tak, aby byly splněny požadavky NV č. 272/2011 Sb. Uvedené NV nestanoví žádné požadavky na samotné akustické budiče.

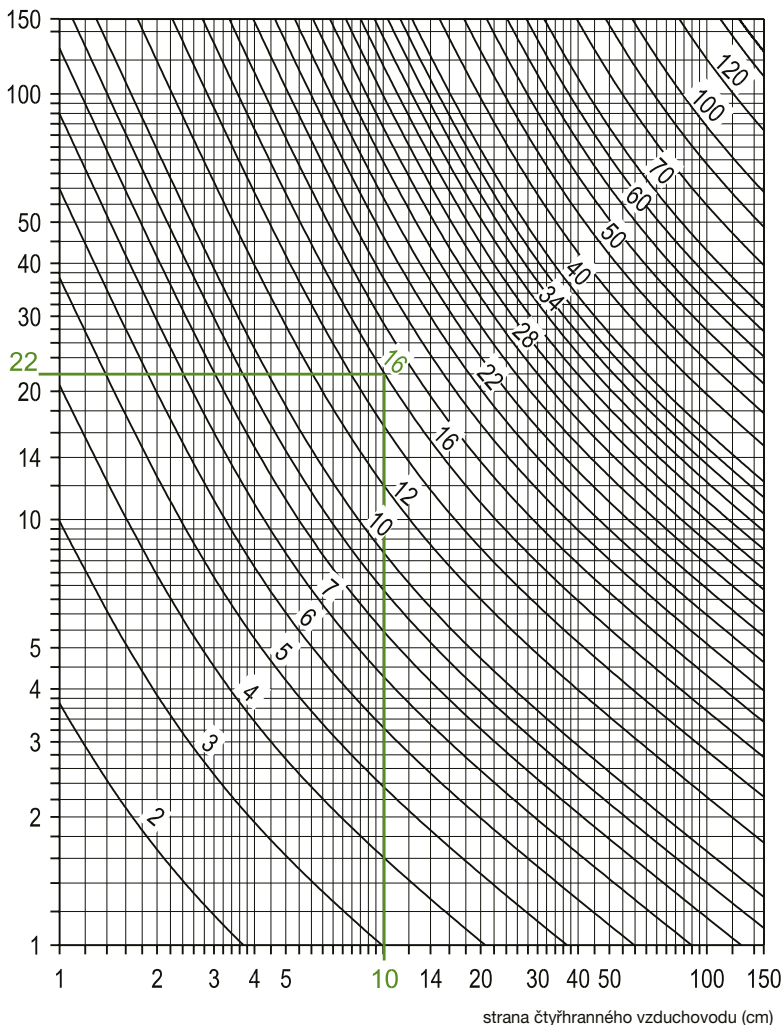
Všeobecné informace

Tlakové ztráty

Aby bylo možné zvolit odpovídající ventilátor a bylo dosaženo požadovaného vzduchového výkonu, je nutno přesně propočítat ztráty tlaku, ke kterým dochází ve větracím zařízení

díky tření a charakteru stavebních prvků (obložky, změny průřezů potrubí atd.). Tlakové ztráty distribučních elementů, příslušenství a vzduchovodů jsou v příslušných kapitolách.

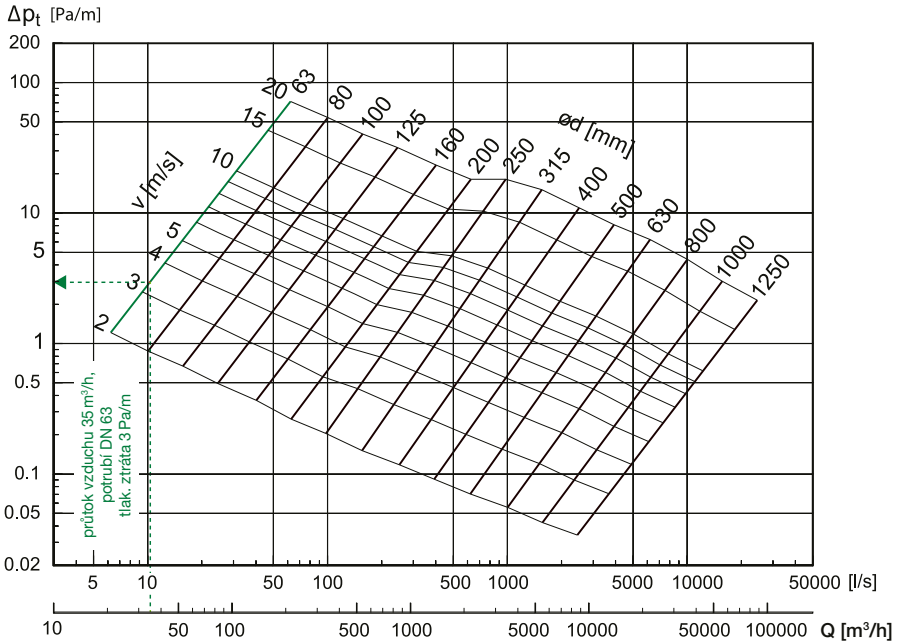
strana čtyřhranného vzduchovodu (cm)



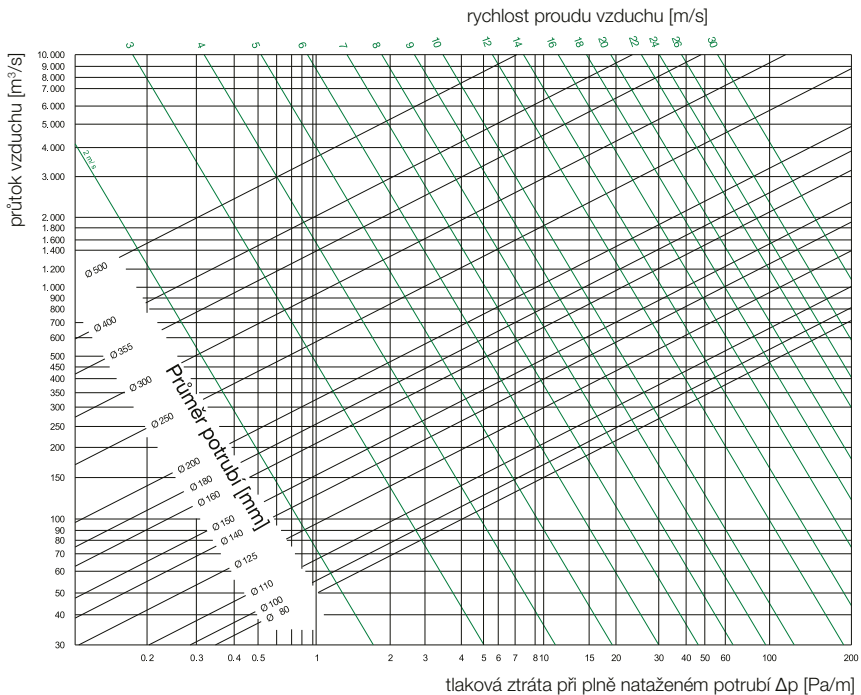
Ekvivalentní průměr čtyřhranného potrubí vůči kruhovému potrubí podle průtoku při stejných tlakových ztrátách

Příklad: Čtyřhranné potrubí **A** × **B** (220 × 100 mm) odpovídá kruhovému potrubí DN 160

Všeobecné informace



tlakové ztráty SPIRO potrubí



tlakové ztráty SEMIFLEX potrubí

Všeobecné informace ATEX

Projekční pokyny pro ventilátory ve výbušném prostředí

Ventilátory nebo obecně řečeno zařízení určené pro prostředí s nebezpečím výbuchu se oproti ventilátorům či zařízením do běžného prostředí v několika konstrukčních detailech liší. Základní požadavky jsou dány směrnici 2014/34/EU Evropského parlamentu. Zkráceně se výše jmenovaná směrnice označuje zkratkou ATEX (Atmospheres Explosibles). Ke klasifikace slouží následující kritéria:

1. Skupiny zařízení:

- do skupiny I patří zařízení pro podzemní doly s výskytem metanu
- do skupiny II patří zařízení pro prostory s nebezpečím výbuchu jiné než doly s výskytem metanu, zařízení skupiny II se navíc značí písmenem, které specifikuje povahu prostředí:
 - G – pro oblasti s výbušnou atmosférou tvořenou plyny, párami nebo mlhami
 - D – pro oblasti s výbušnou atmosférou tvořenou prachy

2. Kategorie

- kategorie 1 zahrnuje zařízení užívané v oblastech, kde je prostředí náchylné k explozi stále, dlouhodobě a nebo často
- kategorie 2 zahrnuje zařízení užívané v oblastech, kde je nutno počítat s možností případného vzniku výbušné atmosféry
- kategorie 3 zahrnuje zařízení užívané v oblastech, kde se s výskytem výbušné atmosféry nepočítá, resp. kde se případně může vyskytovat jen zřídka a krátce

3. Prostedí s výbušnými plyny, párami a mlhou (G – plyny)

- Zóna 0 – oblast se stálým, dlouhodobým nebo častým výskytem výbušné atmosféry, tvořené směsí vzduchu a hořlavých plynů, par nebo mlh
- Zóna 1 – oblast, kde za normálního provozu může dojít ke vzniku výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu a hořlavých plynů, par nebo mlh

- Zóna 2 – oblast, kde se za normálního provozu výbušná atmosféra ze směsi vzduchu a hořlavých plynů, par nebo mlh nevyskytuje vůbec a nebo jen krátkodobě.

Prostředí s výbušným prachem (D – prach)

- Zóna 20 – oblast, kde se stále, dlouhodobě nebo často vyskytuje výbušná atmosféra ve formě oblaku z hořlavého prachu obsaženého ve vzduchu
- Zóna 21 – oblast, kde se za normálního provozu příležitostně může vytvořit výbušná atmosféra ve formě oblaku z hořlavého prachu obsaženého ve vzduchu
- Zóna 22 – oblast, kde se za normálního provozu výbušná atmosféra ve formě oblaku z hořlavého prachu obsaženého ve vzduchu nevyskytuje vůbec a nebo jen krátkodobě.

4. Typy ochran proti nežádoucím vlivům elektrického zařízení ve výbušných prostorech.

Typ ochrany proti výbuchu

Pevný závěr „d“

Závěr, při vniknutí výbušné směsi dovnitř, vydrží tlak výbuchu a zabrání přenesení exploze do okolní atmosféry.

Použití: rozvaděčové a ovládací skříně, motory, topná zařízení

Závěr s vnitřním přetlakem „p“

Ochranný plyn, udržovaný v přetlaku, zabráňuje vniknutí výbušné atmosféry do závěru

Použití: velká zařízení

Pískový závěr „q“

Závěr je vyplněn materiálem, který brání vznícení okolní atmosféry při vzniku elektrického oblouku v závěru.

Použití: transformátory, elektronika

Zajištěné provedení „e“

Přídavná opatření zajišťují vyšší stupeň bezpečnosti. Tím je zabráněno jak vzniku nepřiměřeně vysokých teplot, tak i výskytu jisker ve vnitřku a na venkovních dílech.

Použití: svorkovnicové skříně, rozvaděče, motory

Jiskrová bezpečnost „i“

Zařízení nevytváří jiskry ani tepelné účinky, které by způsobily vznícení výbušné atmosféry.

Použití: měřicí a regulační zařízení

5. Teplotní třídy

Povrchová teplota nesmí způsobit výbuch směsi. Přípustná maximální povrchová teplota je rozdělena do šesti tříd T1 až T6.

Vlastnosti hořlavých plynů a par uvádějí podrobně normy:

ČSN EN 60079-10-1

Výbušné atmosféry – Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné plynné atmosféry

ČSN EN 60079-20-1

Výbušné atmosféry – Část 20-1: Materiálové vlastnosti pro klasifikaci plynů a par - Zkušební metody a data

Zařazení některých plynů

Název	Teplota vznícení	Teplotní třída	Skupina
Aceton	465–538	T1	IIA
Acetylen	305	T2	IIC
Benzen	555	T1	IIA
Butan	494	T2	IIA
Čpavek	651	T1	IIA
Etan	515	T1	IIA
Etanol	365	T2	IIA
Etylén	425	T2	IIB
Fenol	605	T1	IIA
Chloretylén	441	T2	IIA
Izobutan	494	T1	IIA
Naftalen	540	T1	IIA
Oxid uhelnatý	609	T1	IIB
Petrolej	340	T1	IIA
Sirovodík	270	T3	IIB
Sirouhlík	95	T6	IIC
Terpentýn	254	T3	IIA
Vodík	560	T1	IIC

Návrh ventilátoru viz K 1.8

Význam označení ventilátoru

 II 2 G Ex e IIB T3
1 2 3 4 5

1 – zařízení nebezpečného prostoru

Označení	Použití pro prostor
II 3	ZÓNA 2
II 2	ZÓNA 2 i ZÓNA 1
II 1	ZÓNA 2, ZÓNA 1 i ZÓNA 0

pozn.: II – označení skupiny, zařízení pro výbušnou atmosféru jinou než v dolech s výskytem metanu.

2 – všechny nabízené ventilátory jsou zařízení pro výbušnou atmosféru tvořenou plyny,

párami nebo mlhami (G=gas-plyn) a nelze je použít ve výbušné atmosféře tvořené prachy (D=dust-prach).

3 – typ ochrany proti výbuchu

e = zajištěné provedení

d = pevný závěr

POZN: v základní nabídce máme nevýbušné ventilátory v zajištěném provedení, některé vybrané velikosti se dodávají též s pevným závěrem (na dodací možnosti se prosím informujte).

4 – skupina výbušnosti

Označení	Použití
IIA	pro plyny IIA
IIB	pro plyny IIA i IIB
IIC	pro plyny IIA, IIB i IIC

5 – teplotní třída

Označení	Použití
T1 ($\leq 450^{\circ}\text{C}$)	T1
T2 ($\leq 300^{\circ}\text{C}$)	T1, T2
T3 ($\leq 200^{\circ}\text{C}$)	T1, T2, T3
T4 ($\leq 135^{\circ}\text{C}$)	T1, T2, T3, T4
T5 ($\leq 100^{\circ}\text{C}$)	T1, T2, T3, T4, T5
T6 ($\leq 85^{\circ}\text{C}$)	T1, T2, T3, T4, T5, T6

Ventilátor a pracovní charakteristika zařízení

Pro vyhodnocení provozních poměrů ve vzduchotechnickém zařízení, jako např. změna průtoku vzduchu v závislosti na změně odporu potrubní sítě apod., je nutno určit souvislost mezi ventilátorem a pracovní charakteristikou připojeného zařízení, respektive potrubní sítě.

Pracovní charakteristika zařízení

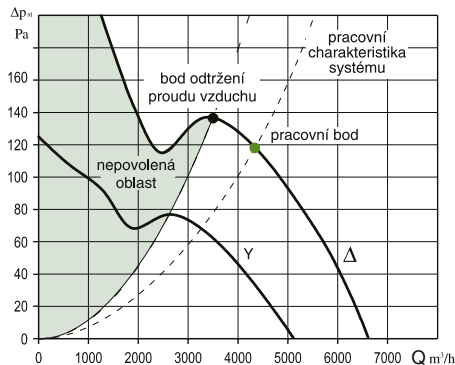
Pracovní charakteristika zařízení je závislost tlakové ztráty zařízení v závislosti na průtoku vzduchu. Odpor (tlakové ztráty) systému kvadraticky narůstají spolu s průtokem vzduchu a závislost má tvar paraboly.

Výkonová charakteristika ventilátoru

Výkonová charakteristika ventilátoru je závislost externího tlaku poskytovaného ventilátorem v závislosti na průtoku vzduchu. Výkonové charakteristiky jednotlivých typů ventilátorů (axiální, radiální, diagonální, tangenciální,...) mají různé průběhy charakteristik, jejichž části mají různý význam z hlediska jejich využití pro nasazení ve ventilačním systému.

Průsečík mezi výkonovou charakteristikou ventilátoru a pracovní charakteristikou zařízení udává skutečný provozní bod.

Výkonové charakteristiky ventilátorů v tomto katalogu používají hodnoty statického tlaku v Pa (označení je p_{st} , P_e , Δp_{st} příp. bez označení). V několika případech je použita hodnota celkového tlaku (označení P_{11} , P_{tot}). Hodnoty tlaku a průtoku jsou udávány pro suchý vzduch 20 °C a tlak vzduchu 760 mm Hg. Charakteristiky jsou měřeny podle standardů AMCA 210 a ISO 5801.



Upozornění: pracovní bod u všech typů axiálních ventilátorů je nutno vždy zvolit tak, aby byl s dostatečnou rezervou vzdálen od nepovolené oblasti. Minimální doporučená rezerva tlaku je 15 % z hodnoty p_{st} v pracovním bodě. Při provozování ventilátoru v nepovolené nestabilní oblasti je oběžné kolo periodicky namáháno parazitními momenty, což může vést k poruše ventilátoru. Z uvedeného důvodu doporučujeme soustavu navrhovat tak, aby ani v případě spuštění, vypínání, provozu nebo regulace nemohl ventilátor pracovat v nepovolené oblasti. Pokud soustava obsahuje elektricky ovládané klapky, je třeba, aby byly otevřeny před spuštěním ventilátoru, u ventilátorů větších výkonů (obvykle více jak 2 kW) doporučujeme konzultovat možnost rozběhu se sníženým záběrovým momentem (rozběh Y/D, softstartéry apod.).

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

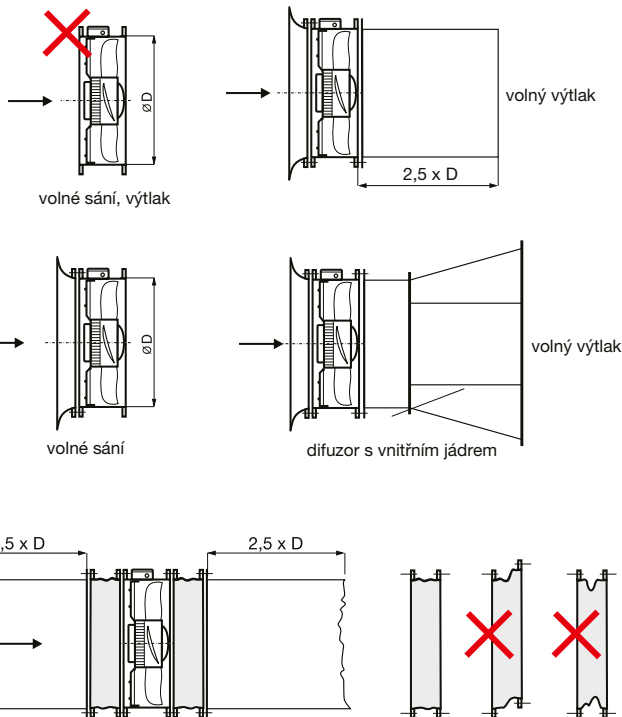
Ventilátory v potrubním systému

Pro maximální využití výkonových parametrů ventilátoru je nutno při návrhu a montáži dodržet následující základní pravidla:

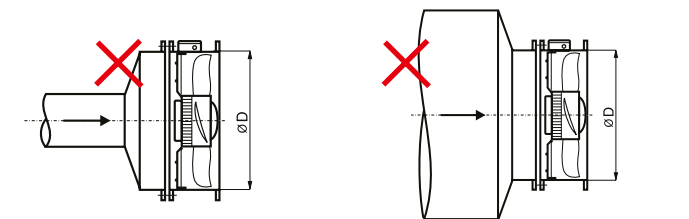
- Pro minimalizaci ztrát při vstupu a výstupu vzduchu z ventilátoru je nutno dodržet předepsanou vzdálenost od tvarovek a míst změny průřezu.
- Není přípustné, aby na ventilátor přímo navazovaly části příslušenství, tvarovky nebo oblouky, které způsobují utržení proudu vzduchu od oběžných kol nebo pumpování. Obojí má za následek snížení výkonu ventilátoru a zvýšení hluchosti. U axiálních ventilátorů může také dojít k posunu pracovního bodu do nestabilní oblasti. Trvalý provoz axiálních ventilátorů v nestabilní oblasti může vést k poškození.
- Vždy je třeba dodržet alespoň vzdálenost 2,5-5násobek průměru ventilátoru od přechodů, oblouků a jiných prvků systému.
- Není přípustné, aby byl ventilátor instalován v blízkosti náhlých změn průřezu. Tato místa mohou způsobit mimořádný nárůst tlakové ztráty. Při použití difuzoru na výstupu axiálních ventilátorů je nutno věnovat návrhu zvýšenou pozornost, špatný návrh nevede k zlepšení využití výkonových parametrů ventilátorů, ale naopak ke zhoršení. Délka difuzoru s jádrem se doporučuje v délce 2x průměr ventilátoru.
- Vždy je třeba používat na sání ventilátorů sací dýzy TAD. Pružné spojky musí být namontovány napnuté a bez záhybů. Vzdálenost sání ventilátoru od stěn má být alespoň 1x průměr ventilátoru.

Upozornění:

Pokud jsou např. pro garážové větrání navrhovány paralelně spojené axiální ventilátory provozované samostatně, je nutno dodržet následující doporučení. Ventilátory musí být odděleny klapkami. Ventilátor, který není provozován, je klapkami odpojen od systému. Jednotlivá vedení paralelních větví musí být v rámci možnosti co nejdelší, se stejnou tlakovou ztrátou a samostatně provozované ventilátory musí s rezervou pracovat mimo nestabilní oblast.

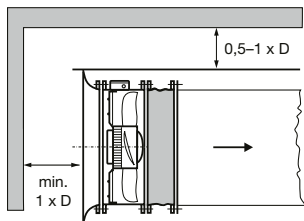


ventilátory lze instalovat pouze s napjatými pružnými spojkami, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru

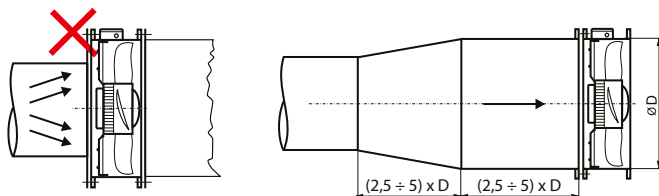


ventilátory nelze instalovat v blízkosti náhlých změn průřezu, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru

ventilátory nelze instalovat v blízkosti náhlých změn průřezu, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru



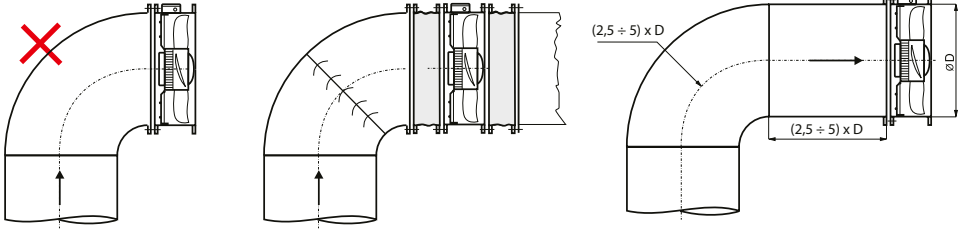
minimální doporučené odstupny od stavebních konstrukcí a stěn



ventilátory nelze instalovat v blízkosti náhlých změn průřezu, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru

doporučené vzdálenosti ventilátorů od přechodů a tvarovek

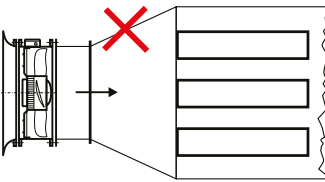
Časté dotazy při provozování VZT zařízení



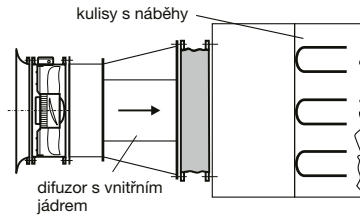
ventilátory nelze instalovat za tvarovkou, jinak dojde k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru

při instalaci tvarovek za ventilátorem je nutno použít tvarovku s náběhovými plechy

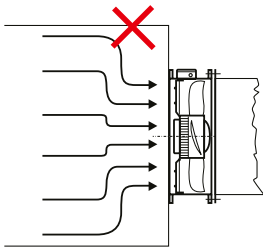
doporučené vzdálenosti ventilátorů od přechodů a tvarovek



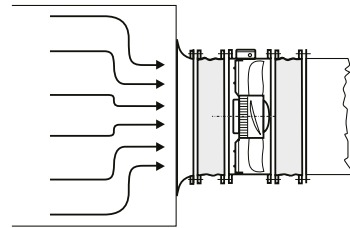
kulisové tlumiče nelze instalovat na výtlaku ventilátoru s rotujícím rychlostním polem, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru



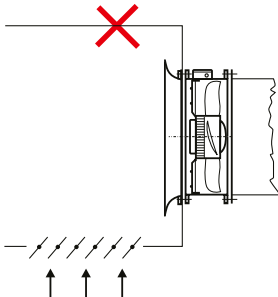
kulisové tlumiče na výtlaku ventilátoru je nutno instalovat s difuzorem a uklidňovací komorou, kulisový náběh musí mít náběhové plechy



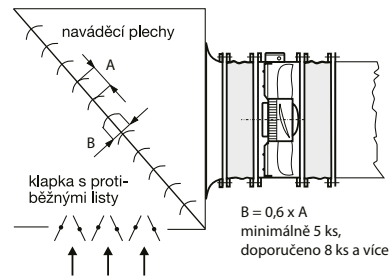
ventilátory nelze instalovat v blízkosti náhlých změn průřezu, jinak dojde k nárůstu tlakové ztráty a k podstatnému snížení využití výkonových parametrů ventilátoru



ventilátory je nutno instalovat se sací dýzou a pružnou spojkou

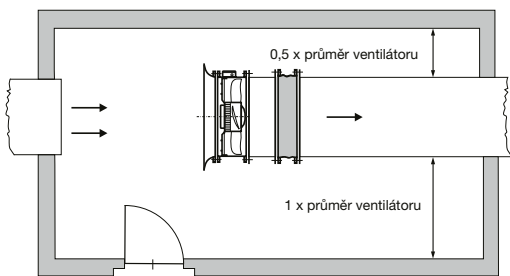


nepovolená prostorová konfigurace přívodu vzduchu, klapky se souběžnými listy a sání ventilátoru s rotujícím rychlostním polem

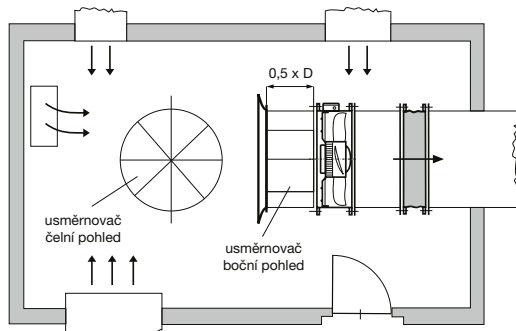


doporučená prostorová konfigurace přívodu vzduchu, klapky s protiběžnými listy, usměrňovačem na sání ventilátoru

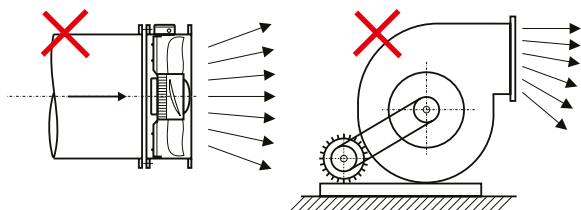
Časté dotazy při provozování VZT zařízení



doporučená prostorová konfigurace,
minimální odstupy od stavebních konstrukcí a stěn

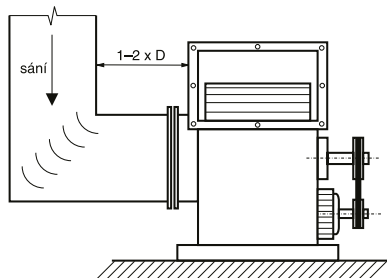


doporučená prostorová konfigurace přívodu vzduchu,
na sání ventilátoru je použit usměrňovač proudění



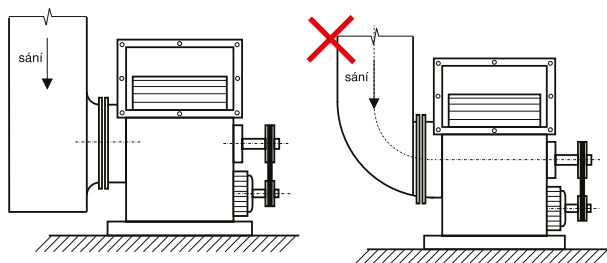
přidavné ztráty na volném výtlaku ventilátoru

Pokud jsou ventilátory používány bez difuzoru nebo připojeného vzduchovodu na výtlaku, dochází v takovém případě ke zvětšení ztrát systému, které je nutno zohlednit již při projekci. Pro snížení těchto ztrát se doporučuje připojení potrubí v délce alespoň dvojnásobku průměru ventilátoru, případně připojení kvalifikovaně navrženého difuzoru.



vhodné připojení sání radiálního ventilátoru

Pokud jsou na sání ventilátoru připojeny tvarovky resp. kolena v těsné blízkosti sání ventilátoru, dochází v takovém případě ke zvětšení ztrát systému, které je nutno zohlednit již při projekci. Pro snížení těchto ztrát se doporučuje připojení potrubí v délce alespoň jedno až dvojnásobku průměru sání. U tvarovek ve čtyřhranném provedení se doporučuje použití naváděcích plechů.



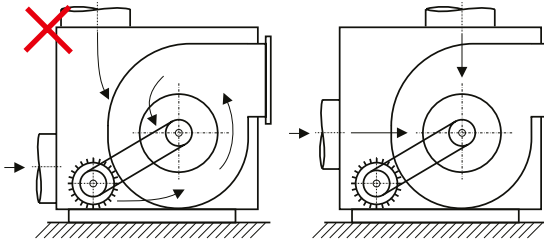
vhodné připojení sání radiálního ventilátoru pomocí sací skříňě

nevhodné připojení sání radiálního ventilátoru

Vhodným způsobem připojení sání radiálního ventilátoru je použití nasávací skříňě s doplňkovou sací dýzou. Takové připojení zaručuje optimální přizpůsobení na sání ventilátoru a minimalizaci ztrát.

Pokud je tvarovka připojena přímo na sání ventilátoru, dochází v takovém případě ke zvětšení ztrát systému, které je nutno zohlednit již při projekci. Pro snížení těchto ztrát se doporučuje připojení přívodního potrubí v délce alespoň jedno až dvojnásobku průměru sání. U tvarovek ve čtyřhranném provedení se doporučuje použití naváděcích plechů.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

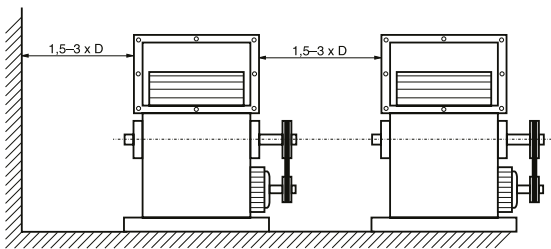


nevhodné umístění radiálního ventilátoru v sací komoře

vhodné umístění radiálního ventilátoru v sací komoře

Přívodní hrdla je třeba v sací komoře osadit symetricky se sáním ventilátoru, aby se minimalizovaly přídavné ztráty vířením ve skříní.

Pokud jsou ventilátory umístěny v sací komoře s nesymetrickými přívody, dochází ke zvýšení ztrát na sání vlivem víření ve skříní.

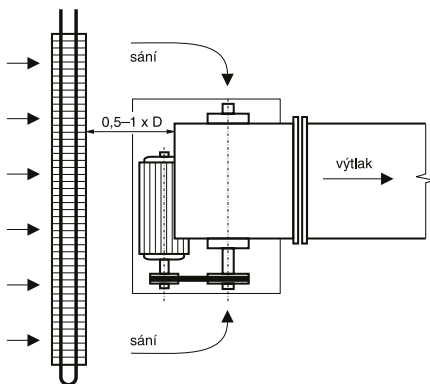


paralelní umístění radiálních ventilátorů, potřebná vzdálenost sání radiálního ventilátoru od stěny

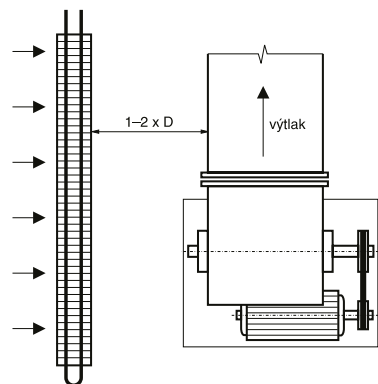
Pokud jsou radiální ventilátory umístěny ve společném prostoru paralelně, je třeba v závislosti na velikosti ventilátorů a průtocích dodržet jejich minimální odstup 1,5 až 3×D. V opačném případě dochází k přídavným ztrátám na sání obou ventilátorů. Pokud jsou radiální ventilátory sáním umístěny v těsné blízkosti stěn, dochází v takovém případě ke zvětšení ztrát systému, které je nutno zohlednit již při projekci. Pro snížení těchto ztrát se doporučuje dodržet minimální vzdálenost od stěn 1,5 až 3×D od sání ventilátoru.

Pokud jsou oboustranně sací radiální ventilátory používány v komorách za tepelnými výměníky, je nutno pro snížení ztrát dodržet minimální odstup ventilátoru od výměníku. Podle velikosti a průtoku ventilátoru je odstup 0,5 až 1×D.

Pokud jsou jednostranně sací radiální ventilátory používány v komorách za tepelnými výměníky, je nutno pro snížení ztrát dodržet minimální odstup ventilátoru od výměníku. Podle velikosti a průtoku ventilátoru je odstup 1 až 2×D.



umístění oboustranně sacího radiálního ventilátoru za tepelným výměníkem



umístění jednostranně sacího radiálního ventilátoru za tepelným výměníkem

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Paralelní chod ventilátorů

V některých aplikacích, například pro garážové větrání, jsou ventilátory navrhovány v paralelním spojení. Uvedené řešení umožňuje provozovat při nízkých požadavcích na výměnu vzduchu jenom jeden ventilátor, při sepnutí čidel kvality vzduchu sepnout druhý ventilátor a zvýšit průtok. Uvedené řešení má několik důležitých podmínek, jejichž nedodržení vede k nedosažení požadovaných parametrů zařízení, v horších případech i ke zničení ventilátorů.

Stejně výkonové charakteristiky jsou podmínkou pro dosažení maximálního průtoku a účinnosti v oblasti maximálních průtoků.

Pracovní bod musí ležet v oblasti blízké maximálnímu průtoku ventilátorů (oblast dobré účinnosti). Pracovní bod musí být perfektně znám a jeho poloha musí zohledňovat veškeré možné nepříznivé provozní stavy, jako například nárůst odporů u zanesených filtračních komor, provozní změny délek sítě apod.

Pracovní bod blízko bodu odtržení proudu vzduchu (zakázaná oblast) vede k fluktuaci pracovního bodu, silným vibracím a zničení oběžného kola. Minimální doporučená tlaková rezerva je 15% pod bodem odtržení proudu vzduchu.

Jednotlivé paralelní větve je třeba navrhnut maximální možné a zároveň shodné délky (odpory musí být shodné). Rozmístění odporů musí být v paralelních větvích co největší (minimálně 40% celkového odporu) a ve společných větvích co nejmenší.

Rozdělení a spojení potrubí musí být provedeno tak, aby se proudy minimálně ovlivňovaly. Připojení paralelních ventilátorů přes klapky přímo na společné potrubí velké dimenze klade extrémní nároky na těsnost klapek, na jejich regulaci a spouštění ventilátorů.

Ventilátory musí být odděleny těsnými klapkami, jinak dojde díky „falešnému tahu“ k roztočení oběžného kola odpojeného ventilátoru v opačném směru a při jeho připojení čidlem na síť k jeho destrukci.

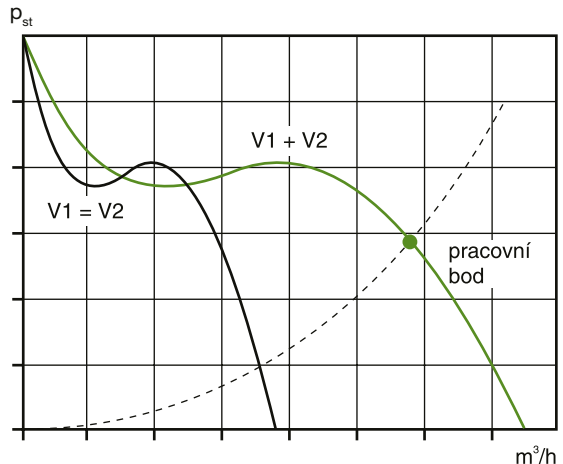
Ventilátory musí být vybaveny vhodným ovládním se soft rozběhem a se správně navrženým ovládním otevírání klapky (při rozběhu ventilátoru do uzavřené klapky pracuje ventilátor v nestabilní nepovolené oblasti). Ovládací obvody musí vždy hlídat situaci, kdy by došlo vlivem nevhodného provozování k roztočení odpojeného ventilátoru v opačném směru (ventilátor může být roztočen zkratovým průtokem z provozovaného ventilátoru, gravitačním průtokem ve vzduchovodu a pod.). V takových případech je nutno ovládací obvody zajistit bezpečně zabrzdění ventilátorů a jejich opětovný rozběh.

Snímač chvění ventilátoru doporučujeme použít v případech důležitých instalací jako preventivní diagnostické opatření. Snímač chvění může pomoci zjistit poruchu ložisek, provoz ventilátorů v zakázané oblasti nebo nevhodném pracovním bodě a podobně.

Podrobnosti k návrhu paralelního chodu ventilátorů lze nalézt ve skriptech (ČVUT FS), odborné monografii Ventilátory / Doc. Ing. Richard Nový, vydání 2007, případně v jiných odborných publikacích. Na ventilátory zničené za shora uvedených okolností neposkytujeme žádnou záruku.



V případě provozování pouze jednoho ventilátoru z dvojice v zapnutém stavu může dojít u druhého vypnutého ventilátoru k roztočení v opačném směru. Po připnutí volně se otáčejícího ventilátoru k síti dochází k destrukci lopatek oběžného kola rázovým momentem. V rámci projektu, případně konstrukčních prací na zařízeních, je nutno přijmout taková opatření, aby nemohlo dojít k roztočení vypnutého ventilátoru v opačném směru (u paralelního chodu je nutno použít těsné klapky, případně druhý ventilátor spínat až po doběhnutí prvního ventilátoru; stejně je nutno ošetřit zapnutí a vypnutí dvojice ventilátorů po výpadku jednoho z nich na základě reakce tepelné ochrany motoru).



paralelní chod ventilátorů:
 $V1 = V2$ jsou jednotlivé ventilátory,
 $V1 + V2$ je výsledná charakteristika

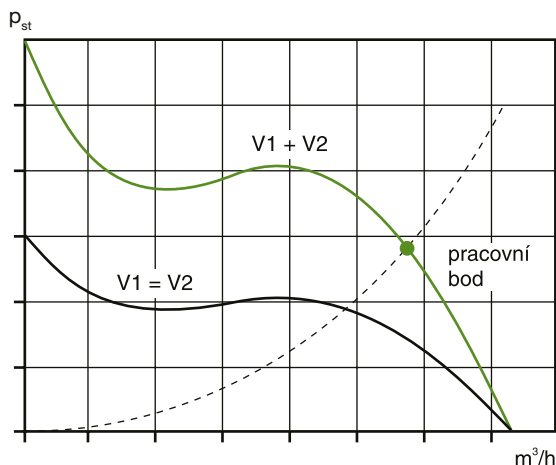
Sériový chod ventilátorů

Sériové řazení ventilátorů se používá v případě, že je třeba dosáhnout vyšších tlaků, než poskytuje jeden ventilátor. Dalším případem použití je požadavek na zvýšenou bezpečnost provozu ventilátoru u garážového větrání, kdy je jeden ventilátor trvale provozován a druhý slouží jako záloha pro případ poruchy prvního.

Nejjednodušším případem je spojení stejných ventilátorů, které mají stejnou výkonovou charakteristiku. V případě regulace otáček obou ventilátorů je nutno zajistit perfektně synchronizaci regulátorů nebo použít jeden regulátor otáček pro oba ventilátory.

Vždy je nutno správně zvolit polohu pracovního bodu s ohledem na následnou charakteristiku obou sériově spojených ventilátorů a na případné nestabilní části charakteristiky. Odporová charakteristika systému musí v celém pásmu ležet i s příslušnou rezervou ve stabilní části charakteristiky obou ale i jednoho ventilátoru. Tím se dosáhne i toho, že pracovní bod bude i ve stabilní části výsledné charakteristiky.

V žádném případě se nedoporučuje sériové spojení rozdílných ventilátorů s různými charakteristikami. Nelze doporučit spojení rozdílných ventilátorů s různými charakteristikami, jako je například charakteristika axiálního ventilátoru s nestabilní oblastí a maximem účinnosti v oblastech velkého průtoku a nízkého tlaku a stabilní charakteristika radiálního ventilátoru s lopatkami dozadu a maximem účinnosti v oblasti vysokého tlaku a nízkého průtoku. Uvedené případy mohou způsobovat problémové provozní stavy, které mohou vést až k poškození jednoho z ventilátorů.



sériový chod ventilátorů:
 $V1 = V2$ jsou jednotlivé ventilátory,
 $V1 + V2$ je výsledná charakteristika

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Kondenzace vody ve ventilátorech a v zařízeních

V některých případech může při nevhodné montáži ventilátorů dojít k tomu, že do ventilátorů stéká kondenzovaná voda, případně se ve ventilátoru hromadí. Takový stav samozřejmě může ohrozit funkci ventilátoru, případně může dojít přímo k jeho zničení.

Koupelny

Při montáži ventilátorů v koupelnách je nutno dbát na to, aby ventilátory nebyly v rozporu s jejich krytím montovány v nepovolených zónách, ve sprchových koutech, v dosahu z vany a aby byly dodrženy odstupy dle normy. Zároveň se snažíme ventilátory namontovat tak, aby přes ně nemohl stékat kondenzát, který vzniká při ochlazení velmi teplého vzduchu z vysokou vlhkosti. Ze zkušenosti víme, že kondenzátu mohou být podle provozních podmínek litry (příklad: ventilátor odvětrá 100 m³/hod., 1 m³ vzduchu obsahuje 45 g vody, při ochlazení vzduchu v potrubí pod teplotu rosného bodu vykondenzuje cca 4,5 litru vody za hodinu). Malé axiální ventilátory je vhodné montovat s osou vodorovně, pokud je odvětrání jen přes stěnu, potrubí vyspádovat směrem od ventilátoru, na fasáde použít PER s okapníčkou. Pokud je ventilátor připojen na svislé potrubí, je nutno v nejnižším místě potrubí nainstalovat odvod kondenzátu s pachovým sifonem tak, aby kondenzát neprotékal ventilátorem. Stejně pravidlo platí při použití potrubních ventilátorů TD, RM-N, RK, TDM apod. s talířovým ventilem. Umístění ventilátoru nebo talířového ventilu volíme s ohledem na požadavek provětrání místnosti, to je na opačné straně místnosti od přívodu vzduchu (místo přívodu je obvykle spára pod dveřmi) a ne nad zdrojem vývinu páry.

Obytné prostory

U obytných prostor platí v menší míře to samé jako u koupelen, jen s tím rozdílem, že v kuchyních a ložnicích relativní vlhkost nedosahuje hodnot koupelen.

Komerční objekty

V těchto případech se používají obdobná opatření jako v předchozích případech. U průmyslových axiálních ventilátorů HCB/TCB doporučujeme důsledně používat dle potřeby provedení s oběžným kolem A/B tak, aby byl motor vždy směrem dolů a kondenzát se nehromadil v náboji oběžného kola, protože v tom případě by byl motor s ložisky ponořen ve vodě. V nutných případech je nutno v náboji oběžného kola otevřít otvory pro odvod kondenzátu. Stejná opatření platí pro axiální ventilátory s vnějším rotorem HXT/TXT.

Vzduchovody spojené s ventilátory musí být v místech průchodu chladnými prostorami, kde hrozí vznik kondenzátu, velmi dobře izolovány (jedná se zejména o průchody větrnými púdami, světlíky, venkovními prostorami a pod.). V horizontálních vzduchovodech je nutno v nejnižším místě instalovat odvod kondenzátu tak, aby nemohl vtéci do ventilátoru. Ve vertikálních

vzduchovodech je nutno instalovat odvod kondenzátu tak, aby nemohl vtéci do ventilátoru a protéci do místnosti. U vertikálních stoupacích vedení se obvykle instaluje odvod kondenzátu v nejnižším místě vedení a v místě pod vznikem kondenzátu (pod púdou apod.). Odvod kondenzátu je nejlépe provést s pachovým sifonem do dešťového svodu. Odvod do kanalizačních vedení nelze doporučit, protože nelze zajistit těsnost sifonů při jejich vyschnutí.

Chladiče, výparníky a rekuperátory,

spojené s ventilátory a vzduchovody, jsou zařízení, ve kterých za provozu vzniká kondenzát. Tato zařízení jsou opatřena hrdly pro odvod kondenzátu, kterými se připojují přes pachové sifony nejlépe k dešťovým svodům. Odvod do kanalizačních vedení nelze doporučit, protože nelze zajistit těsnost sifonů při jejich vyschnutí. Pokud je taková instalace nezbytná, je nutno vyschnutí sifonů kontrolovat. Zároveň je nutno dodržet průřezy přípojek pro odvod kondenzátu a dostatečnou výšku vodního sloupce. Montáž sifonu těsně pod zařízením může způsobit vytékání vody ze zařízení.

Projekční opatření

Již v úrovni odborného návrhu zařízení je třeba učinit taková opatření, aby kondenzát nevznikal v místech, kde může dojít k poškozování ventilátorů, zařízení a staveb. Zařízení je nutno navrhnout tak, aby kondenzát pokud možno vznikal, byl jímán a odveden na místa, která jsou k tomu určena a umožňují snadnou kontrolu.

Zatékání střešními ventilátory

Obecně platí, že střešní ventilátory jsou konstruované tak, že ani extrémně deště nezpůsobují zatékání ventilátorem. Vzhledem k tomu, že jsou ventilátory montovány na střešní konstrukci, každé zatékání střechou vyvolává podezření na ventilátory, které jsou „otvorem“ do střechy.

V naší bohaté praxi jsme zaznamenali případy, které byly původně kvalifikovány jako zatékání ventilátorem. To se ale nikdy nepotvrdilo. Vždy je nutno hledat následující příčiny.

- Zatékání střešním pláštěm ve vzdáleném místě střechy, voda přitom vytéká otvorem, na kterém je instalován ventilátor. Sokl ventilátoru je vodotěsně izolován na horním plášti střechy, průchod spodním pláštěm střechy není izolován a v tomto místě vytéká voda, která teče po spodním plášti.
- Kondenzát vytékající z potrubí připojeného na střešní ventilátor (řešení je třeba hledat v dostatečné izolaci potrubí a instalaci zpětné klapky ventilátoru).
- Uzavřené regulační klapky v potrubí, ventilátor pracuje s nulovým průtokem v oblasti maximálního tlaku a podtlak je takový, že dochází k nasávání vody, která napří na montážní desku ventilátoru, do vzduchové mezery mezi rotujícím radiálním oběžným kolem a dýzou. Část vody gravitačně vyteče do potrubí připojeného na ventilátor, větší část je odvedena výtlačnou stranou ventilátoru. Nejvíce vody vyteče do potrubí při vypnutí ventilátoru. Řešením je otevření klapek a provoz ventilátoru v pracovní části charakteristiky.
- Instalace kabelových průchodek do montážní desky ventilátoru je častým zdrojem netěsnosti a zatékání. Situace je o to horší, že tuto montáž neprovádí vzt montážní firma ale subdodavatelé elektroinstalace, jejichž zájem o ventilátory je často minimální.
- Vadné těsnění pod šrouby základní desky ventilátoru v místě upevnění ke střešním soklu je častou příčinou zatékání.
- Deformovaná montážní deska ventilátoru je další příčinou zatékání. K tomu dochází, pokud je ventilátor při přepravě shozen na paletu. Tak dojde vahou motoru a dalších konstrukčních dílů k prohnutí základny. Voda po ní nestéká, ale tvoří hlubokou kaluž. Pokud se jedná například o ventilátory HCTT, které mají dělenou konstrukci, může dojít při určité hloubce vody a dále ve spojení s podtlakem ve ventilátoru při malých rychlostech vzduchu, kdy není ještě dostatečně otevřená zpětná klapka, k zatékání spojovací spárou. K uvedenému deformaci základny může rovněž dojít, pokud je ventilátor při přepravě příliš silně přitážen šrouby k paletě.

Upozornění. Častým omylem je, že lze dešť simulovat například zahradnickou konví, zahradnickou hadicí nebo že lze těsnost ventilátoru testovat litím vody z lahve do jeho výtlačku. Toto je velký omyl, simulace deště se provádí speciálními zařízeními ve zkušebnách, které jsou uvedenými způsoby nenapodobitelné.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Vysokoteplotní ventilátory
(120 °C, 150 °C)

V sortimentu společnosti EDV je řada ventilátorů vhodných pro průmyslové aplikace k odvodu vzduchu s maximální teplotou do 150 °C (případně do 120 °C). Jedná se zejména o ventilátory TET, TTT-N, CBT, CST, CTHT, CTVT atd. Pro použití ventilátorů platí několik pravidel, jejichž porušení vede k poškození ventilátorů a ztrátě záruky.

Maximální teplota (120 °C či 150 °C) udaná výrobcem je limitní a nemůže být ani krátkodobě překročena. Nad touto teplotou dojde ke změně skupenství maziva a k okamžité ztrátě mazacích vlastností. Dále dochází díky velké tepelné roztažnosti mechanických součástí k axiálnímu přetížení ložisek. Provozní teplotu doporučujeme do teploty o cca 20% nižší, než je maximální.

Hodnota maximální teploty se kumulativně snižuje v následujících případech. U ventilátorů poháněných řemenem, pokud je řemen napnut více, než je doporučení výrobce. U všech ostatních ventilátorů se hodnota maximální teploty snižuje v případě nedostatečného chlazení. Maximální teplota se snižuje o hodnotu chyby měřicí metody, chyby měřidla včetně případných převodníků apod. (kumulativně chyba metody, z rozsahu a naměřené hodnoty). K uvedení je ještě třeba použít vhodný koeficient bezpečnosti, který je na uvážení projektanta a odborné firmy.

Ventilátorem nesmí procházet horký vzduch, pokud není ventilátor v provozu (v takovém případě nejsou chlazená ložiska a jejich mazivo degraduje, stejně jako motor a další součásti ventilátoru). Vypnutý ventilátor musí být ochráněn např. obtokem, přívodem chladného vzduchu směšovací klapkou apod.

Vypnutí ventilátoru může být provedeno až po uzavření přívodu horkého vzduchu a po vychlazení ventilátoru a součástí na teplotu 40 °C. Případně je nutno ventilátor ochránit např. obtokem, přívodem chladného vzduchu směšovací klapkou apod.

Okolní teplota ventilátoru může být z důvodu zajištění dostatečného chlazení jeho součástí max. 40 °C. Ventilátor nesmí být bez zajištění dodatečného chlazení použit k zástavbě do uzavřených nechlazených technologických celků a zařízení, do obědůvek hutnických a sklářských technologií nebo pecí, do chladicích kanálů pro odvod horkých odpadních plynů z technologických procesů, do nevětraných kanálů a jímek odtahů od pecí a podobně. Ventilátor nesmí být tepelně izolován. Konkrétní posouzení je výlučně v kompetenci zákazníka, projektanta a odborné montážní firmy.

Regulační zařízení, které zajišťuje nepřekročení maximální teploty vzduchu, musí být navrženo odbornou firmou se znalostí technologického procesu (časové konstanty ohřívání a chladnutí technologií, gradienty teplot ve vzduchovodech apod).

Měření teploty musí být provedeno v místě maximální teploty vzduchu nebo sítě čidel v celém průřezu ventilátoru, teplotní čidla nemohou být montována na ochlazované části technologií nebo do částí potrubí, kde je díky hydraulickým poměrům nižší rychlost a tím i větší ochlazování (tvarovky, oblouky, kapsy bez proudění vzduchu). V rovných úsecích vzduchovodů roste rychlost spojitě od stěny k ose vzduchovodu a měření jedním krátkým stonkovým čidlem nelze doporučit ani u jednoduchých aplikací s malým průměrem vzduchovodu a nízkou rychlostí proudění. U průměrů 500 až 800 mm mohou být rozdíly teplot významné (i více jak 20 °C).

Chybná metodika měření bývá jednou z nejčastějších příčin poruch. Vyhodnocení měření mnohdy nerespektuje ani technologii, jak je popsáno výše, ani přesnost metody a měřidla, přesnost a linearitu převodníků apod. Chyba metody měření a měřidla může být kumulativně mnohdy i 20%. Cejchovací křivky jsou málokdy k dispozici a měřicí zařízení nebývá předmětem ověřování autorizovanou zkušebnou. Proto provoz ventilátorů v blízkosti jejich maximální hranice odolnosti často vede k poruchám.

V případě odpojení ventilátoru jisticím prvkem motoru (výpadek fáze v instalaci a odpojení podpětovou ochranou, odpojení nadproudovým relé apod.), musí být vypnutý ventilátor ochráněn např. obtokem, přívodem chladného vzduchu směšovací klapkou apod.

Regulace otáček ventilátorů určených k odvodu vzduchu s vyššími teplotami zásadně není možná. Nelze používat žádný druh regulátorů otáček (frekvenční měniče, transformátorové regulátory, pulzně šířkové ani jiné). Snižování otáček vede ke snížení výkonu (průtoku) pomocných interních radiálních ventilátorů, které chladí ložiska, vinutí a magnetické obvody motoru. Další pomocné ventilátory na společné hřídeli chladí ložiska ventilátoru a skříň motoru. Ventilátory poháněné řemenem používají řemen pro transport vzdušiny v tunelu pohonu a ke chlazení ložisek oběžného kola. Regulace vysokoteplotních ventilátorů vede vždy k poškození ventilátoru, případně motoru.

Ventilátory, kde je oběžné kolo poháněno řemenem, vyžadují dodržení následujících podmínek. Napnutí řemenu musí být provedeno v souladu s doporučením v návodu. Zvýšené napnutí řemene má za následek zvýšení zatížení ložisek, jejich zvýšené oteplení díky frikčním silám a následně zkrácení jejich životnosti, v extrémních případech i ke zničení ložisek. Malé napnutí řemenu vede k prokluzování převodu, jeho nadměrnému ohřevu a zkrácení životnosti.

Periodické revize ventilátorů musí být prováděny podle provozního řádu, který je vypracován zákazníkem, projektantem či odbornou instalační firmou a vychází ze znalosti technologického zařízení. Na základě revizí je třeba stanovit periodu výměny ložisek ventilátoru, výměnu a napínání řemenu, čištění oběžného kola a skříň ventilátoru atd.

Posouzení konkrétních technických podmínek, vhodnosti použití ventilátoru, volby vhodných bezpečnostních koeficientů pro dimenzování ventilátoru s ohledem na nejistoty zjišťování skutečných hodnot teploty v technologiích, nepřesnosti měření a regulace, je vždy výlučně v kompetenci zákazníka, projektanta a odborné montážní firmy.

Nedodržení těchto základních podmínek vede většinou k poškození ventilátorů a ke ztrátě jakékoliv záruky.

(Doporučená literatura: Větrání a klimatizace/Chyský, Oppl 1973, Větrání a klimatizace Chyský, Hemzal a kol. 1993, Vytápění a větrání/Cihelka 1975).

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Motory používané ve ventilátorech

V námi dodávaných ventilátorech se nalézají následující typy motorů.

- Asynchronní jednofázové 230V se závitem nakrátko
- Asynchronní jednofázové 24V se závitem nakrátko
- Asynchronní jednofázové 230V s rozběhovým kondenzátorem
- Asynchronní jednofázové 230V s vnějším rotorem a rozběhovým kondenzátorem
- Asynchronní třífázové 400V, 230/400V s vnějším rotorem
- Asynchronní jednofázové normalizované motory IEC 230V
- Asynchronní třífázové normalizované motory IEC 400V, 230/400V
- Motory EC s elektronickou komutací

Jednotlivé motory a tím i ventilátory se liší povolenými podmínkami provozu, pracovními charakteristikami, možnostmi regulace, účinností a podobně. Podrobnosti jsou uvedeny v katalogích a návodech k použití.



Všechny motory používané v námi dodávaných ventilátorech jsou určeny výhradně pro trvalý provoz S1 v souladu s normou ČSN EN60034-1 (vyjma ventilátorů určených pro provoz S2).

Všechny motory používané v námi dodávaných ventilátorech jsou určeny výhradně pro vnitřní montáž.

Skladování ventilátorů s elektromotory musí vždy odpovídat podmínkám pro skladování daného typu ventilátoru. Skladovací prostory musí být čisté a suché, bez náhlých změn teplot a možnosti kondenzace, resp. orosení, teplota nesmí nikdy klesnout pod 5 °C. Při dlouhodobém skladování je nutno 3x do roka zkontrolovat, příp. obnovovat konzervaci (zejména ochranné nátěry opracovaných ploch).

Motory v provedení 230V

Dodávané 1fázové ventilátory jsou vybaveny motory označenými v údaji o provozním napětí 230V (údaje se vztahují jen na provoz v energetických sítích s fázovým napětím 230V). Ventilátory mají pro rozběh závit nakrátko (malé výkony) nebo pomocné vinutí s rozběhovým kondenzátorem. U dvou a více otáčkových motorů může být změna kondenzátoru u pomocném vinutí využita právě pro změnu otáček.

Motory v provedení 230/400V nebo 400V

Dodávané třífázové ventilátory jsou vybaveny motory označenými v údaji o provozním napětí jedním ze dvou následujících způsobů (údaje se vztahují jen na provoz v energetických sítích se sdruženým napětím 400V (380 až 415V)).

Údaj 230/400V znamená, že motor je možno provozovat výlučně s vinutím spojeným do hvězdy (při zapojení do trojúhelníku dojde ke zničení motoru).

Údaj 400V znamená, že motor je možno provozovat s vinutím spojeným do trojúhelníku (pokud jej výrobce v návodu doporučí k přepínání Y/D. Ize trvale provozovat ventilátor s nízkými nebo vysokými otáčkami). Pokud není výrobcem k regulaci doporučen, lze jej provozovat jen ve spojení do trojúhelníku. Přepínatelné 400V vinutí (Y/D) je výhodné pro levnou regulaci otáček ventilátoru a tím i jeho průtoků.

Regulace otáček a regulátory

Pokud je požadován provoz ventilátoru ve spojení s regulátory, jako jsou jednofázové a třífázové autotransformátory, jednofázové elektronické regulátory s fázovým řízením nebo frekvenční měniče, je nutno se nejdříve přesvědčit, zda-li je možno regulaci u jednotlivých typů ventilátorů použít. Údaje o možnosti regulace otáček lze najít v katalogích, technických podmínkách nebo návodech k použití. V případě nejasností se vždy obraťte na naše technické speciality. Vždy je ale nutno dodržet doporučení výrobce.

Regulace přepínáním Y/Δ

Některé námi dodávané ventilátory jsou vybaveny třífázovými motory 400V, které je možno přepínat Y/Δ. Jedná se o napětovou regulaci, která umožňuje například trvale snížit otáčky nebo snížit záběrový moment a rozběhový proud při připojení ventilátoru k síti.

Regulace přepínáním vinutí

Některé námi dodávané ventilátory jsou vybaveny třífázovými motory 400V, kterými je možno přepínat vinutí. Jedná se o regulaci otáček změnou počtu pólů, která umožňuje například trvale snížit otáčky nebo snížit záběrový moment a rozběhový proud při připojení ventilátoru k síti. Zásadně se používají dvě varianty. Dahlanderovo vinutí umožňuje změnu počtu pólů na dvojnásobek (4/8, 6/12, 8/16), dvojité vinutí potom jiné hodnoty (4/6, 6/8, 8/12 atd).

Autotransformátory

jsou obecně vhodné pro napětovou regulaci otáček asynchronních motorů s odporovou kotvou nakrátko. Nelze je ve většině případů použít u takzvaných normalizovaných motorů IEC. Vždy je ale nutno dodržet doporučení výrobce ohledně regulace. Výhodou těchto regulátorů je, že nezpůsobují přídavné tepelné ztráty vyššími harmonickými, které zmenšují využitelný výkon motoru. Omezení pracovních charakteristik s napětovou regulací jsou označena v podkladech, v případech pochybností konzultujte s našimi techniky.

Fázové řízené regulátory

jsou obecně vhodné pro napětovou regulaci otáček asynchronních motorů s odporovou kotvou nakrátko. Nelze je ve většině případů použít u takzvaných normalizovaných motorů IEC. Vždy je ale nutno dodržet doporučení výrobce ohledně regulace. Nevýhodou těchto regulátorů je, že způsobují přídavné tepelné ztráty vyššími harmonickými, které zmenšují využitelný výkon motoru. Omezení pracovních charakteristik s napětovou regulací jsou označena v podkladech pro regulátory s první harmonickou, pro regulátory fázově řízené je nutno uvažovat výrazně větší oblast

s nepovoleným provozem. Regulátory produkují široké spektrum vyšších harmonických kmitočtů, které při provozu bez dostatečné filtrace mohou způsobovat přídavný hluk (pískot, bručení a podobně). V případech pochybností konzultujte s našimi techniky.

Frekvenční měniče

Požadavek na regulaci elektronickými frekvenčními měniči nebo střídači je nutno specifikovat v objednávce. Motory jsou měniči značně namáhány a vyžadují proto speciální provedení izolace. Při napájení měniči a střídači jsou magnetické obvody, vinutí a izolace namáhány vysokými amplitudami vyšších harmonických kmitočtů, které jsou produktem pulzní šířkové modulace výstupního napětí.

Rozběhové proudy ventilátorů

Rozběhové proudy asynchronních motorů, používaných ve ventilátorech, dosahují v závislosti na provedení kotvy (vnitřní nebo externí, odporová apod.), na výkonu a celkové konstrukci několiknásobku jmenovitého proudu (ca 2x až 10x). Při provozu s frekvenčním měničem (u normálních ventilátorů) nebo se střídačem (u požárních ventilátorů) nemá rozběhový proud obvykle na dimenzování měniče vliv. Frekvenční měniče a střídače většinou obsahují obvody „měkčkého“ rozběhu. To znamená, že motor se rozbíhá postupně se sníženým napětím a frekvencí tak, aby proud nepřekročil proud měniče. Pro dimenzování jsou obvykle rozhodující jmenovité parametry motoru.

Pozor

Použití regulátorů otáček a frekvenčních měničů je možné pouze s motory k tomu výrobcem schválenými. Regulátory otáček a frekvenční měniče není možno používat s vysokoteplotními ventilátory se závislým chlazením (při poklesu otáček nejsou chlazená ložiska, motor a další součásti ventilátoru). Podrobnosti ohledně vhodnosti a bezpečnosti použití měniče konzultujte vždy s dodavatelem měniče nebo střídače a výrobcem ventilátoru. Provoz fázově řízených regulátorů a frekvenčních měničů, zejména bez filtrů na přívodu, případně na výstupu, může rušit nebo poškodit jiná elektrická či elektronická zařízení.

Požární ventilátory, volba motorů 400V nebo 230/400V a regulace

Na volbu motoru má vliv způsob provozování požárního ventilátoru, který může být v normálním provozu používán pro VZT aplikace a v případě požáru pro odvod kouře a spalin:

Provoz pouze v době požáru

Napájení elektrickou energií, přírodní kabelové vedení a umístění ventilátoru je vyprojektováno a provedeno takovým způsobem, že není potřebné použití polovodičových záskokových zdrojů, ventilátory jsou napájeny např. z nezávislých závodových transformačních stanic, samostatnými vývody z několika směrů, motorgenerátorem apod. Není požadována regulace průtoků přepínáním Y/Δ. V takovém případě lze použít standardně dodávané motory označené jako 400V (alternativně také 230/400V). Tepelné ochrany vinutí musí být vyřazeny.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Provoz pro běžné VZT aplikace a požární větrání

Pro běžný VZT provoz je požadována regulace průtoku přepínáním Y/Δ. Napájení elektrickou energií, přírodní kabelové vedení a umístění ventilátoru je vyprojektováno a provedeno takovým způsobem, že není požadováno použití polovodičových záskokových zdrojů, ventilátory jsou napájeny např. z nezávislých závodových transformačních stanic, samostatnými vývody z několika směrů, motorgenerátorem apod. V takovém případě lze použít standardně dodávané motory označené jako 400V přepínatelné Y/Δ. V případě požáru je nutno bezpečným způsobem přemostit tepelné ochrany ve vinutí.

Použití pro běžnou VZT a požární větrání, napájení střídačem

Napájení elektrickou energií vyžaduje použití polovodičových záskokových zdrojů (střídačů).

- Pokud má střídač výstup AC 3×400V, je nutno použít námi standardně dodávané motory označené jako 400V a v případě požáru bezpečným způsobem přemostit tepelné ochrany ve vinutí. Použití střídače je nutno uvést v objednávce a výrobcem bude dodáno provedení vhodné pro měniče.
- Pokud má střídač výstup AC 3×230V, je nutno použít, námi na zvláštní objednávku dodávané, motory označené jako 230/400V a v případě požáru bezpečným způsobem přemostit tepelné ochrany ve vinutí. Použití střídače je nutno uvést v objednávce a výrobcem bude dodáno provedení vhodné pro měniče.

Obecná informace o motorech

Námi dodávané ventilátory jsou vybaveny třífázovými motory označenými v údaji o provozním napětí jedním ze dvou následujících způsobů (údaje se vztahují jen na provoz v energetických sítích se sdruženým napětím 400V (380 až 415V)).

Údaj 230/400V znamená, že motor je možno provozovat výlučně s vinutím spojeným do hvězdy (při zapojení do trojúhelníku dojde ke zničení motoru).

Údaj 400V znamená, že motor je možno provozovat s vinutím spojeným do trojúhelníku (pokud jej výrobce v návodu doporučí k přepínání Y/Δ, lze trvale provozovat ventilátor s nízkými nebo vysokými otáčkami). Pokud není výrobcem k regulaci doporučen, lze je provozovat jen ve spojení do trojúhelníku. Přepínatelné 400V vinutí (Y/Δ) je výhodné pro levnou regulaci otáček ventilátoru a tím i jeho průtoku.

Pozor

Pokud požadujete provoz ventilátoru s elektronickými měniči, je nutno v objednávce tuto okolnost specifikovat. Motory jsou měniči značně namáhány a vyžadují proto speciální provedení izolace. Při napájení měniči jsou magnetické obvody, vinutí a izolace namáhány vysokými amplitudami vyšších harmonických kmitočtů, které jsou produktem pulzní šířkové modulace výstupního napětí ve střídačích.

www.elektrodesign.cz

Použití frekvenčních měničů s ventilátory

Pokud je požadován provoz ventilátoru s elektronickými frekvenčními měniči nebo střídači, je nutno v objednávce tuto okolnost specifikovat. Motory jsou měniči značně namáhány a vyžadují proto speciální provedení izolace. Při napájení měniči a střídači jsou magnetické obvody, vinutí a izolace namáhány vysokými amplitudami vyšších harmonických kmitočtů, které jsou produktem pulzní šířkové modulace výstupního napětí.

Motory regulované 3fázovými frekvenčními měniči vyžadují speciální izolovaná kulčiková ložiska. U měničů spojených s elektromotory není okamžitý součet napětí nulový a rozdílové složky se uzavírají přes ložiska a hřídel do uzemněné kostry motoru. Tyto složky způsobují mikrovýboje a tím elektroerozi kulčiček a kluzných drah. U běžných ložisek tak může klesnout životnost až na cca 25% původní životnosti.

Rozběhové proudy ventilátoru

Rozběhové proudy asynchronních motorů, používaných ve ventilátorech, dosahují v závislosti na provedení kotvy (vnitřní nebo externí, odporová apod.), na výkonu a celkové konstrukci několikanásobku jmenovitého proudu (cca 2x až 10x). Při provozu s frekvenčním měničem (u normálních ventilátorů) nebo se střídačem (u požárních ventilátorů) nemá rozběhový proud obvykle na dimenzování měniče (u normálních měničů a střídače většinou obsahují obvody „měkčkého“ rozběhu. To znamená, že motor se rozbíhá postupně se sníženým napětím a frekvencí tak, aby proud nepřekročil proud měniče. Pro dimenzování jsou obvykle rozhodující jmenovité parametry motoru.

Pozor

Použití měničů je možné pouze s motory k tomu výrobcem schválenými. Frekvenční měniče není možno používat s vysokoteplotními ventilátory se závislým chlazením (při poklesu otáček nejsou chlazena ložiska, motor a další součásti ventilátoru). Podrobnosti ohledně vhodnosti a bezpečnosti použití měniče konzultujte vždy s dodavatelem měniče nebo střídače a výrobcem ventilátoru.

Provoz měničů, zejména bez filtrů na přívodu případně na výstupu, může rušit nebo poškodit jiná elektrická či elektronická zařízení.

Výkon elektromotoru, jehož otáčky jsou regulovány frekvenčním měničem, je díky zvýšenému oteplení přídavnými ztrátami nižší. Jeho dovolená provozní teplota je vždy nižší než výrobcem udávaná.

Proudové a tepelné ochrany ventilátorů

Pro připojení ventilátoru k síti je třeba jejich motory vybavit následujícími ochranami.

Jednofázové motory bez tepelného kontaktu je třeba vždy připojit přes motorové jističe nebo proudové ochrany s příslušnou vypínací charakteristikou a hodnotou proudu.

Jednofázové motory s tepelným kontaktem je třeba vždy připojit přes proudovou ochranu a motorové spouštěče, které ventilátor odpojí při zvýšeném oteplení motoru.

Třífázové motory bez tepelného kontaktu je třeba vždy připojit přes motorové jističe nebo proudové ochrany s příslušnou vypínací charakteristikou a hodnotou proudu. Ochrana musí vždy být vybavena podpěťovou ochranou resp. ochranou proti výpadku fáze.

Třífázové motory s tepelným kontaktem je třeba vždy připojit přes proudovou ochranu a motorové spouštěče, které ventilátor odpojí při zvýšeném oteplení motoru.

Pokud motory ventilátorů nejsou vybaveny správně zapojenou tepelnou ochranou, zaniká nárok na záruku. U motorů vybavených PTC nebo TK je nadproudová ochranná považována pouze jako doplňková.

Spouštění a rozběh ventilátorů

Spouštění je třeba věnovat pozornost již ve fázi projekce. Podle velikosti a výkonu ventilátoru je třeba, a to i ve vztahu k možnostem elektroinstalace, pozorně a odpovědně zvážit potřebu rozběhu se sníženým rozběhovým proudem a momentem. Snížením rozběhového proudu a momentu je možno zajistit s použitím softstartérů, sníženým napětím, přepínáním Y/Δ nebo frekvenčními měniči.

Spouštění ventilátorů může být prováděno jenom omezeným způsobem a s dostatečným časovým odstupem, aby nebylo překročeno dovolené oteplení motoru. Obvykle je možno ventilátory s většími výkony spouštět jenom několikrát za hodinu.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Poruchy a reklamáce elektromotorů

Nejčastější poruchou ventilátoru je elektrická nebo mechanická porucha elektromotoru. Diagnostika poruchy elektromotoru je komplexní disciplína a určit příčinu mechanické nebo elektrické poruchy elektromotoru je bez znalosti provozních podmínek ventilátoru i pro specializované pracoviště naší společnosti velmi obtížné. Samotné moderní elektromotory mají podle údajů výrobců poruchovost v řádu 0,00005. Po namontování elektromotoru do ventilátoru statistika naší společnosti eviduje hodnotu 0,004 s tím, že 99% reklamaci je způsobeno poruchou elektromotoru, z toho pouze cca 0,3% poruch je výrobci elektromotorů uznáno jako reklámace. Přesto lze některé poruchy a jejich příčiny celkem snadno odhalit. Poruchy elektromotorů lze pro jednoduchost rozdělit následně.

Porucha ložisek

Je mechanickou závadou, která může mít velké množství elektrických, mechanických a „vzduchotechnických“ příčin. Poruchy ložisek jsou prakticky vždy poruchou způsobenou vadným provozováním, pouze zanedbatelnou část reklamaci výrobce ložisek označí za oprávněnou.

Porucha vinutí elektromotoru

je elektrickou závadou, mající původ ve spálení vinutí díky proudovému přetížení, elektrickému průrazu ve vinutí nebo ve zhoršeném izolačním stavu.

Spálení vinutí elektromotoru

je způsobeno tepelným přetížením vinutí v důsledku

- výkonového přetížení motoru nevhodným pracovním bodem ventilátoru
- výpadku fáze u třífázových motorů
- odpojení rozběhového vinutí u kondenzátorových motorů
- nepoužití správné proudové ochrany u motoru bez ochrany ve vinutí
- nezapojení ochrany u motorů s tepelnou ochranou ve vinutí
- výkonového přetížení motoru po poruše ložisek
- tepelného přetížení motoru díky častému spouštění bez odvedení ztrátového tepla po spouštění, tomuto přetížení odolávají pouze motory s vestavěnou ochranou
- zamezení přívodu chladicího vzduchu do motoru
- snížení zatížitelnosti elektromotoru v důsledku zvýšení ztrát v magnetických obvodech při napěťové nebo frekvenční regulaci otáček.

Uvedené příčiny spálení vinutí elektromotoru ve ventilátoru vedou k neuznání reklámace.

Průraz ve vinutí může být způsoben

- provozními přepětími v síti
- provozováním standardních motorů spolu s elektronickými regulátory otáček a frekvenčními měniči
- provozováním ve vlhkém prostředí
- provozováním v oblasti kondenzace vzdušné vlhkosti

- následkem tepelného přetížení a snížení izolačního stavu (motory provozované ve stavu nakrátko, při častém spouštění, které neodpovídá typu provozu S1 nebo při výpadku jedné fáze u třífázových motorů a vadného jistiění).

Uvedené příčiny proražení izolace vinutí elektromotoru vedou v převážné většině námi evidovaných případů k neuznání reklámace.

Zhoršení izolačního stavu je většinou způsobeno provozem ve vlhkém prostředí nebo v oblasti kondenzace vzdušné vlhkosti a reklámace nebývá uznána jako oprávněná.

Všeobecný předpoklad

Je to, že motory používané v našich ventilátorech jsou dodávány výlučně renomovanými výrobci jako ABB, Bauknecht, Siemens, SaP apod., tyto výrobci produkují motory v milionových sériích. Všechny motory podléhají mezioperační a výstupní kontrole parametrů a zkoušce chodu, další elektrickou a mechanickou zkouškou motory procházejí po namontování do ventilátoru a absolvují další zkoušku chodu, včetně uložení naměřených hodnot do systému jakosti ISO 9001.

Nové ventilátory s vadnými motory již z výroby jsou mýtus, možnost takové vadné dodávky z výroby je prakticky vyloučena.

Poruchovost motorů

provozovaných dle typu se zapojenou ochranou ve vinutí nebo u standardních motorů s řádně nastaveným proudovým relé, resp. tepelnou ochranou, je nulová. Takto ochráněné motory nejde prakticky zničit!

Motorový jistič není dostatečnou ochranou proti nízkým nadproudům (např. v oblasti 1,1 až 2 násobku In). Takto nevhodně zvolený ochranný prvek a jeho charakteristika tepelné spouště vede spolehlivě ke zničení ventilátorů, protože tepelná ochrana motor nevypne! Zejména ve VZT aplikacích může v rámci provozních změn parametrů potrubní sítě při zaregulování dojit u radiálních ventilátorů s lopatkami dopředu k přetížení motorů. Proto používejte vždy buď vestavěnou ochranu nebo správně dimenzovanou proudová relé u standardních motorů, jinak dochází k tepelnému přetížení vedoucímu ke zničení motorů.

Posuzování reklamací

probíhá vždy v souladu s reklamačními podmínkami naší společnosti. Pokud při poruše elektromotoru a ventilátoru není předložena námi požadovaná dokumentace, doklady a naměřené hodnoty, nelze uznat reklámaci jako oprávněnou.

Speciální zákaznický reklamační servis

nám umožňuje na základě výlučně našeho rozhodnutí (vedoucího prodejního útvaru na doporučení regionálního obchodního zástupce) poskytnout některým zákazníkům díky potřebné k opravě zdarma i v případě, že se nejedná o uzatlenou reklámaci.

Životnost ložisek ventilátorů

Časté otázky projektantů a provozovatelů ventilačních systémů s ventilátory se týkají životnosti ložisek ventilátorů, případně jejich servisních intervalů. Je zjištěno, že 50% všech havárií elektromotorů je způsobeno poruchou ložisek.

Otázku životnosti lze zodpovědět ve všech případech pouze orientačně, protože na životnost ložisek má vliv řada faktorů. Jedná se o otáčky motoru, respektive počet pólů, polohu osy motoru, počet spouštění versus trvalý chod, regulace otáček frekvenčními měniči nebo fázovými regulátory napětí, teplota ložisek, přídavná axiální zatížení ve směru osy motoru způsobená změnou průtoku ventilátoru nebo polohou atd. Obecně platí v ideálních případech následující orientační hodnoty.

Kluzná ložiska mají v ideálním případě životnost 20 000 až 24 000 hodin.

Kuličková ložiska mají v ideálním případě životnost 30 000 až 40 000 hodin.

Faktory zkracující životnost

- vysoké otáčky motoru (např. změna ze 6 na 2 póly může znamenat změnu z 40 000 na 20 000 hodin)
- vertikální montáž motoru, resp. jeho osy (např. horizontální montáž axiálních ventilátorů)
- extrémní změny teploty ložisek nebo překročení povolené teploty
- kondenzace vody v zařízení (viz článek kondenzace), ke které může například docházet u odvodních ventilátorů montovaných do pláště budov
- velké změny průtoku v čase u axiálních ventilátorů nebo obecně ve ventilačních systémech s proměnným průtokem vzduchu (nejhorší je situace u VAV systémů s 3fázovými motory a frekvenčními měniči, regulujícími podle jiných veličin, jako je průtok, teplota, tlak apod., podle údajů výrobců došlo v některých případech ke snížení životnosti až o 70%)
- axiální přetížení ložisek, které může nastat při vertikální montáži motorů a ventilátorů, současně s pracovním bodem v oblasti maximálního průtoku nebo rychlými časovými změnami průtoku
- nesprávné napnutí řemenů, jak málo, tak i více napjaté
- použití fázových regulátorů, které mohou vyvolávat vysokofrekvenční vibrace v magnetických obvodech, které se přenesou do ložisek
- použití frekvenčních měničů u třífázových motorů bez elektricky izolovaných ložisek, způsobuje mikroerozi povrchu kuliček a kluzných cest, degradaci maziva a jeho vyschnutí (jev je způsoben mikro výboji v ložiscích, způsobených krátkým časem vypnutí triáků a nenulovým součtem napětí ve spínaném třífázovém systému, jev lze odhalit osciloskopem připojeným mezi hřídel a uzemňovací bod, podrobnosti naleznete v dokumentaci výrobců ložisek)

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

• vibrace systému způsobené nevyvážením oběžných kol, například díky nečistotám, provozem ventilátoru mimo pracovní oblast, chybným pracovním bodem u paralelního chodu ventilátorů a podobně. Zkrácení životnosti je v těchto případech možné odhadnout jen velmi hrubě, v každém případě doporučujeme provádět v souladu s provozním řádem budovy periodické kontroly ložisek stejně tak, jako periodické revize elektroinstalace, resp. připojení, zaregulování a čištění ventilátorů.

Poznámka

Příklad údajů o životnosti ložisek standardních motorů ABB v ideálním případě montáže a provozu, které jsou také používány v námi dodávaných ventilátorech, naleznete na webových stránkách výrobce motorů ABB.

Rozdíly typového štítku ventilátoru a štítku motoru

Časté dotazy zákazníků a projektantů se týkají skutečnosti, že na ventilátorech se někdy mohou nacházet dva druhy štítků s různými údaji o výkonu P(W) a proudu I(A). Uvedená situace, přestože je v souladu s nejlepší výrobní praxí, vede někdy ke zmatkům při uvádění zařízení do provozu a vystavování revizních zpráv.

Štítek na skříní ventilátoru

Je dodáván výrobcem ventilátoru a vztahuje se ke jmenovitým parametrům ventilátoru. Respektuje elektrické parametry související s povolenými využitelnými částmi momentové, respektive výkonové charakteristiky ventilátoru. Na štítku ventilátoru je uvedena hodnota výkonu na hřídeli motoru upravená o hodnotu účinnosti a dále tomu odpovídající maximální hodnota odebraného proudu v povoleném pracovním bodě ventilátoru. (Více o povolených pracovních oblastech a průběhu výkonu na hřídeli u axiálních, radiálních a diagonálních ventilátorů viz Větrání a klimatizace, Chyský, Hemzal a kolektiv, strana 200).

Štítek na motoru

Je dodán výrobcem motoru a obsahuje pouze maximální jmenovité elektrické parametry motoru bez souvislosti s vlastním výkonem ventilátoru. V případě, že jsou motory dodávány z řady standardních výkonů, mohou být hodnoty výkonu a proudu na skříní ventilátoru a na motoru výrazně jiné. Na typovém štítku motoru jsou kromě dalších uvedeny také maximální jmenovité hodnoty výkonu motoru a tomu odpovídající hodnoty proudu.

Dimenzování jistění (vyjma Ex ventilátorů) Z pohledu dimenzování jistění u ventilátorů pro normální prostředí mohou nastat následující případy (vyjímku tvoří Ex ventilátory, kde se jistění dimenzuje výlučně podle parametrů na štítku motoru):

• **ventilátor má jen štítek na skříní ventilátoru** výrobce ventilátoru si vyrábí vlastní motory a nepoužívá typové asynchronní motory z výkonových řad, jistění se provádí podle jmenovitých parametrů uvedených na štítku ventilátoru

• **ventilátor má jen štítek na motoru** ventilátor používá typový motor z normovaných výkonových řad, dimenzování jistění se provádí podle jmenovitých hodnot uvedených na štítku motoru

• **ventilátor má štítek na skříní i štítek na motoru**

hodnoty elektrických parametrů na štítku motoru mohou výrazně překračovat hodnoty uvedené na štítku ventilátoru, ventilátor nevyužívá plně výkonové možnosti motoru, který je díky hrubým výkonovým řadám předimenzovaný, dimenzování jistění se provádí podle nižší hodnoty na štítku ventilátoru

• **ventilátor má štítek na skříní i štítek na motoru**

hodnoty elektrických parametrů na štítku motoru mohou být nižší než hodnoty uvedené na štítku ventilátoru, ventilátor díky své konstrukci chladí proudem vzduchu typový motor, který je tak možno více zatížit a překročit hodnotu jeho typového výkonu (typový motor je běžně konstruován na provoz bez cizího chlazení), dimenzování jistění se v takovém případě provádí podle vyšší hodnoty elektrických parametrů na štítku ventilátoru. Uvedené se týká nejen výkonu motoru ale i teplotních parametrů (typové motory s provozní teplotou okolo 40 °C provozovaných ve ventilátorech v proudě vzduchu s nižším než štítkovým výkonem lze takto v některých případech provozovat například do 70 °C).

Důležité upozornění 1

U ventilátorů pro obvyčejné prostředí jsou elektrické hodnoty uvedené na štítku ventilátoru vždy rozhodující pro dimenzování jistění.

Hodnoty na štítku ventilátoru mají vždy přednost před údaji uvedenými v různých katalozích. Údaje v katalozích jsou orientační a nemusí být z důvodu trvalé inovace výrobků, kterých je přes 27000, aktuální).

Důležité upozornění 2

U ventilátorů nevybušných je situace rozdílná. Pro dimenzování jistění jsou u Ex ventilátorů závazné hodnoty uvedené na štítku motoru. Jedná se zejména o vypínací dobu te a hodnotu I_k/I_n. Vypínací doba je uvedena na štítku motoru, nesmí být překročena a souvisí s maximálním dovoleným oteplením motoru. Poměrná hodnota I_k/I_n označuje násobek rozběhového a jmenovitého proudu ventilátoru. Podle obou těchto hodnot je nutno nastavit proudovou ochranu ventilátoru.

Katalogové hodnoty

Údaje v katalozích jsou orientační a nemusí být z důvodu trvalé inovace výrobků aktuální, zejména v případě používání typových řad motorů různých výrobců jsou některé hodnoty odlišné, nemá to však vliv na funkčnost ventilátoru.

Hodnoty na štítku motoru nebo ventilátoru u ventilátorů do normálního prostředí mají vždy přednost před údaji uvedenými v různých katalozích. Údaje v katalozích jsou orientační a nemusí být z důvodu trvalé inovace výrobků aktuální).

Hodnoty na štítku Ex motoru u Ex ventilátoru mají vždy přednost před údaji uvedenými v různých katalozích. Údaje v katalozích jsou orientační a nemusí být z důvodu trvalé inovace výrobků aktuální).

Montážní doporučení pro malé ventilátory

Způsob montáže malých ventilátorů má kromě jiného významný vliv na hodnotu emitovaného hluku. Aby bylo dosaženo minimálních hodnot hluku po namontování ventilátorů, je nutno vzít v úvahu katalogové hlukové údaje a dodržet následující pokyny.

Hladiň akustického tlaku

Uvedené v katalogu jsou hodnoty odpovídající měření ve volném akustickém poli (bezodrazová akustická komora) v definované vzdálenosti, číselně směrnosti Q = 2, pokud není uvedeno jinak. Takové podmínky ani v nejmenším neodpovídají akustickým vlastnostem prostor, jako jsou například koupelny a toalety. Výsledná naměřená hodnota je proto v takových prostorech odlišná od katalogové hodnoty v závislosti na reflexi stěn, vzdálenosti mikrofonu od zdroje hluku, dále na kvalitě montáže, připojení ke vzduchovodům a pod. Naměřená hodnota je vždy vyšší.

Připojení ke vzduchovodům

musí být provedeno izolovaně tak, aby byl ventilátor připojen k vzduchovodu pružně a nemohlo dojít k přenosu vibrací na vzduchovod. Zejména ekonomické provedení malých axiálních a radiálních ventilátorů je vybaveno asynchronními motory se závitem nakrátko, které produkují významnou složku vibrací s třetí harmonickou síťové frekvence. Při pevném připojení ke vzduchovodům dojde k přenosu vibrací na vzduchovod a zvýšení hluku. Odbočky ze stoupacího vedení je vhodné provádět „tlumičovými T kusy s připojením pod úhlem 45°“. Uvedené připojení minimalizuje odraz hluku z výtlačku ventilátoru směrem do sání. Naprosto nevhodné je krátké pevné připojení do T tvarovky osazené na stoupacím vedení.

Montáž ventilátoru na stěnu

je třeba provést uváženě. Vždy je třeba dát přednost montáži na zděné stěny s co největší hmotností před montáží na lehké konstrukce se sklonem k rezonancím (sádkokarton, dřevěné desky, lehké podhledy apod.). Je obecně známo, že přenos vibrací je možno omezit použitím co největších hmotností nebo naopak poddajností. Proto je také vhodné při montáži ventilátorů použít pod montážní body podložky z pružného materiálu (jako je např. neopren apod.). Vibrace, které se šíří stavebními konstrukcemi, vytvářejí uzly a kmitny (maxima a minima), které lze potom naměřit v sousedních místnostech a které jsou kvalifikovány jako závada při přijímce. Uvedenému je třeba věnovat pozornost již v úrovni stavebního projektu, protože pozdější stavební úpravy jsou mnohem nákladnější.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Hluk v místnostech sousedících

s koupelnami a toaletami, je častým parametrem, který je dokladován při přijímacích řízeních. Tato hodnota je funkcí průzvučnosti stavebních konstrukcí oddělujících a izolujících sousedící místnosti od akustického výkonu budice (zde ventilátoru). Častou a mylnou představou je, že ventilátor má odpovídat „hygienickým předpisům“, které stanoví závazné hodnoty hlukové zátěže v sousedících místnostech v denních a nočních hodinách. Je nutno si uvědomit, že uvedený předpis nijak nedefinuje hlukové parametry ventilátorů. Vždy je nutno navrhnut stavební konstrukci tak, aby zajistila požadovaný útlum instalovaných zdrojů hluku (např. ventilátorů). Najít ventilátor, který vyhoví nevhodné stavební konstrukci je v některých případech nemožné, v takových případech je nutno zvolit umístění ventilátoru mimo objekt (na střechu apod.).

Hlukové izolované hadice a nebezpečí kondenzace

Pro vzduchotechnické rozvody v budovách se dnes běžně používají flexibilní hadice s hlukovou a tepelnou izolací. Jejich konstrukce je tvořena vnitřní hadicí, akustickou a tepelnou izolací a vnějším pláštěm. U flexibilních hadic, určených ke snížení hluku, je vnitřní hadice perforovaná. Kvalitní výrobky renomovaných výrobců mají vnitřní perforovanou hadici doplněnou o parotěsnou zábranu z fólie, která nepropustí páru a vodu.

Význam parotěsné zábrany

Tepelná a akustická izolace se uchovává své nominální hodnoty tepelného odporu a útlumu zvuku pouze v suchém stavu. Pokud konstrukce hlukové izolovaných hadic neobsahuje parotěsnou izolaci, dopravovaný vzduch a vodní páry proniknou perforací do meziprostoru v hadici. Za určitých provozních podmínek potom dojde ke kondenzaci vodní páry ve vrstvě tepelné a akustické izolace. Navlhnutím se podstatně zhorší její tepelné a akustické vlastnosti. Dalším nebezpečím je, že z kondenzovaná voda je vzduchovodem rozváděna do stavby a vytéká nekontrolovaně v místech spojů a poruch vnějšího pláště hadice. Původ výskytu mokřých míst se obtížně hledá. Zdlouhavá procedura vyhledání příčiny, která se zpravidla připisuje jiným zdrojům, vede ke stavebním poruchám a k sankcím v neprospěch prováděcí firmy. Parozábrana zároveň omezuje úlet mikroskopických vláken izolací do vzduchovodů.

Riziko versus zdlánlivé úspory

Pokud jsou v současné době některými montážními firmami z důvodu snížení nákladů používány hadice s hlukovou izolací bez parotěsné izolace, ohrožují takové firmy nejen sebe, ale i investora, uživatele a samotnou stavbu. Je zde reálné riziko, že bude nutné hadice s izolací znehodnocenou vlhkostí vyměnit. Taková výměna ve všech případech znamená

- omezení provozu uživatele v místech oprav
- nákladnou demontáž a zpětnou montáž sádrokartonových stropů
- opravu vodou poškozených částí stavby
- dodávku nových hadic a jejich montáž, likvidaci zničených hadic
- úhradu sankcí za omezení provozu uživatele stavby
- reálně také hrozí poškození dalších VZT zařízení a jednotek bez nároku na záruční opravu

Vezmeme-li tedy v úvahu výšku nákladů na nápravu závadného stavu, je používání levných hadic bez parozábrany nejenom nezodpovědné, ale i ekonomicky neopodstatněné. Celkové náklady na výměnu 1 metru levné poškozené hadice mohou dosahovat podle druhu stavby, provozovatele, dimenze vzduchovodů atd. částky od 5000 Kč výše.

Příklad kondenzace

Vyjádrnit u izolovaných hadic, které nejsou vybaveny parozábranou, množství vzniklého kondenzátu, je obtížné. Celkové množství je závislé na dimenzi hadice, relativní vlhkosti odváděného vzduchu a jeho teplotě, teplotě okolí a na množství vzduchu pronikajícího do meziprostoru v hadici. Poslední obtížné stanovitelným údajem je množství vzduchu, který se ocitne v mezní zóně pod teplotou rosného bodu. Jedním příkladem může být následující úvaha.

Odpaďný vzduch má $t_i = +25$ °C, rel.vlh. = 65%, rychlost proudění vzduchu je 5 m/s, hadice má vnitřní průměr 315 mm, průtok vzduchu $V = 1400$ m³/hod. Při odvlhčení o 1 gram na kg s.v. je množství kondenzátu $M = 1,4$ litru/hod. Když opatrně připustíme, že perforovanou stěnou vstoupí do izolace pouze 0,001 celkového průtoku vzduchu, zůstane v izolaci 0,0014 litru vody za hodinu, tedy za 100 hodin provozu 0,14 litru vody.

Závěr

Ze zkušenosti víme, že z jedné 5 metrové délky vyměňovaných hadic v koupelnách nebo v kuchyních bylo často vylito více jak 10 litrů vody. Také následně stavební a provozní škody byly značného rozsahu. Nezanedbatelnou výhodou hadic opatřených parozábranou je nulový úlet izolačního materiálu do vzduchovodů. Mikroskopická vlákna izolačních a tlumících materiálů jsou často činěna spoludopovědnými za různé zdravotní potíže.

Zářivková svítidla společně s ventilátorem

V některých případech požadují projektanti společně zapnutí osvětlení a ventilátoru v sociálních místnostech nebo koupelnách. Tento běžný požadavek lze doporučit se všemi našimi ventilátory s jediným omezením. Při provozu se zářivkami doporučujeme použít pouze jakostní svítidla s elektronickými předřadnicí, které neprodukují při vypnutí přepětí.

V případě, když je ventilátor na společném přívodním kabelu s některými provedeními laciných zářivek, která obsahují provozní tlumivky bez kompenzačních kondenzátorů, může dojít při vypnutí zářivky k vygenerování extrémně vysoké přepětové vlny, kdy impulzy jedné polarity překračují 4kV. Uvedené přepětí překračuje hodnoty normou požadovaného zkušebního napětí (to jsou 1 kV vlna pro obytné budovy, 2kV vlna pro průmysl) a ničí dobohové prvky v malých ventilátorech.

V nouzových případech je možno použít i nové dodávané svodiče přepětí PM 250 (5kA), instalované na ovládací fázi.

Hluk ventilátorů a NV č. 272/2011 Sb.

Často se na nás obrací zástupci montážních firem s dotazem, jestli námi dodávané ventilátory splňují legislativní požadavky definované NV č. 272/2011 Sb. (nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací).

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, se zabývá výhradně imisními dopady hluku ze zdrojů hluku. Tyto závisí na konkrétním umístění zdroje hluku, na cestě šíření akustické energie, akustickém stínění a obecně na vlastnostech prostoru, v kterém se hluk šíří.

Výrobci ventilátorů nepředjímají typ prostorů, ve kterých budou ventilátory instalovány a udávají pouze emisní parametry hluku. Témito parametry se zabývají jiné normy.

Za umístění zařízení je odpovědný projektant, respektive spotřebitel, který podle emisních parametrů poskytnutých výrobcem ventilátoru rozhodne o jeho umístění nebo navrhne vhodná stavební, či jiná opatření tak, aby byly splněny požadavky NV č. 272/2011 Sb. Uvedené NV nestanoví žádné požadavky na samotné akustické budice.



Hluk ventilátorů je pro některé aplikace stanoven ve směrnici EK 1253/2014. Uvedený předpis stanovuje hodnoty akustického výkonu pro rezidenční větrací zařízení. Další podrobnosti viz začátek této kapitoly – Hladiny akustického tlaku a výkonu.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Manipulace s VZT zařízením

VZT jednotky

Při dopravě a manipulaci s jednotkami je možné jednotku a její díly zdvihat pouze na transportní paletě nebo v přepravním obalu. Na ložné ploše dopravního prostředku musí být jednotky a jejich díly, případně montážní sestavy, dostatečně zajištěny proti posunutí a převrtnutí. Při nakládání a skládání vysokozdvizným vozíkem je třeba zdvihat transportní díly za dopravní paletu. Vyžaduje se opatrná manipulace. Při zvedání jeřábem je nutné provlečení lan dopravní paletou a vyvážení transportovaného dílu. Lana nad komorou musí být rozeprta tak, aby komoru nestlačila. Rozpěrky mohou být vytvořené též jako latění na hranách komory.

Skladování

Jednotky se uskládají podle druhu obalu ve skladech podle ČSN EN 60721-3-1 „Klasifikace prostředí – Část 3: Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přisnosti – Oddíl 1: Skladování“. Jednotky balené do PE fólie je třeba skladovat ve skladech typu IE11. Pro uskladnění pod přístřeškem, ve skladu typu IE13, je třeba předem dohodnout balení do PE fólie, lepenky, latění na hranách a přepáskování.

Montáž

Instalaci zařízení smí provádět výhradně odborná montážní firma s oprávněním dle živnostenského zákona.

Před zahájením montáže je třeba zkontrolovat:

- kompletnost dodávky
 - neporušenost dopravou a skladováním
 - otáčivost oběžných kol a pohyblivých dílů
 - pohyblivost klapek (jsou-li součástí)
 - stavební připravenost
 - parametry napěťové soustavy
 - tlak a teplotu topných a chladících médií
- Všechny zjištěné závady je nutno bezpodmínečně před montáží odstranit.

Uložení jednotek

Jednotky jsou určené k montáži na pevnou podložku, nebo k zavěšení pod strop. Jednotky výrobce schválené k zavěšení se zavěšují pouze na doporučené závěsy (úchyty). Závěsové tyče a kotvy nejsou součástí dodávky jednotek. Je nutné dodržet vodorovnost zavěšení jednotky, respektive cca 1° spád ve směru odtoku kondenzátu. Jednotky vybavené odtokem kondenzátu musí být umístěny tak, aby případná havárie (např. zamrznutí výměníku či nefunkčnost odtoku kondenzátu) nezpůsobila žádná škody. Doporučeno je umístění ve strojovně s vodotěsnou podlahou a jejich součástí.

Odstup jednotek

Pro jednotky namontované na podlaze, stěně nebo zavěšené pod strop musí být zajištěny odstupy od jiných předmětů na spodní straně (strana obsluhy) minimálně v takových vzdálenostech, aby bylo možno otvírat revizní víka, provádět pravidelné revize, čistit a vyměňovat filtry a vykonávat běžnou údržbu.

Připojení na vzduchovody

Připojení potrubí k jednotkám je nutno provést

tak, aby je potrubí svou hmotností nezatěžovalo nebo nedeformovalo, a aby jednotky nepřenášely mechanické zatížení z potrubí. Pro zabránění přenosu chvění z jednotek na vzduchovody je nutno vždy použít pružné spojky nebo manžety, jednotky je doporučeno montovat na izolatory chvění.

Elektrická instalace a bezpečnost

Po vyjmutí přístroje z přepravního kartonu přezkoušejte neporušenost a funkčnost zařízení. Obecně je nutno dbát ustanovení ČSN 12-2002 a ostatních souvisejících předpisů. U jednotek, jejichž ventilátory jsou vybaveny termopojistkou ve vinutí, která není zapojena přímo do série s motorem, je nutno tuto pojistku vždy zapojit do ovládacího obvodu ventilátoru (cívka stykače). U ventilátorů, které nejsou vybaveny termopojistkou ve vinutí je nutno vždy použít motorovou ochranu nastavenou na maximální provozní proud ventilátoru nebo použít nadproudové relé nastavené na maximální provozní proud včetně příslušných spínacích obvodů.

Při jakékoliv revizní či servisní činnosti je nutno ventilátor odpojit od elektrické sítě. Připojení a uzemnění elektrického zařízení musí vyhovovat zejména ČSN 33 2190, 33 2000-5-51 ed. 3, 33 2000-5-54 ed. 3. Práce smí provádět pouze pracovník s odbornou kvalifikací dle vyhlášky č. 50-51/1978 Sb.

Kabelové přípojky

Přípojka elektrického proudu k jednotkám musí být provedena ohebným kabelem skrz průchodku v panelu. Není-li rozvaděč v blízkosti jednotky, doporučuje se jednotku připojovat přes servisní vypínač umístěný v dosahu jednotky.

Ochrana neživých částí

Ochrana se zajišťuje vodivým propojením vzduchotechnického potrubí a ostatních vodivých neživých částí s jednotkou. K tomu účelu slouží zalisovací matice označené symbolem uzemnění.

Uvádění do provozu

Jednotky, které obsahují ventilátory nebo elektrické pohony, může poprvé uvádět do provozu pouze odborník s příslušnou kvalifikací.

Před uvedením do provozu kontrolujeme:

- čistotu jednotky, úplnost a kvalitu montáže
 - volnou otáčivost ventilátoru
 - provozní napětí dle štítku ventilátoru
 - řídicí a provozní napětí na servopohonech
 - připojení výměníku na zdroj tepla a chladu
 - odzdušnění výměníků
 - funkčnost odtoku kondenzátu a naplnění sifonů
 - čistotu filtračních vložek
 - pohyblivost klapek
 - těsnost připojení jednotky na potrubní síť
 - uzavření dveří a servisních otvorů jednotky
- Závady je nutné před prvním spuštěním odstranit.

Před prvním spuštěním jednotky musí být v souladu s ČSN 33 1500 „Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení“ provedena výchozí revize elektrického zařízení dle ČSN 33 2000-6 ed. 2 „Elektrotechnic-

ké předpisy. Elektrické instalace nízkého napětí Část 6: Revize Kapitola 61: Postupy při výchozí revizi“.

Při prvním spuštění jednotky se kontroluje:

- správnost směru otáčení ventilátoru nebo rotačního výměníku podle šipky na skříni
- odběr proudu (nesmí přesáhnout hodnotu uvedenou na štítku)
- proudové ochrany motorů musí být nastaveny na hodnotu stejnou nebo nižší, než je hodnota na štítku ventilátorové komory

Po splnění těchto předpokladů je možné uvést jednotku do zkušebního provozu. U zkušebního provozu je třeba provést zaregulování distribučních elementů na potrubní trase a komplexní zkoušky zařízení, včetně měření výkonů jednotky a ověření funkce systému MaR. O výsledku zkoušek musí být vydán písemný doklad.

Odborná firma uvádějící jednotku do chodu příp. do zkušebního provozu je povinna začít obsluhu uživatele, o čemž musí být proveden písemný doklad. Bez takového dokladu nevstoupí v platnost záruka a zařízení nesmí být uvedeno do trvalého provozu.

Provoz, obsluha a údržba

Pro bezpečný provoz, obsluhu a údržbu klimatizačního zařízení doporučujeme zpracovat místní provozní předpis podle rozsahu a vybavenosti klimatizačního zařízení a místních podmínek, včetně vybavení jednotlivých zařízení bezpečnostními značkami nebo sděleními. Místní provozní předpis musí mimo jiné obsahovat ustanovení tohoto článku.

UPOZORNĚNÍ:

- pokud jsou prováděny úkony, při nichž dojde k otevření jednotky obsahující ventilátory nebo elektrické pohony, je nutné odpojit jednotku od napětí a provést taková opatření, která zabrání neúmyslnému zapnutí v průběhu prací
- jednotku je zakázáno provozovat, pokud jsou otevřené servisní otvory (servisní dveře)

Za provozu obsluha kontroluje funkce a činnost všech dílů jednotek, těsnost spojů, dveří a upevnění snímatelných panelů, teplotu médií a dopravovaného vzduchu, zanesení filtrů prostřednictvím čidel. Současně kontroluje stav a funkci provozních souborů, na které je jednotka napojena a s nimiž její správná funkce souvisí, ale nejsou součástí jednotky.

Jsou to podle typu jednotky zejména:

- elektroinstalace
- systém MaR
- systém ÚT
- systém chlazení
- sanitární (zdravotní) instalace – odtok kondenzátu

Podle provozních podmínek si určí uživatel období mezi důkladnými prohlídkami, nejedle však jedenkrát za 3 měsíce.

Záruka

Nezaručujeme vhodnost použití jednotek pro speciální nebo zvláštní účely, určení vhodnosti je plně v kompetenci zákazníka a projektanta. Zákonná záruka platí pouze v případě dodržení všech pokynů pro montáž a údržbu, včetně provedení ochrany motoru.

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Provoz elektrických ohřivačů s regulací

Transport, montáž a údržba

Doporučujeme skladovat a dopravovat ohřivače v přepravním obalu (nejlépe až na místo montáže) a tím zabránit jejich poškození. Po vyjmutí přístroje z přepravního kartonu přezkoušejte jeho neporušenost a funkčnost. Při instalaci ohřivače musí být splněny podmínky ČSN 06 1008. Při návrhu umístění ohřivače ve vzduchotechnickém zařízení doporučujeme dodržovat následující zásady:

- Před ohřivačem je nutné namontovat filtr vzduchu. Pokud není použit filtr, hrozí nebezpečí znečištění topných těl a následně jejich zničení v důsledku nedostatečného ochlazování.
- Postupně zanášení filtru snižuje průtok vzduchu. Je proto vhodné, sledovat stav filtru pomocí snímače diferenčního tlaku a tak včas signalizovat potřebnou výměnu filtrační vložky. Tuto funkci je možno zajistit prostřednictvím diferenčního snímače tlaku DTS PSA.
- Filtr nesmí být umístěn bezprostředně před ohřivačem.
- Před a za ohřivač doporučujeme vložit potrubí o délce minimálně 1 m.
- Plášť ohřivače musí být umístěn v bezpečné vzdálenosti od hořlavých a zápalných materiálů (min. 5 cm).
- Umístění ohřivače musí umožňovat dobré chlazení vnějšího pláště.
- V okolí chladičů musí být volný prostor alespoň 15 cm ve všech směrech. Je nutné umožnit volné proudění vzduchu nutného pro odvod ztrátového tepla. Chladiče je nepřipustné jakkoli zakrývat, izolovat, přetírat barvou nebo jiným způsobem omezovat přestup tepla do okolí.
- Žebra chladičů nesmí směřovat směrem dolů!
- Ohřivač musí být umístěn tak, aby byl zachován snadný kontrolní, revizní a servisní přístup a zejména přístup k tlačítku tepelné pojistky (RESET).
- Ohřivač nesmí být umístěn svorkovnicí dolů.
- Ohřivač je nutno montovat vždy za ventilátor ve směru proudění vzduchu.
- Předepsaný směr proudění vzduchu ohřivačem je vyznačen šipkou na svorkovnicové skříni.
- Provoz ohřivače musí být blokován, pokud z jakéhokoliv důvodu neběží přírodní ventilátor a ohřivačem neproudí vzduch.
- Při vypínání zařízení se musí nejdříve vypnout elektrický ohřivač a s časovým odstupem dostatečným na vychlazení ohřivače lze uzavřít klapky a zastavit ventilátor.
- V elektrickém ohřivači by neměla klesnout rychlost proudění vzduchu pod 1,5 m/s. Je-li vzduchový výkon ventilátoru regulován změnou otáček, je nutné zajistit blokování otáček tak, aby rychlost vzduchu neklesla pod limitní hodnotu.

určeny pro ohřev vzduchu bez pevných, vláknitých, lepivých, agresivních, hořlavých, případně výbušných příměsí. Vzduch nesmí obsahovat chemické látky, které způsobují korozi hliníku, mědi a zinku, případně narušují plasty. Ohřivače mohou pracovat v libovolné poloze s omezeními uvedenými výše. Doporučujeme montáž ve vodorovné poloze. Regulace výkonu ohřivačů se provádí řídicím systémem nebo vhodným regulátorem (např. UNIREG) s výstupem řídicího napětí 0–10 V (viz též parametry regulátoru výkonu výše). Ohřivače je rovněž možno regulovat řídicí jednotkou EDV. Řídicí jednotku je možno dodat na zakázku pro konkrétní vzduchotechnickou sestavu. Jednotka zajišťuje mimo regulace i všechny výše uvedené ochranné funkce.

POZOR! Při jakékoli manipulaci s ohřivačem je nutné spolehlivě odpojit jeho napájení (jističem event. hlavním vypínačem v napájecím rozvaděči) a zajistit proti neočekávanému zapnutí!

Ověření funkce

Doporučenými pomůckami pro zprovoznění ohřivače jsou stejnosměrný voltmetr a střídavý kleškový ampérmetr. Spustte vzduchotechnickou jednotku a připojte napájecí napětí k ohřivači. Při řídicím napětí 0 V nesmí ohřivač odebírat žádný proud. Je-li řídicí napětí 10 V, musí ohřivač ve všech napájecích fázích odebírat stálý proud odpovídající výkonu ohřivače. V rozsahu řídicího napětí přibližně 2–9,5 V je ohřivač sepnut vždy pouze na část regulační periody, která je přibližně 20 s. Na desce plošných spojů je kontrolka, která signalizuje sepnutý stav ohřivače.

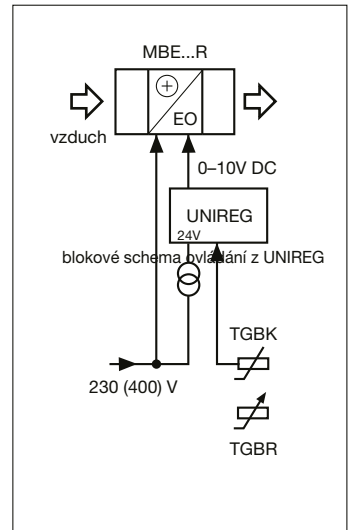
Pokud je ohřivač zprovozněn s regulátorem UniREG, dosáhne se řídicího napětí 0 V nastavením požadované teploty (SETPOINT) na 0 °C, napětí 10 V nastavením na 30 °C. Řídicí napětí na výstupu UniREG se mění postupně! Reakce regulátoru rovněž závisí na aktuálních teplotách na teplotních čidlech.

Údržba

POZOR! Při jakékoli manipulaci s ohřivačem je nutné spolehlivě odpojit jeho napájení (jističem event. hlavním vypínačem v napájecím rozvaděči) a zajistit proti neočekávanému zapnutí! Při údržbě se provede kontrola dotažení svorek, vyčištění prostoru svorkovnice ohřivače a chladičů od prachu a nečistot, sleduje se, zda některé komponenty nenesou známky nadměrného oteplování, zatékání vody, mechanického či jiného poškození, ověří se funkce regulátoru výkonu tak, jak je uvedeno výše. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat zabezpečovacím obvodům, zvláště tepelné ochraně ohřivače včetně správné reakce řídicího systému nebo napájecího rozvaděče. Nalezené závady je potřeba neprodleně odstranit. Tyto kontroly se provádějí alespoň 1 × ročně (nebo podle místních podmínek častěji) pověřenou odbornou servisní firmou.

Elektrická instalace a bezpečnost

Při jakékoliv revizní či servisní činnosti je nutno ohřivač odpojit od elektrické sítě. Připojení a uzemnění elektrického zařízení musí vyhovovat zejména ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2180, ČSN 33 2000-5-51. Práce smí provádět pouze pracovník s odbornou kvalifikací dle a vyhlášky ČÚPB a ČBÚ o odborné způsobilosti v elektrotechnice č. 50/1978 Sb s dodržením ČSN EN 50110-1 a 50110-2. Zásad do elektroinstalace může provést pouze odborná firma s povinností vystavit na zařízení výchozí revizní zprávu. Ohřivač smí být připojen pouze na obvod se samostatným jištěním. Musí být zapojen pracovní i bezpečnostní termostat. Ohřivače mají krytí IP43. Před uvedením ventilátoru do provozu musí být provedena na zařízení výchozí revize elektrického zařízení dle ČSN 33 2000-6. Po dobu provozování je provozovatel povinen provádět pravidelné revize elektrického zařízení ve lhůtách dle ČSN 33 1500. Odstranění, přemostění nebo odpojení bezpečnostních zařízení, bezpečnostních funkcí a ochranných zařízení je zakázáno! Jakýkoli zásah do vnitřního zapojení ohřivače je zakázán!



Elektrické ohřivače jsou určeny pro prostředí kde teplota okolí i ohřívajícího (přiváděného) vzduchu leží v rozsahu -25 °C až +40 °C. Ohřivače jsou vhodné pro použití vnitřní, případně venkovní pod přístřeškem. Jsou

Časté dotazy při provozování VZT zařízení

Krytí IP – stupně ochrany krytem, podrobně viz ČSN EN 60529

Ochrana před nebezpečným dotykem a vniknutím předmětů

1. číslice kódu	definice	symbol
0	žádná ochrana	žádný
1	ochrana proti tělesům o průměru 50 mm a větším	žádný
2	ochrana proti tělesům o průměru 12,5 mm a větším	žádný
3	ochrana proti tělesům o průměru 2,5 mm a větším	žádný
4	ochrana proti tělesům o průměru 1 mm a větším	žádný
5	ochrana před prachem	
6	prachotěsné	

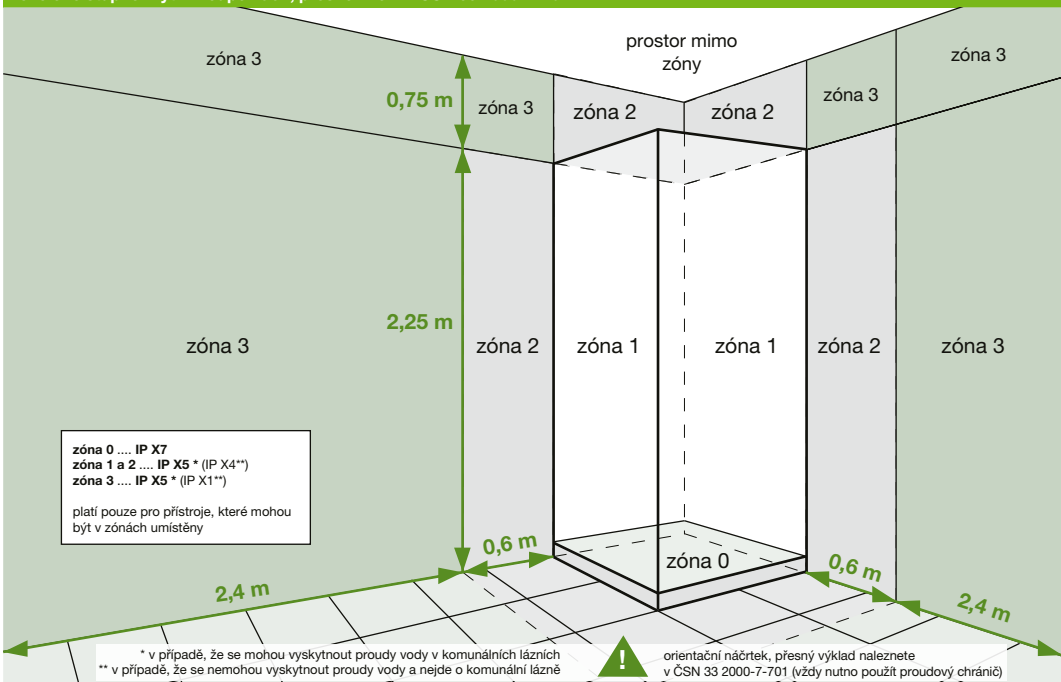
Ochrana před vniknutím vody

2. číslice kódu	definice	symbol
0	žádná ochrana	žádný
1	ochrana proti svisle padajícím kapkám	
2	ochrana proti svisle padajícím kapkám, náklon krytu max. 15°	žádný
3	ochrana před kropením (deštěm) pod úhlem do 60° od svislé osy	
4	ochrana proti stříkající vodě ze všech směrů	
5	ochrana proti tryskající vodě ze všech směrů	
6	ochrana proti intenzivně tryskající vodě	žádný
7	ochrana proti dočasnému ponoření (do 15 cm)	
8	trvalé ponoření do vody (označení v [m])	.. m

I P 4 4

- stupeň ochrany před vniknutím vody (0–8 případně písmenem X)
- stupeň ochrany před nebezpečným dotykem a vniknutím cizích předmětů (0–6 případně písmenem X)
- písmena kódu „Ingress Protection“

Povolené stupně krytí v koupelnách, přesné znění v ČSN 33 2000-7-701



Nařízení evropské komise č. 1253/2014

Do roku 2020 se státy Evropské unie zavázaly snížit své emise skleníkových plynů nejméně o 20%, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na nejméně 20% celkové spotřeby EU a dosáhnout úspor vydané energie ve výši 20% a více. Dosažením těchto cílů EU pomůže v boji proti změně klimatu a znečištění ovzduší. Dále se stane více nezávislou na zahraničních zdrojích fosilních paliv a udrží si cenově dostupnou cenu energie pro koncové spotřebitele a podniky. Ke splnění těchto cílů mají vést kroky, které výrazně omezí spotřebu energie. Jedním z nejvíce patrných kroků je i podpora výstavby energeticky účinných budov a podpora produktů s nižší energetickou náročností, tzv. požadavek na ekodesign produktu.

Ekodesign výrobku – směrnice 2009/125

Směrnice o ekodesignu výrobků stanovuje evropská pravidla pro zlepšení environmentální výkonnosti výrobků spojených se spotřebou energie (ERP – energy related product). Tato směrnice brání rozdílnému výkladu jednotlivých států EU při pohledu na energetickou účinnost různých ERP produktů.

Mezi významné spotřebitele elektrické energie patří tzv. energetické spotřebiče, které pro svůj chod a práci přímo potřebují připojení k energetické soustavě (elektrina, plyn, fosilní paliva). To jsou např. počítače, televizory, transformátory, HVAC zařízení apod. Ostatní výrobky spojené se spotřebou energie sice přímo energii nevyužívají, nicméně jejich výroba je se spotřebou energie významně spojena (např.: okna, izolační materiály, vodovodní materiály).

V rámci výše uvedené směrnice je také počítáno s novými požadavky na energetickou účinnost vzduchotechnických jednotek. **Nařízení evropské komise č. 1253/2014 vstoupilo v platnost dne 26. listopadu 2014 s účinností od 1. ledna 2016 a dále 1. ledna 2018.**

Toto nařízení se vztahuje na větrací jednotky a stanovuje požadavky pro jejich **uvádění na trh** nebo **do provozu**. Dle nařízení komise (EU) č. 1253/2014 se následně rozdělují vzduchotechnické jednotky na tyto základní typy:

RVU (residential ventilation unit)

Větrací jednotkou pro obytné budovy se rozumí zařízení pro větrání residenčních objektů (domy, byty apod.), kde maximální průtok vzduchu jednotkou je do 250 m³/h, nebo maximální průtok vzduchu jednotkou je v rozmezí 250 a 1000 m³/h a kde výrobce zároveň deklaruje její použití výhradně pro potřeby větrání v obytných budovách.

NRVU (non residential ventilation unit)

Větrací jednotkou pro jiné než obytné budovy se naopak rozumí zařízení, jehož maximální průtok přesahuje výše zmínovaných 250 m³/h, horní hranice průtoku není limitována. V případech průtoků vzduchu mezi 250 a 1000 m³/h výrobce nedeklaruje její zamýšlené použití pouze pro residenční větrání.

UVU (unidirectional ventilation unit)

Jednosměrnou větrací jednotkou je větrací jednotka, která vytváří proud vzduchu pouze v jednom směru, a to buď z vnitřního do vnějšího prostoru (odvádění) nebo z vnějšího do vnitřního prostoru (přivádění), kde je mechanicky vytvářený proud vzduchu vyrovnáván opatřeními pro přirozené přivádění nebo odvádění vzduchu.

BVU (bidirectional ventilation unit)

Obousměrnou větrací jednotkou je větrací jednotka, která vytváří proud vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostorem a je vybavena ventilátory odváděcími i přiváděcími vzduch.

Účinnost η

Výše uvedená směrnice stanovuje minimální tepelnou účinnost při nominálním průtoku vzduchu jednotkou. Tepelná účinnost systému zpětného získávání tepla pro jiné než obytné budovy ($\eta_{t,rvvu}$) je poměr mezi tepelným ziskem přiváděného vzduchu a tepelnou ztrátou odváděného vzduchu, obojí v porovnání s venkovní teplotou, měřeno za referenčních podmínek **za sucha**, s vyvážným hmotnostním průtokem, při rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou 20K, bez úpravy o tepelný zisk z motorů ventilátoru a vnitřních netěsností.

Od 1.1.2016

musí být minimální teplotní účinnost $\eta_{t,rvvu}$ **67%** pro systémy zpětného získávání tepla (např. deskové, rotační), **63%** pro uzavřené systémy (např. glykolový okruh, tepelné trubice).

Od 1.1.2018

musí být minimální teplotní účinnost $\eta_{t,rvvu}$ **73%** pro systémy zpětného získávání tepla, **68%** pro uzavřené systémy.

Měrný příkon ventilátoru větracích
součástí SFP_{int}

Požadavky na ekodesign jednotek jsou mimo jiné založeny na nově zavedeném parametru SFP_{int}. Vnitřním měrným příkonem ventilátoru větracích součástí SFP_{int} [W/(m³/s)] se rozumí poměr mezi vnitřní tlakovou ztrátou větracích součástí a účinností ventilátoru stanovenou pro referenční konfiguraci. Referenční konfiguraci jednotky je pak sestava filtr, ventilátor, výměník ZZT. Vypočítaný měrný příkon musí být roven nebo nižší než limitní hodnota SFP_{int,limit} měrného příkonu daného výpočtem.

Platí tedy, že maximální vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí (SFP_{int,limit}) je:

od 1. 1. 2016:

NRVU se systémem zpětného získávání tepla:

$$SFP_{int,limit} = 1200 + E - \left(\frac{300 \cdot q_{nom}}{2} \right) - F,$$

jestliže $q_{nom} < 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, a

$$SFP_{int,limit} = 900 + E - F,$$

jestliže $q_{nom} \geq 7200 \text{ m}^3/\text{h}$;

NRVU s oběhovým systémem zpětného získávání tepla:

$$SFP_{int,limit} = 1700 + E - \left(\frac{300 \cdot q_{nom}}{2} \right) - F,$$

jestliže $q_{nom} < 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, a

$$SFP_{int,limit} = 1400 + E - F,$$

jestliže $q_{nom} \geq 7200 \text{ m}^3/\text{h}$;

od 1. 1. 2018:

NRVU s oběhovým systémem zpětného získávání tepla:

$$SFP_{int,limit} = 1600 + E - \left(\frac{300 \cdot q_{nom}}{2} \right) - F,$$

jestliže $q_{nom} < 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, a

$$SFP_{int,limit} = 1300 + E - F,$$

jestliže $q_{nom} \geq 7200 \text{ m}^3/\text{h}$;

NRVU se systémem zpětného získávání tepla:

$$SFP_{int,limit} = 1100 + E - \left(\frac{300 \cdot q_{nom}}{2} \right) - F,$$

jestliže $q_{nom} < 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, a

$$SFP_{int,limit} = 800 + E - F,$$

jestliže $q_{nom} \geq 7200 \text{ m}^3/\text{h}$;

E – bonusový koeficient za vyšší dosažení účinnosti

F – korekční koeficient za menší filtrační třídu, nežli je požadována při referenční konfiguraci (F7 sání a M5 odtah).

q_{nom} – nominální průtok vzduchu deklarovaný výrobcem.

Vybrané výjimky

- jednosměrné jednotky (odvádějí nebo přivádějí vzduch) s elektrickým příkonem menším než 30W
- axiální nebo radiální ventilátory vybavené krytem ve smyslu nařízení (EU) č. 327/2011
- jednotky výlučně specifikované jako provozované v prostředí s nebezpečím výbuchu
- jednotky výlučně specifikované pro nouzové použití, pro krátkodobý provoz, a které jsou v souladu se základními požadavky na stavby s ohledem na požární bezpečnost podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011
- v prostředí, kde provozní teploty dopravovaného vzduchu přesahují 100 °C
- v prostředí, kde provozní teplota okolí motoru pohánějícího ventilátor přesahuje 65 °C v případě, že je umístěn mimo proudění vzduchu
- zahrnují výměník tepla a tepelné čerpadlo pro zpětné získávání tepla nebo umožňují, aby přenos nebo odvádění tepla doplňovaly systém zpětného získávání tepla, s výjimkou přenosu tepla pro ochranu před mrazem nebo odmrazování

Mezinárodní klasifikace vzduchových filtrů dle ČSN EN 779:2012 a ČSN EN ISO 16890						
ČSN EN ISO 16890	Třída filtrace EN 779	Skupina filtrů	Příklad odlučených látek	Střední stupeň odlučivosti (Am) syntetického prachu (%)	Střední stupeň účinnosti (Em) částic 0,4 μm (%)	Minimální účinnost (M.E. u částic 0,4 μm (%))
ISO COARSE, filtry pro hrubý prach, rozsah velikostí částic μm, $X < 10$ μm	G1*	hrubý prach	listy, hmyz, textilní vlákna	50 < Am < 65	-	-
	G2*		65 < Am < 80	-	-	
	G3*		80 < Am < 90	-	-	
	G4*		90 < Am	-	-	
ISO ePM ₁₀ , filtry pro jemný prach, rozsah velikostí částic μm, $0,3 \leq X \leq 10$	M5*	středně hrubý prach	výtrusy, cementový prach	-	40 < Em < 60	-
	M6*		-	-	-	
ISO ePM _{2,5} , filtry pro jemný prach, rozsah velikostí částic μm, $0,3 \leq X \leq 2,5$	M6*	středně hrubý prach	větší bakterie	-	60 < Em < 80	-
	F7*		-	-	-	
ISO ePM ₁ , filtry pro jemný prach, rozsah velikostí částic μm, $0,3 \leq X \leq 1$	F7*	jemný prach	saze, prach	-	80 < Em < 90	35
	F8*		PM 2,5 – prach	-	90 < Em < 95	55
	F9*		tabákový kouř, olejový kouř	-	95 < Em	70

* není kompatibilní s novou normou ČSN EN ISO 16890

Vysvětlivky:

MPPS	Most Penetrating Particle size (velikost nejvíce pronikající částice)
EUROVENT	Evropský výbor výrobců vzduchotechnických a sušících zařízení
Am (%)	střední odlučivost na syntetický prach
Em (%)	střední odlučivost na atmosférický prach
EPA	Efficient Particulate Air (účinný filtr vzduchových částic)
HEPA	High Efficient Particulate Air (vysoce účinný filtr vzduchových částic)
ULPA	Ultra Low Penetration Air (vzduchový filtr s ultra nízkou penetrací)
PM	particulate matter – velikost částic (prašnost) 1 μm = 0,001 mm = PM 1 2,5 μm = 0,0025 mm = PM 2,5 10 μm = 0,01 mm = PM 10

Mezinárodní klasifikace vzduchových filtrů dle ČSN EN 1822-1:2021					
EN 1822		Celková hodnota pro MPPS částice (0.1–0.3 μm)		Integrovaná hodnota pro MPPS částice (0.1–0.3 μm)	
Skupina filtrů	Třída filtrace	Účinnost (%)	Průnik (%)	Účinnost (%)	Průnik (%)
Skupina E EPA	E10	≥ 85	≤ 15	-	-
	E11	≥ 95	≤ 5	-	-
	E12	≥ 99,5	≤ 0,5	-	-
Skupina H HEPA	H13	≥ 99,95	≤ 0,05	≥ 99,75	≤ 0,25
	H14	≥ 99,995	≤ 0,005	≥ 99,975	≤ 0,025
Skupina U ULPA	U15	≥ 99,9995	≤ 0,0005	≥ 99,9975	≤ 0,0025
	U16	≥ 99,99995	≤ 0,00005	≥ 99,99975	≤ 0,00025
	U17	≥ 99,999995	≤ 0,000005	≥ 99,99999	≤ 0,0001

Nová mezinárodní klasifikace vzduchových filtrů dle ČSN EN ISO 16890				
Označení skupiny	Požadavek			Uváděná hodnota u třídy
	ePM _{1,min}	ePM _{2,5,min}	ePM ₁₀	
ISO COARSE	-	-	≥ 50 %	Počáteční gravimetrická odlučivost
ISO ePM ₁₀	-	-	≥ 50 %	ePM ₁₀
ISO ePM _{2,5}	-	≥ 50 %	-	ePM _{2,5}
ISO ePM ₁	≥ 50 %	-	-	ePM ₁

Předpony SI – Násobky a díly jednotek SI

Činitel	Předpona	Značka
10 ¹²	tera	T
10 ⁹	giga	G
10 ⁶	mega	M
10 ³	kilo	k
10 ²	hekto	h
10 ¹	deka	da
10 ⁻¹	deci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	mili	m
10 ⁻⁶	mikro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	piko	p
10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ⁻¹⁸	atto	a

Některé převodní vztahy mezi SI a technickou soustavou

Hodnoty veličin	v jednotkách SI	dělíme	výsledek v jednotkách techn. soustavy
síla	N	9,80665	kp
tlak	Pa	9,80665	kp.m ⁻²
práce	J	9,80665	kp.m
energie	J	3600000	kWh
teplo	J	4186,8	kcal
teplo	W	9,80665	kp.m.s ⁻¹
výkon	W	735,5	k
dynamická viskozita	Pa.s	9,80665	kp.m ⁻² .s
měrná plyn. konst.	J.mol ⁻¹ .K ⁻¹		
měrné teplo	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	4186,8	kcal.kp ⁻¹ .°C ⁻¹
součinitel prostupu (přestupu tepla)	W.m ² .K ⁻¹	1,163	kcal.m ² .h ⁻¹ .°C ⁻¹
atmosféř. tlak	Pa	133,322	torr
úhel (rovinný)	rad	0,017453	1°

Všeobecné informace

Převod anglo-amerických jednotek na metrické (SI)						
Hodnotu veličiny	v jednotkách	násobíme	a obdržíme	příklad významu veličiny		
prostor	délka	in	0,0254 (P)	m	rozměry potrubí	
		ft	0,3048 (P)	m	rozměry místnosti	
		mile	1,609	km	vzdálenost	
	plocha	sq in	6,452	cm ²	průřez potrubí	
sq ft		0,093	m ²	půdorys místnosti		
objem	cft	0,0283	m ³	objem místnosti		
pohyb	rychlost	fpm	5,08.10 ⁻³	m/s	pohyb vzduchu	
		mph	0,447	m/s	rychlost větru	
		ft/sec	30,48	cm/s	čelní rychlost u filtrů	
	zrychlení	ft/sec ²	0,3048 (P)	m/s ²	tíhové zrychlení	
hmotnost	měrná a poměrná hmotnost	pound (lb)	0,454	kg	hmotnost zařízení	
		grain (gr)	0,0648	g	jímavost filtru	
		grain pound	1/7=0,143	g/kg	měrná vlhkost vzduchu	
		lb/cft	16,02	kg/m ³	měrná hmotnost vzduchu	
		lb/sq ft	4,882	kg/m ²		
		lb/cfm	0,267	kg(m ³ /h)		
		lb/sq ft hour	1,357.10 ⁻³	kg/m ² .s	poměrná hmotnost zařízení	
průtok	objemový	cfm	0,472.10 ⁻³	m ³ /s	průtok potrubím	
			1,7	m ³ /h		
		cfm/ft	5,57	m ³ /h.m	přívod štěrbinami	
		cfm/sq ft	18,3	m ³ /h.m ²		
		cfh/sq ft	0,305	m ³ /h.m ²	přívod na 1m ² podlahy	
		cfm/lb	3,75	m ³ /h.kg	vzduchový výkon/hmotnost zařízení	
	hmotnostní	gal (US)/min	6,3.10 ⁻⁵	m ³ /s	průtok vody	
			0,227	m ³ /h		
	síla	síla	gpm	0,925	kg/s	průtok vody
			lb/hour	1,26.10 ⁻⁴	kg/s	
moment síly		pound force	4,448	N	-	
	poundal (pdl)	0,1383	N			
	pound force foot	1,356	Nm	kroučící moment		
tlak	tlak	in WG	249	Pa		
		in of merc (=in HG)	3386	Pa	tlaková ztráta	
		psft	47,9	Pa		
		psi	6,9	kPa	tlak kompresoru, barometrický	
		in WG/100 ft	8,176	Pa/m	tlakový spád	
viskozita	dynamická	lb.sec/ft ²	47,85	Pa.s	-	
	kinematická	ft ² /sec	0,0929	m ² /s		
teplota teplotní rozdíl		(t _e -32) [°F]	5/9	t _e [°C]	-	
		Δt _e [deg F]	0,555	Δt _e [K]		
teplo	tepelný tok	teplo	Btu	1,055	kJ	teplo
		Btu/hour (Btuh)	0,293	W	tepelná zátěž	
		tons of refrig (US)	3,516 (=200 Btu/min)	kW	výkon chladičho zařízení	
		Btu/h.ft	0,96	W/m		
		Btu/h.ft ²	3,125	W/m ²	měrná tepelná zátěž	
		Btu/h.ft ³	10,34	W/m ³		
		Btu/pound	2,326 (P)	kJ/kg	výhřevnost paliva, skupenské teplo	
		Btu/pound.deg F	4,187	kJ/kg.K	měrné teplo, měrná entropie	
Btu/ft ³ .deg F	67,07	kJ/m ³ .K	měrné teplo objemové			

Všeobecné informace

Hodnotu veličiny	v jednotkách	dělíme	a obdržíme	příklad významu veličiny
teplo	Btu/h.ft ² .deg F	5,68	W/m ² .K	součinitel přestupu tepla
	Btu/h.in.degF	20,77	W/m.K	součinitel tepelné vodivosti
	Btu/lb.h	0,646	W/kg	výkon/hmotnost
tepelný obsah	Btu/degF	1,889	kJ/K	–
osvětlení	ft.cd	10,67	Lx	intenzita osvětlení
	W/sq ft	10,76	W/m ²	tepelná zátěž osvětlením

Převodní tabulka pro jednotky tlaku v oboru chlazení.

z	na	bar	mbar	Pa	kPa	psi
1 bar		1	1000	100000	100	14,5
1 mbar		0,001	1	100	0,1	0,0145
1 Pa		0,00001	0,01	1	0,001	0,000145
1 kPa		0,01	10	1000	1	0,145
1 psi		0,069	69	6900	6,9	1
1 Torr		0,00133	1,3	133,3	0,1333	0,0193

Další vztahy: 1 Torr=1 mmHg, 1 Torr=1000 Micron, 1 Micron=0,00133 mbar

Častá závitová spojení pro chlazení podle DIN 8904 a ASA B1.1

Spojení UNF	Specifikace US	vnější rozměr	průměr jádra min. vel.	počet závitů na palec	stoupání
1/16" -20 UNF	1/4" SAE	11,079	9,738	20	1,270
1/2" -20 UNF	5/16" SAE	12,657	11,328	20	1,270
5/8" -18 UNF	3/8" SAE	15,839	14,348	18	1,411
3/4" -16 UNF	1/2" SAE	19,012	17,330	16	1,588
7/8" -14 UNF	–	22,184	20,262	14	1,814
7/8" -14 UNF	5/8" SAE	22,184	20,262	14	1,814
1" -14 UNF	3/4" SAE	25,357	23,437	14	1,814
1 1/16" -14 UNF	–	26,947	25,024	14	1,814
1 1/8" -12 UNF	–	28,529	26,284	12	2,117
1 1/4" -12 UNF	7/8" SAE	31,704	29,459	12	2,117
1 3/8" -12 UNF	–	34,877	32,634	12	2,117
1 1/2" -12 UNF	1" SAE	38,052	35,809	12	2,117

Převodní tabulka °C na °F a opačně

některé významné hodnoty

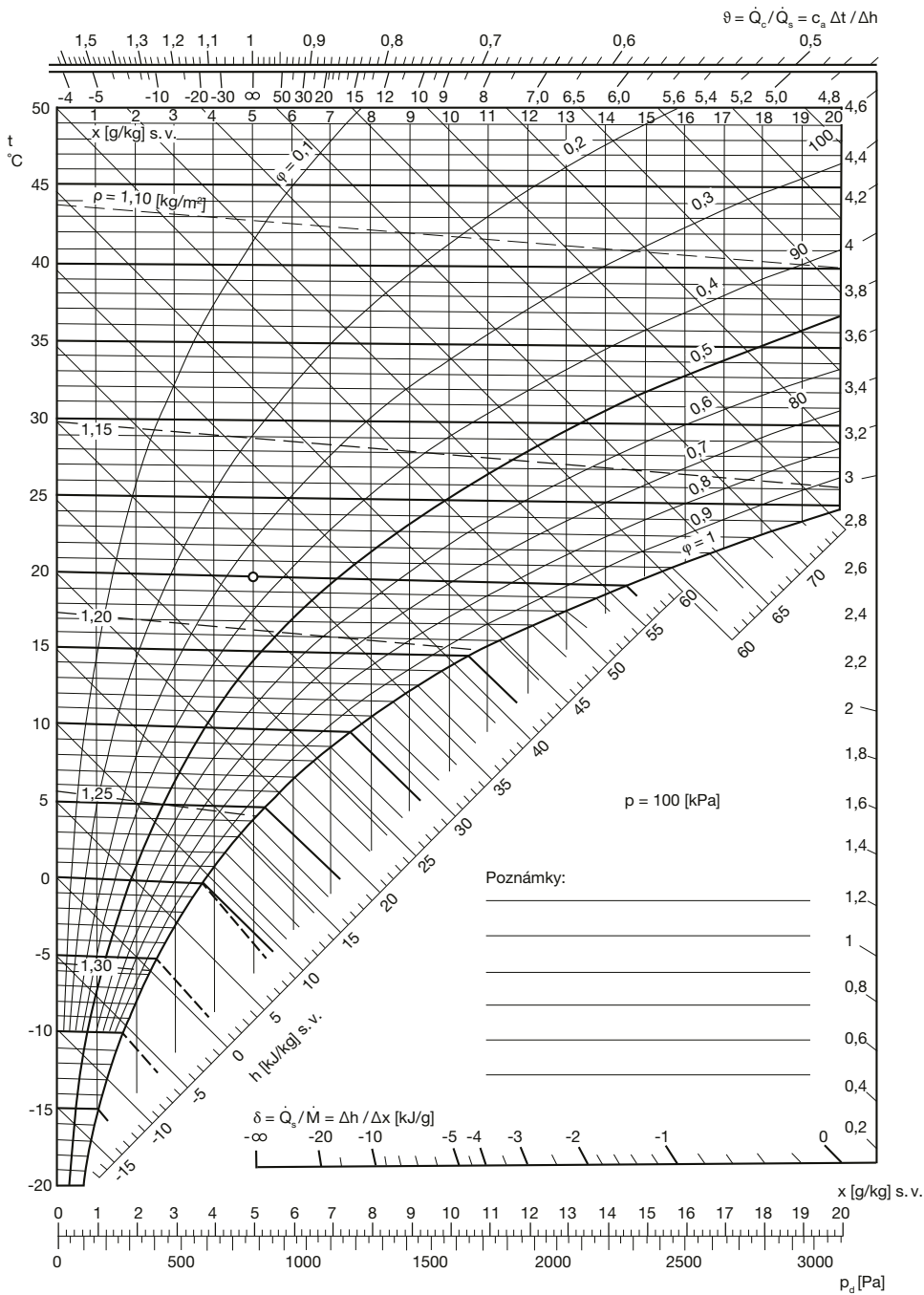
212 °F 100 °C bod varu vody
 32 °F 0 °C bod tání vody
 0 °F -17,78 °C bod tání (sůl + voda)
 -40 °F -40 °C bod tání rtuti

°C	°F	°C	°F	°F	°C	°F	°C
100	212	25	77	212	100	60	16
95	203	20	68	200	93	50	10
90	194	15	59	190	88	40	4
85	185	10	50	180	82	30	0
80	176	4	39	170	77	20	-7
75	167	0	32	160	71	10	-12
70	158	-10	14	150	66	0	-18
65	149	-20	-4	140	60	-10	-23
60	140	-30	-22	130	54	-20	-29
55	131	-40	-40	120	49	-30	-34
50	122	-50	-58	110	43	-40	-40
45	113	-60	-76	100	38	-50	-46
40	104	-80	-112	90	32	-60	-51
35	95	-273	-460	80	27	-112	-80
30	86			70	21	-460	-273

°C na °F

°F na °C

Psychrometrický diagram podle Molliera



Literatura:
Chyský J.: Vlhký vzduch, 2. vydání, SNTL 1977

Psychrometrický diagram podle Molliera

Následující diagramy vlhkého vzduchu jsou konstruovány za těchto předpokladů: základní systém souřadnic má úhel 135°. Modul pro měrou vlhkost byl zvolen 1 g/kg s.v. = 1 cm (graf na předchozí straně je zmenšený z formátu A4) a modul pro vynesení entalpií vychází z podmínky, aby nejvyšší izoterma (50 °C) byla kolmá k čarám x. Rozsah byl volen tak, aby odpovídal klimatickým podmínkám střední Evropy. Diagram je konstruován pro tlak vzduchu 100 kPa (odpovídá nadmořské výšce přibližně 110 m). Křivka nasycení pro jiné tlaky vzduchu má polohu dle rovnice $\varphi_1 \cdot p_2 / p_1 = 1$ kde p_1 je tlak, pro který je diagram konstruován (100 kPa), p_2 je nový tlak, φ_1 je křivka relativní vlhkosti při tlaku p_1 , která je současně křivkou nasycení pro tlak p_2 .

Izotermy jsou vynášeny podle rovnic pro entalpii:

$$h = 1,01 \cdot t + (2501 + 1,86 \cdot t) \cdot x \quad [\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$$

Dále je počítáno s těmito konstantami:

plynová konstanta pro suchý vzduch
 $R_a = 287,10 \text{ [J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$
 plynová konstanta pro vodní páru
 $R_v = 461,39 \text{ [J}/(\text{kg} \cdot \text{K})]$
 poměr plynových konstant
 $R_v/R_a = 0,6222 (-)$

$$x = 0,6222 \cdot p_v/p_a = 0,6222 \cdot \varphi p_s^*/(p - \varphi p_s^*) \quad [\text{kg}/\text{kg s.v.}]$$

Dle této rovnice se konstruují křivky relativní vlhkosti a křivka nasycení. Hustota vlhkého vzduchu je počítána dle rovnice:

$$\rho = \frac{p \cdot (x + 1)}{461,39 \cdot T \cdot (x + 0,6222)} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

Tlak sytých par [Pa] byl počítán podle vztahů:

$$p_s^* = \exp((1738,4 + 28,74 \cdot t)/(271 + t))$$

platí od -50 do 0 °C s max. chybou ± 2 ‰

$$p_s^* = \exp((1500,3 + 23,50 \cdot t)/(234 + t))$$

platí od 0 do 100 °C s max. chybou ± 3 ‰

Mezi směrovým měřítkem $\delta = dh/dx$ a faktorem citelného tepla ϑ platí přibližně vztah

$$\vartheta = 1 - 2501 \cdot 10^{-3} / \delta$$

Použitá označení:

h – entalpie vlhkého vzduchu [J/(1+x)kg]
 p – tlak [Pa]
 R – plynová konstanta [J/(kg·K)]
 t, T – teplota [°C, K]
 x – měrná vlhkost vzduchu [kg/kg s.v.]
 δ – směrové měřítko [J/kg]
 ϑ – faktor citelného tepla [-]
 ρ – hustota [kg/m³]
 φ – relativní vlhkost [-]
 c_p – měrná tepelná kapacita vzduchu [J/(kg·K)]

indexy označují:

a – vzduch w – vodu
 d – páru * – stav nasycení nebo sytosti

Fyzikální vlastnosti suchého vzduchu při tlaku 100 kPa

t [°C]	ρ [kg/m³]	$c_p \cdot 10^{-3}$ [J/(kg·K)]
-30	1,433	1,006
-20	1,376	1,006
-10	1,324	1,006
0	1,275	1,006
+10	1,230	1,006
+20	1,188	1,006
+30	1,149	1,006
+40	1,102	1,006
+50	1,078	1,006
+60	1,046	1,007
+70	1,015	1,008
+80	0,986	1,009
+90	0,959	1,010
+100	0,934	1,011
+120	0,886	1,013
+140	0,834	1,015
+160	0,804	1,018
+180	0,769	1,022
+200	0,736	1,026

$$\rho = 348,3 / (273,1 + t) \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

$$c_p = 1,006 + 1,727 \cdot 10^{-6} \cdot t + 4,091 \cdot 10^{-7} \cdot t^2 \quad [\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})] \pm 2 \text{ ‰}$$



HX diagram

velký HX diagram pro projektanty a specialisty TZB na www.elektrodesign.cz v poloze ke stažení