

DISTRIBUCE VZDUCHU PŘI NUCENÉM VĚTRÁNÍ

Úvod do aerodynamiky interiéru

Terminologie

Dosah proudu - je vzdálenost pomyslné roviny od čela vyústky, ve které rychlost proudění klesne pod určitou mezní hodnotu (*mezní rychlost*), zpravidla $0,5$ ($0,2$) $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Rychlost vzduchu v zóně pobytu

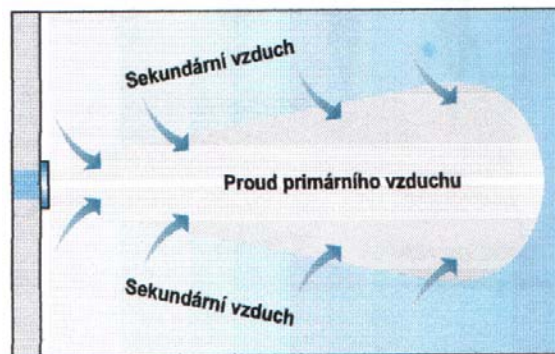
- obvykle se pohybuje okolo $1/2$ mezní rychlosti.
- rychlosti $< 0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ → nízká účinnost větrání,
- rychlosti $> 0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ → nebezpečí průvanu.

Primární proud

tvořen proudem přiváděného vzduchu a z části i vzduchem z místnosti, který je tímto proudem strháván.

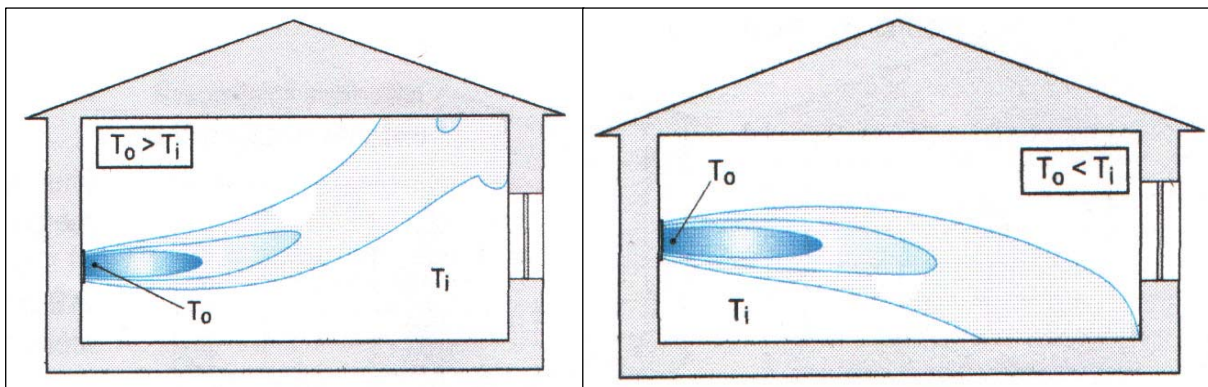
Sekundární proudy

druhotné proudění vzduchu v místnosti které jsou indukované proudy primárními.



Izotermní proud

jedná se o proud přiváděného vzduchu, který má stejnou teplotu, jako je teplota vzduchu v místnosti.



přirozená konvekce

- dáno účinkem vztlakových sil,
- vlivem sdílení tepla,
- přirozená konvekce v neomezeném prostoru - konvekci volné,
- ovlivňuje proudění vzduchu v místnosti při malých rychlostech proudění.

pracovní rozdíl teplot

rozdíl mezi teplotou přiváděného vzduchu a projektovanou teplotou vzduchu v místnosti

obraz proudění

vytváří představu o charakteru proudění vzduchu v místnosti - grafické zobrazení směru proudění vzduchu v místnosti.

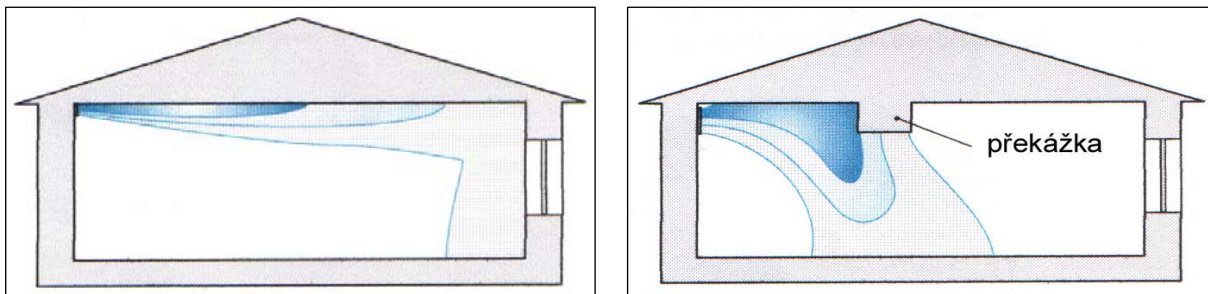
může být doplněné i o zobrazení vektorů rychlostí

coanda efekt (stropní, podstropní efekt)

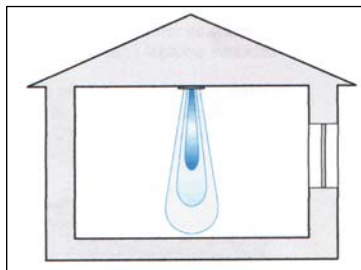
distribuční element nainstalován ve svislé stěně těsně pod stropem - při výstupu vzduchu dojde k jeho „přilepení“ ke stropu a značnému prodloužení dosahu proudu (až o 1/3)

- je důsledkem podtlaku mezi horní částí proudu vzduchu a stropem, který vzniká vlivem rozdílné indukce sekundárního vzduchu od primárního proudu v jeho spodní a horní části. (nemusí vznikat pouze u stropu, ale i např. v rohu svislých stěn)

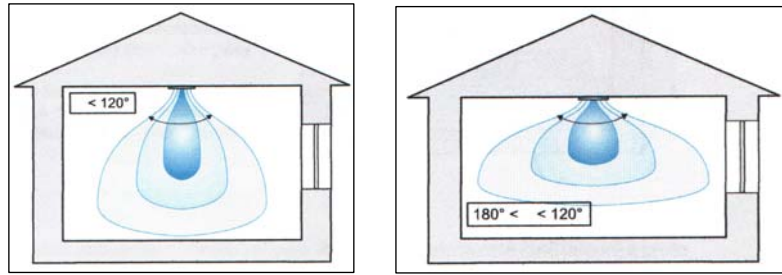
- vliv na vznik coanda efektu má vzdálenost distribučních elementů od stropu, jejich tvar a nasměrování, dále pak hladkost povrchu a umístění např. svítidel a pod.

**kompaktní proud**

- hladký, dlouhý proud s co nejmenším počtem okrajových turbulencí a s minimální indukci vzduchu.
- dýzy - Kompaktní proud vzduchu lze využít pro přívod vzduchu na větší vzdálenost.
- ideální u velkých prostor - tovární a letištní haly, sportovní haly, obchodní centra, tělocvičny, plavecké bazény, sklady apod.

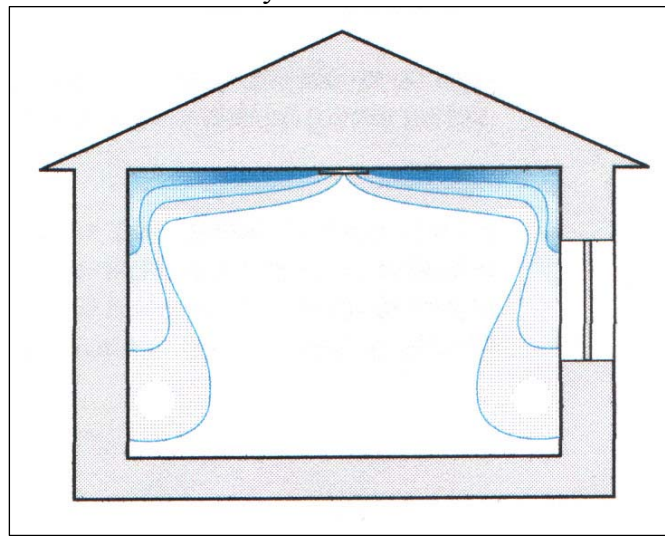
**kuželový proud**

- větší prostory - úhel proudu výstupního vzduchu do 120° a větším dosahem proudu např.
- anemostaty a dralové vyústě
- letištní haly, obchodní centra, skladovací prostory apod.
- nižší prostory - elementy s úhlem proudu výstupního vzduchu v rozmezí 120 až 180° s menším dosahem proudu.
- nastavitelné vířivé vyústě - běžné obchodní a administrativní prostory.



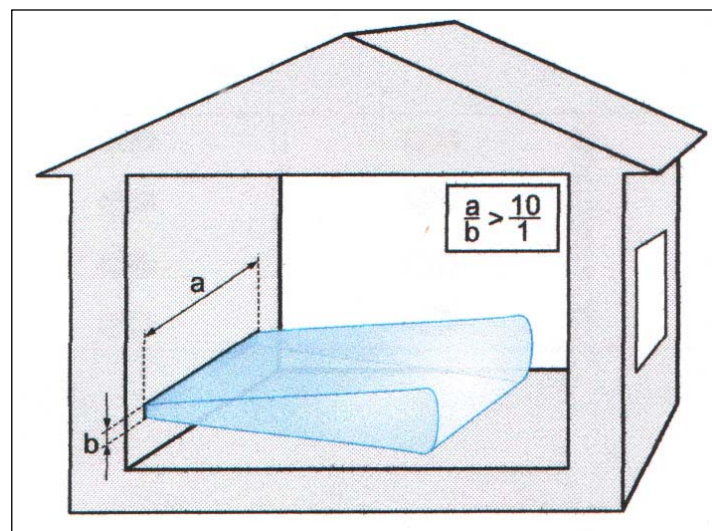
radiální proud

- proud s úhlem proudu výstupního vzduchu cca 180°
- čistě podstropní proud
- přívod chladného vzduchu, teplovzdušné vytápění,
- vířivé vyústě, jednoúčelově tvarované deskové (panelové) difuzory.
- vhodné u budov s nižší světlou výškou cca do 4 m.



plochý proud

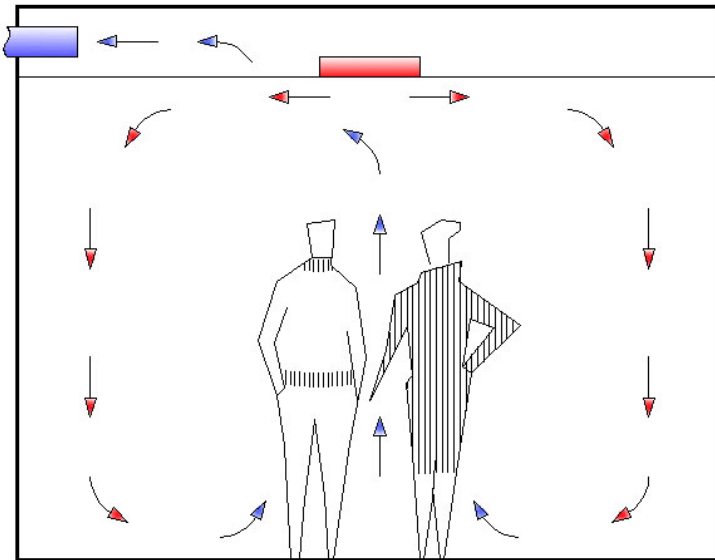
- vzniká u čtyřhranných distribučních elementů - delší strana minimálně desetinásobkem délky strany kratší
- kompaktní lineární vyústě, vzduchotechnické vyústky a mřížky nebo dlouhé distribuční pásy z nich sestavené.



Způsoby distribuce vzduchu

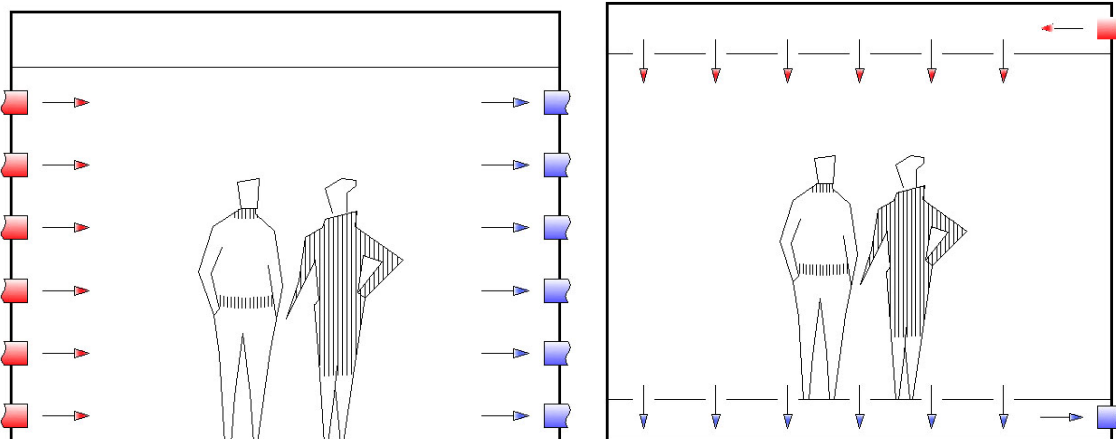
Směšování

- míšení vnitřního vzduchu s proudy přiváděného vzduchu (vytváří se turbulentní proudění),
- rychlost přívodního proudu vzduchu $2-6 \text{ m.s}^{-1}$
- teplotní rozdíl vzhledem k teplotě vzduchu v interiéru $4-8 \text{ K}$
- nejčastější způsob distribuce vzduchu,
- obdélníkové vyústky, anemostaty, vířivé anemostaty, dýzy, štěrby
- čerstvý vzduch se velice rychle znečišťuje s okolním vzduchem, nelze přivádět čistý vzduch do konkrétního místa
- nevhodné pro velké prostory – vždy nutno větrat celý objem místnosti (velké objemy vzduchu, cena zařízení, vysoké nároky na energie)



Vytěšňování

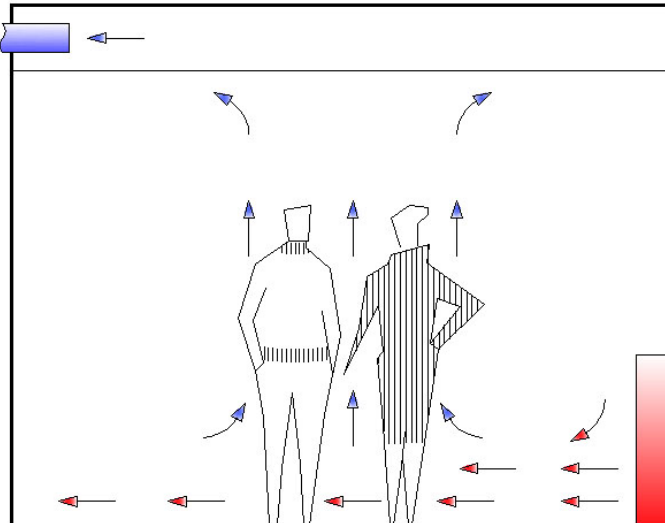
- přiváděný vzduch vytlačuje „pístovým“ způsobem znečištěný vzduch z místnosti.
- vytváří se laminární proudění v čistých prostorách, kdy je přívod realizován celou plochou stropu, nebo některou ze stěn místnosti.
- odvod vzduchu je pak uskutečňován podlahou resp. protilehlou stěnou.



Zaplavování

- vzduch se do pracovní oblasti přivádí malou rychlostí (do $0,5 \text{ m.s}^{-1}$),
- prakticky nevzniká cirkulace vzduchu v místnosti,

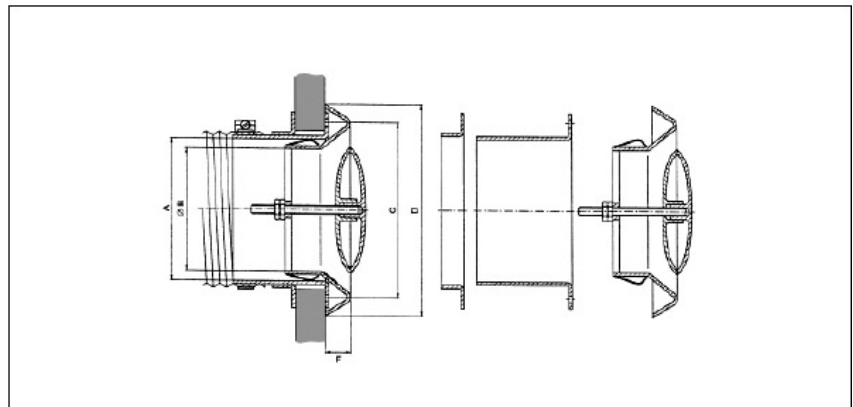
- vzduch se v prostoru pohybuje vlivem tepelné konvekce vznikající kolem zdrojů tepla (osoby, el. vybavení, technologie),
- zpravidla velkoplošnou vyústí umístěnou u podlahy,
- Ohřátý vzduch stoupá vzhůru ke stropu, kde se většinou i odsává.
- použití jen pro chlazení, neboť přiváděný vzduch musí být teplotně stabilizován u podlahy (držen u podlahy vztakovými silami).
- přiváděný vzduch je zpravidla o 1 až 3 K chladnější, než vzduch nad pracovní zónou a ohřívá se od zdroje tepla v pracovní oblasti.
- distribuce vzduchu - velkoplošné vyústky



Koncové prvky vzduchovodů

Talířový ventil

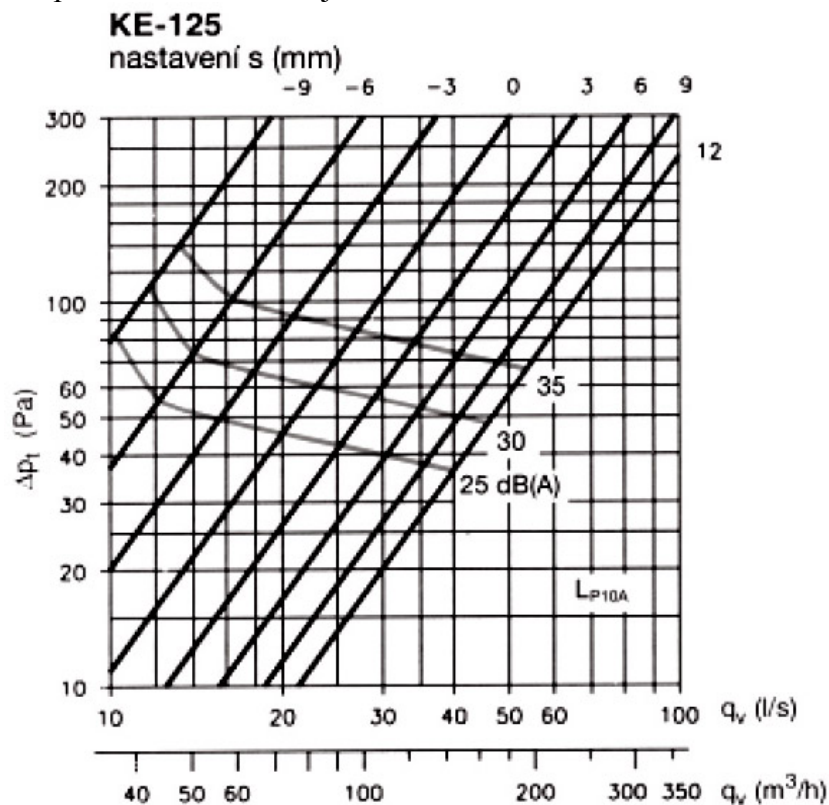
Talířové ventily jsou velmi jednoduchým distribučním prvkem použitelným pro odvod i přívod vzduchu. Avšak jejich nejčastější využití nalezneme v malých systémech bytového větrání a odvodu vzduchu z hygienických místností. Obvykle je lze navrhnout na objemové průtoky vzduchu do 250 m³/h.



Příklad návrhového grafu pro talířový ventil:

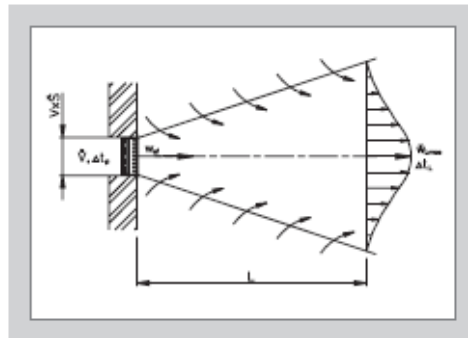
- svislá osa – tlaková ztráta
- vodorovná osa – objemový průtok vzduchu přes ventil
- šikmé tlusté čáry – otevření ventilu, poloha vnitřní kuželky k rámu
- slabé šikmé lomené čáry – hladina akustického tlaku hluku

Návrh doporučuji podle požadovaného objemového průtoku vzduchu přes jeden ventil. Zvolíte jedno z otevření ventilu, ale nedoporučuji překročit hladinu akustického tlaku hluku vytvářeného proudícím vzduchem přes 30 dB. Zároveň je možné odečíst tlakovou ztrátu.



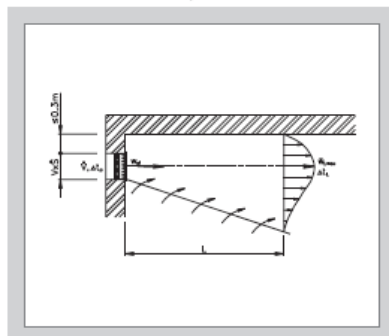
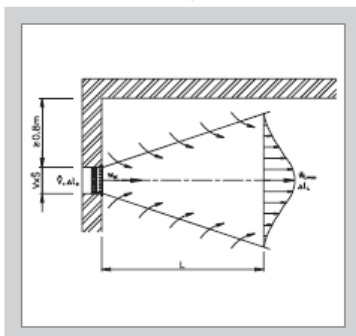
Čtyřhranné vyústky:

Čtyřhranné vyústky jsou univerzální distribuční prvek použitelný pro přívod i odvod vzduchu. Používají se výhradně pro směšovací větrání. Dělí se podle tvaru, uspořádání a počtu řad lamel vyplňujících průtočnou plochu vyústky. Čtyřhranné vyústky jsou nejuniverzálnějším a nejběžnějším distribučním prvkem pro většinu aplikací v komfortním i průmyslovém větrání. V podstatě je možné je navrhnout na objemové průtoky od 100 do 1000 m³/h, při extrémních rozměrech i více.



Proudění bez vlivu stropu

Proudění s vlivem stropu



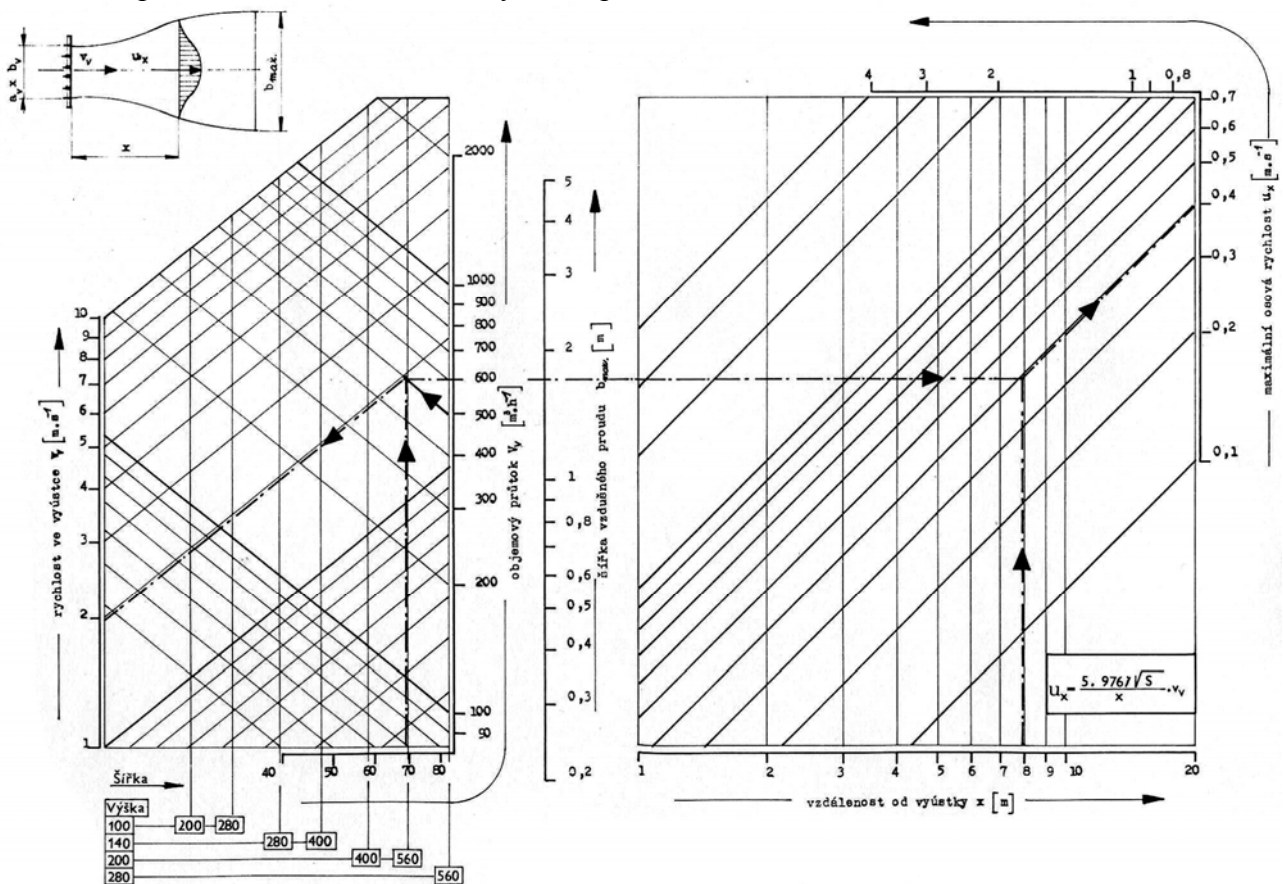
Příklad návrhového grafu čtyřhranné jednoduché vyústky

Levá část grafu: - návrh rozměrů

- levá svislá osa – rychlost proudu vzduchu ve vyústce
- pravá svislá osa – zároveň i vodorovná osa (doprava skloněné šikmé čáry) – objemový průtok vzduchu
- vodorovná osa – rozměry vyústky, šířka a výška
- šikmé tlusté čáry – otevření ventilu, poloha vnitřní kuželky k rámu
- slabé šikmé lomené čáry – hladina akustického tlaku hluku
- střední osa mezi grafy – šířka proudu

Pravá část grafu: – dosah proudu vzduchu

- vodorovná osa – vzdálenost od vyústky ve které proud vzduchu dosáhne koncové rychlosti
- pravá svislá osa – koncová rychlost proudu vzduchu



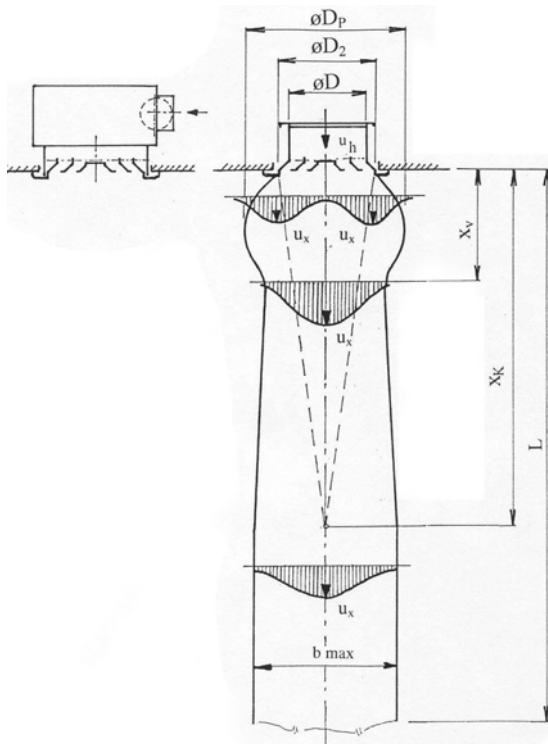
Návrh začněte volbou rozměrů vyústky, kombinací šířky a výšky. Pro požadovaný objemový průtok vzduchu najdete průsečík s rozměrem vyústky a na levé ose najdete rychlost vzduchu. Z průsečíku přejdete na pravou stranu grafu, kde protnete šikmou čáru zvolené koncové rychlosti proudu vzduchu. Koncovou rychlost volte 0,4 až 0,5 m/s.

Anemostat:

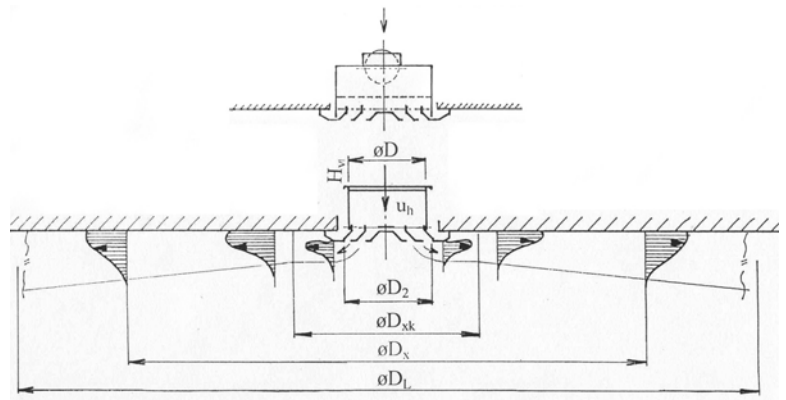
Anemostaty jsou koncový vzduchotechnický element pro distribuci vzduchu. Používají se v místnostech s výškou cca 2,6 - 5m a jsou vhodné pro přívod i odvod vzduchu. Anemostaty mají čelní výtokové plochy z pevných profilových lamel vodorovně uspořádaných a dělí se na základní typy podle tvaru proudu vzduchu na radiální s proudem vzduchu kolmém na osu anemostatu a axiální s proudem vzduchu směřovaným v ose anemostatu.

Jsou vhodné pro osazení do integrovaných stropů a podhledů, mohou se umístit i volně pod stropem. Požadovaný objemový průtok se nastaví regulačním zařízením, které může být předřazeno před výtokový tvar.

Anemostaty jsou distribuční prvky používané převážně v komfortních systémech a navrhují se na vyšší průtoky než předchozí typy. Obvykle se navrhují na průtoky od 400 do 3000 m³/h.



axiální anemostat



radiální anemostat

Příklad návrhového grafu axiálního anemostatu

Horní graf – definice typu anemostatu

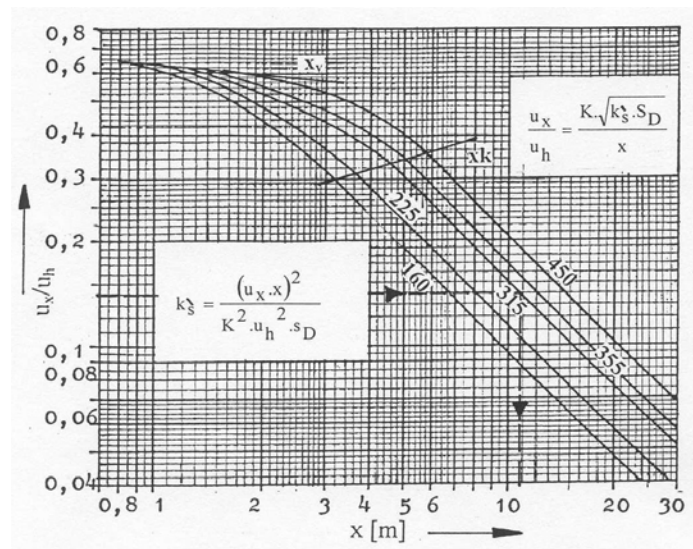
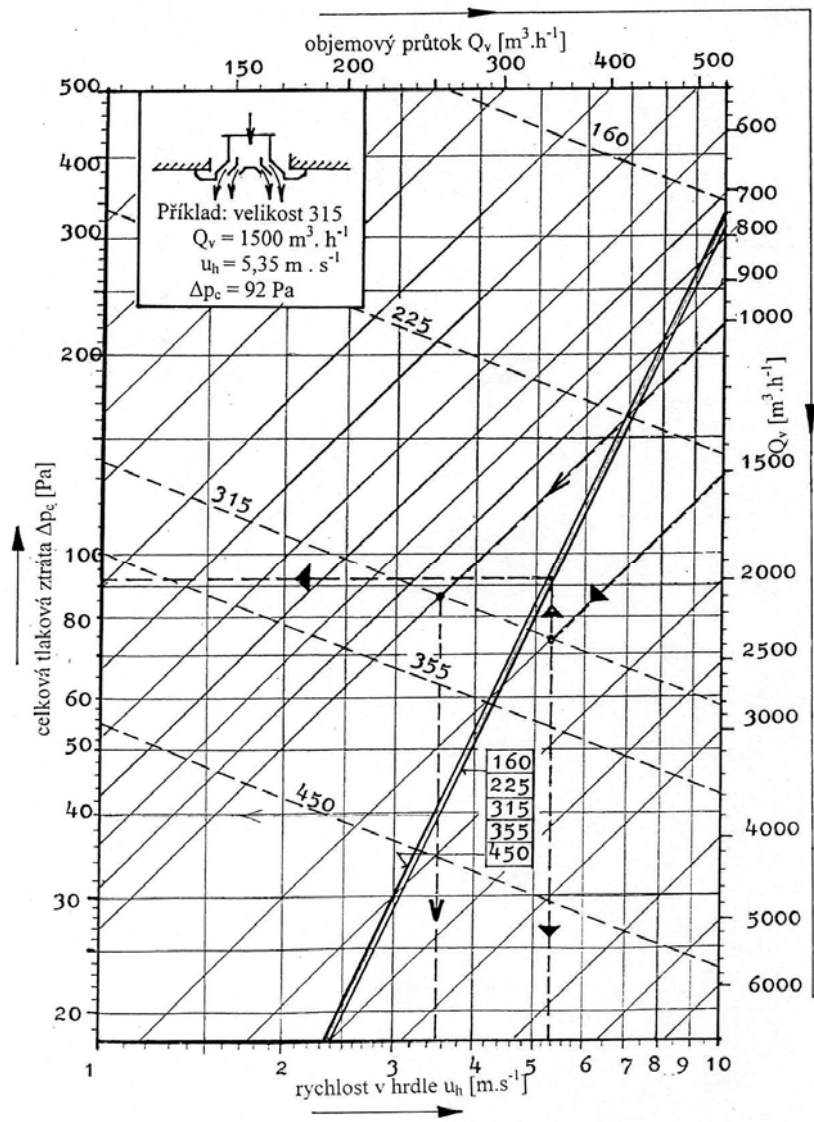
- Vodorovná osa – rychlost proudu vzduchu v hrdle anemostatu – úst'ová rychlost
- Svislá a horní vodorovná osa – objemový průtok vzduchu
- šikmá čárkovaná čára – velikost anemostatu
- Svislá levá osa – tlaková ztráta

Dolní graf – dosah proudu

- Horizontální osa – dosah proudu vzduchu
- Svislá osa – poměr požadované koncové rychlosti u_x a rychlosti v hrdle anemostatu u_h .

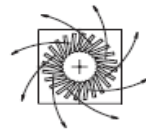
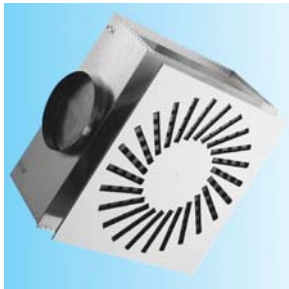
Pro návrh se použije nejdříve první graf, ve kterém určíme rozměrovou řadu a rychlost v hrdle. Z průřezu čáry objemového průtoku a čáry typu anemostatu zjistíme po svislici na spodní vodorovné ose rychlost v hrdle.

Ve spodním grafu hledáme na svislé ose poměr požadované koncové rychlosti (cca 0,5 m/s) a rychlosti v hrdle, kterou protne s křivkou příslušného typu anemostatu. Na vodorovné ose naleznete dosah proudu v metrech.

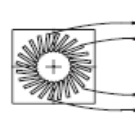


Vyústě se vířivým výtokem vzduchu:

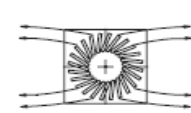
Ručně přestavitelné vyústí s lopatkami pro odklon proudů vzduchu jsou koncový vzduchotechnický element pro distribuci vzduchu umožňující optimální usměrnění výtokového proudění vzhledem k potřebám klimatizovaných nebo větraných prostorů. Vířivým výstupem vzduchu je zajištěno jeho intenzivní promíchání se stávajícím vzduchem, čímž je dosaženo podstatného snížení rychlosti a teploty vzduchu. Jsou vyhovující do cca 30-ti násobné výměny vzduchu a výšky místností od cca 2,6 do 4,0 m.



Všechny lamely nastaveny na vnější šroubovici



Lamely nastaveny vždy z poloviny na vnitřní resp. vnější šroubovici

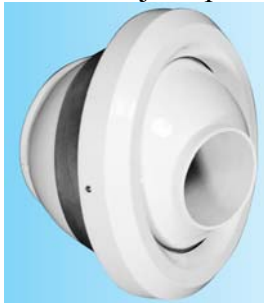


Lamely protilehlého kvadrantu nastaveny na vnitřní resp. vnější šroubovici

Trysky:

Trysky, jako koncový vzduchotechnický element, jsou určeny pro distribuci přívodního vzduchu na velké vzdálenosti s vysokou rychlostí proudění vzduchy (sportovní haly, koncertní sály atd.). Při větrání tryskami se překonávají poměrně velké vzdálenosti mezi vyústkami a pobytem lidí.

V důsledku vyšší turbulence a tím i rychlejšího vyrovnání teplot lze pracovat s menšími objemovými průtoky vzduchu při vyšších teplotních rozdílech než při běžném větrání. Výhodou je velký dosah proudů a nízká hlučnost i při vysokých výtokových rychlostech. Trysky je možné navrhnout jako pevné s definovaným směrem výtoku, nebo s automatickou regulací směru výtoku.



Zásady návrhu distribučních prvků

- spočítáte celkové množství přiváděného vzduchu pro daný prostor
- zvolíte si předpokládaný typ distribučního prvku
- podle typických rozsahů objemových průtoků zjistíte počet kusů
- rozvrhnete si rozmístění distribučních prvků v prostoru
- upravíte počet a případně typ prvku v případě velkého počtu nebo velkého průtoku prvkem
- navrhnete velikost podle příslušného grafu
- měřítkem návrhu by měla být rychlost proudění vzduchu v prostoru pohybu osob. Volte rychlost do 0,5 m/s a podle vzdálenosti distribučního prvku od zóny navrhnete prvek tak aby koncová rychlost nastala na hranici zóny pobytu lidí.
- Vertikální orientace:
 - o Distribuční prvky v podhledu (stropu) – dosah proudění musí být takový, aby koncová rychlost nastala cca 1,8 až 2,0 m nad podlahou.

- Horizontální orientace:
 - o Distribuční prvky ve stěně, svisle orientované – dosah proudu v 0,8 délky místnosti ve směru proudu vzduchu.

Minimální vzdálenosti distribučních prvků:

