Siemens, s.r.o.
Smart Infrastructure
Building Products
Siemensova 1
155 00 Praha 13

Komplexní portfolio produktů Siemens z oblasti měření a regulace s řadou HVAC systémů a produktů pro veškeré oblasti použití a technické aplikace.

Kontaktujte nás na: bp.cz@siemens.com

siemens.cz/cidla

siemens.cz/hvac

Příručka pro instalaci čidel

siemens.cz/hvac

SIEMENS

Předmluva k 3. vydání

Optimální kvality řízení lze dosáhnout pouze tam, kde je možné přesné měření.

To byl hlavní důvod pro první vydání této příručky pro instalaci čidel. Tato zásada platí dodnes a otázky týkající se přístrojové techniky, řízení a instalace čidel jsou aktuálnější než kdy jindy. Právní předpisy stále více vyžadují ekonomické využití energie. Současně existují přísné požadavky na vnitřní prostředí. Pokud chceme co nejlépe vyhovět oběma požadavkům, musíme mít k dispozici všechna potřebná měřená data a čidla, která fungují spolehlivě po mnoho let.

K dosažení tohoto cíle potřebujeme nejen profesionální a kvalitní výrobky, ale také dodržování některých základních pravidel. Tato příručka k instalaci čidel byla vytvořena odborníky a v průběhu let se stala populárním a nepostradatelným průvodcem pro praktické využití.

V reakci na značnou poptávku a pozitivní ohlasy se společnost Siemens rozhodla vydat příručku beze změn. Byla vydána se souhlasem suissetec (dříve CLIMA-SUISSE).

Siemens
Building Technologies Group
International Headquarters

Christoph Bleiker
Head of Components Subdivision

Andreas Soland
Head of Product Segment Sensors

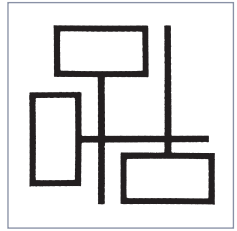
Obecné poznámky pro všechna čidla

Vždy dodržujte místní předpisy a normy pro instalaci a bezpečnost.

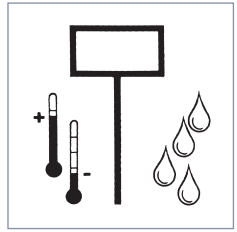
Vždy dodržujte místní předpisy a normy pro instalaci a bezpečnost.

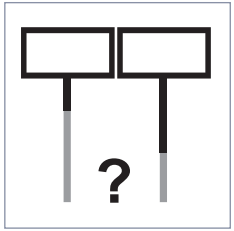
Neinstalujte čidla tak, aby vyčnívala v jakémkoli směru.
Chraňte je před poškozením a vandalismem a předcházejte možnosti poranění.

Vezměte v úvahu vliv orientace na funkci čidla.

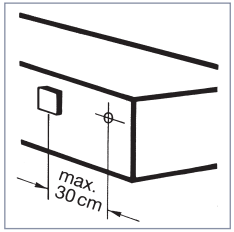


Před montáží vždy zvažte následující:
- Min./max. teplotu okolí
- Okolní vlhkost a tekoucí/stříkající vodu
- Otřesy
- Ochranu proti výbuchu
- Vnější vlivy

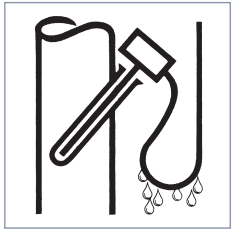




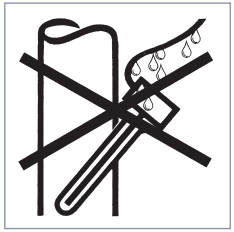
Zohledněte aktivní a neaktivní části čidla.



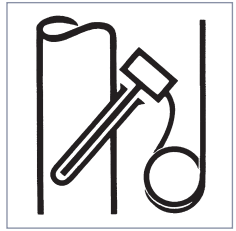
U každého čidla musí být umístěn uzavíratelný otvor pro kontrolní měření.



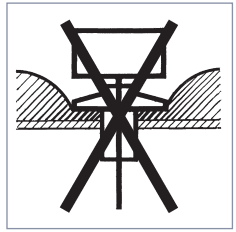
Kabel by měl být nainstalován s „odkapávací smyčkou“, aby se zabránilo vniknutí vody do krytu čidla.



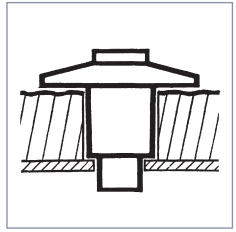
Vždy zajistěte dostatečnou délku připojovacího kabelu, aby bylo možné čidlo kdykoli vyjmout bez odpojení kabelu.



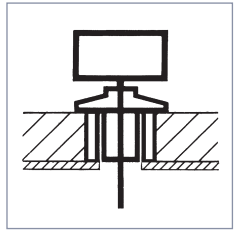
Při instalaci čidla nestlačujte vnější izolaci kanálu nebo potrubí.

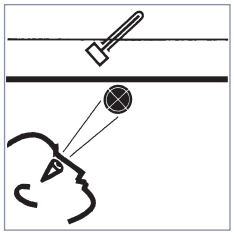


Abyste zabránili stlačení izolace, použijte montážní přírubu s odstupňovanými průměry.

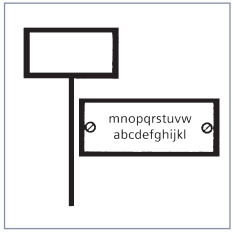


Pokud dodaná montážní příruba nemá odpovídající průměry, použijte distanční pouzdro, aby nedošlo ke stlačení izolace.



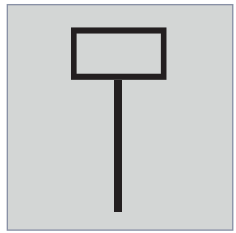


Pokud mají být čidla skrytá (např. ve dvojitých stropech, šachtách atd.), označte viditelně jejich umístění a zaznamenejte je do dokumentace.

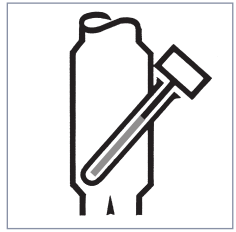


V bezprostřední blízkosti čidla umístěte štítek s popisem. Musí obsahovat popis funkce čidla a číslo, které se objeví v dokumentaci k zařízení. Neumísťujte štítek přímo na čidlo. Při případné výměně čidla by došlo k jeho poškození.

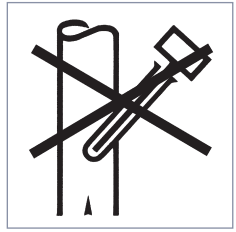
Teplota Ponorná čidla - Voda

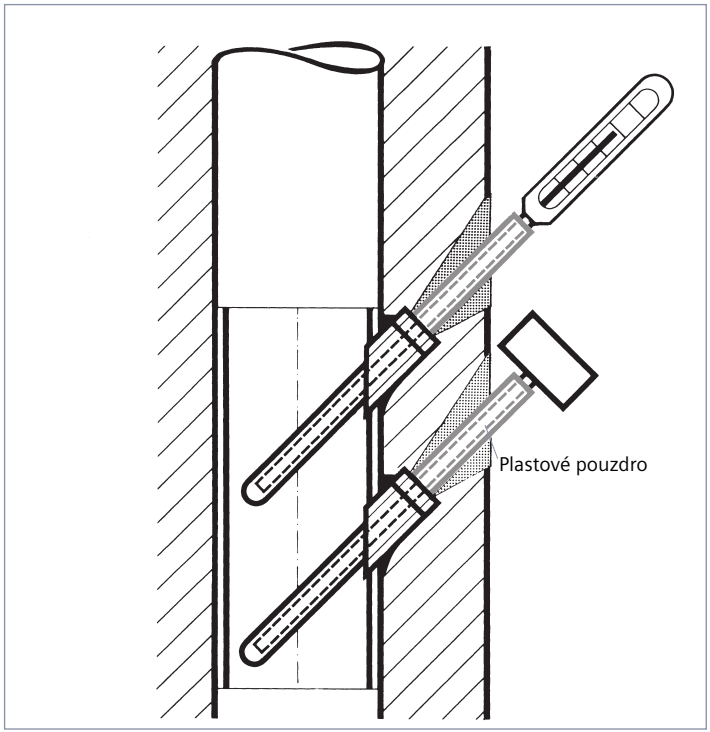


Zajistěte, aby byla celá délka čidla ponořena do měřené látky.

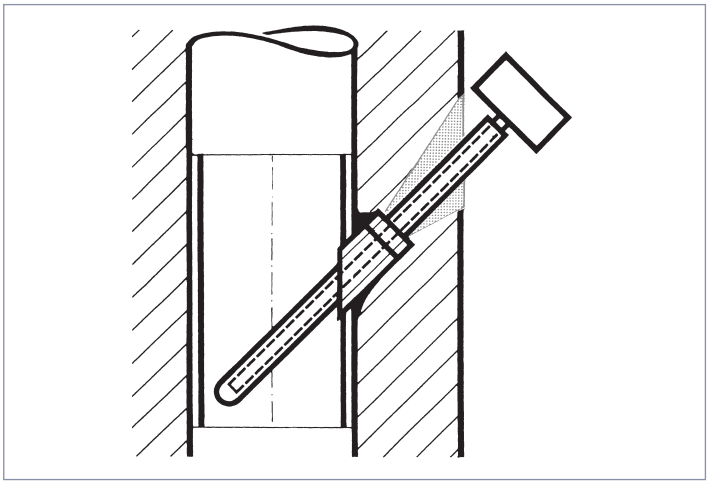


Příklad nesprávné instalace.

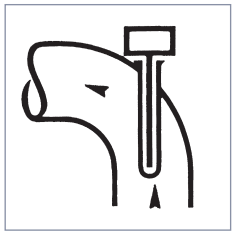




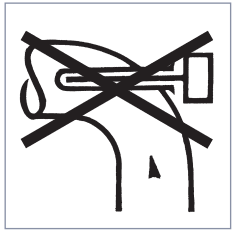
Potrubí s chladnou vodou a chladicí zařízení
Aby se zabránilo pronikání kondenzace do izolace potrubí, je třeba prodlužit ochrannou jímku uvnitř izolace pomocí plastového pouzdra.



Potrubí s chladnou vodou a chladicí zařízení
Otvor v izolaci musí být utěsněn, aby se zabránilo vniknutí vlhkosti do izolace (těsnění odolné vůči vodě).



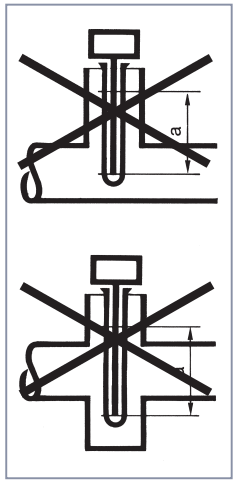
Čidla montujte proti směru proudění.



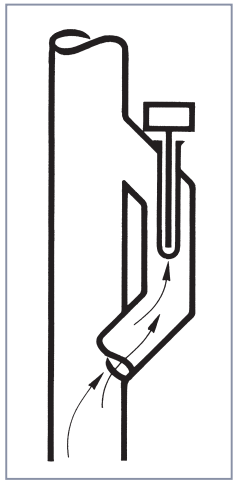
Příklad nesprávné instalace.

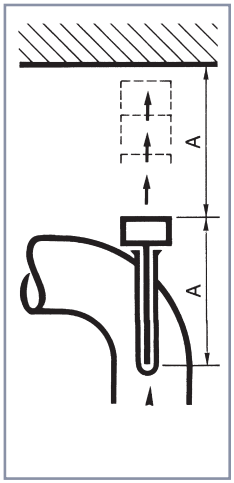
Čidla montujte ve správném úhlu.

Pokud je délka měřicí sondy čidla (a) delší než průměr potrubí, nainstalujte čidlo šikmo nebo v obtokové trubce nebo ohybu.

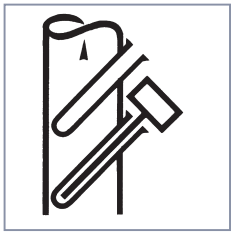


Vstup do obtokového potrubí by měl vyčnívat do hlavního potrubí.

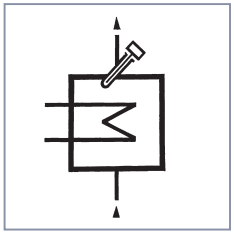




Dodržujte dostatečnou vzdálenost (A) mezi čidlem a případnou překážkou, aby byl prostor pro vyjmutí čidla z ochranné jímky.

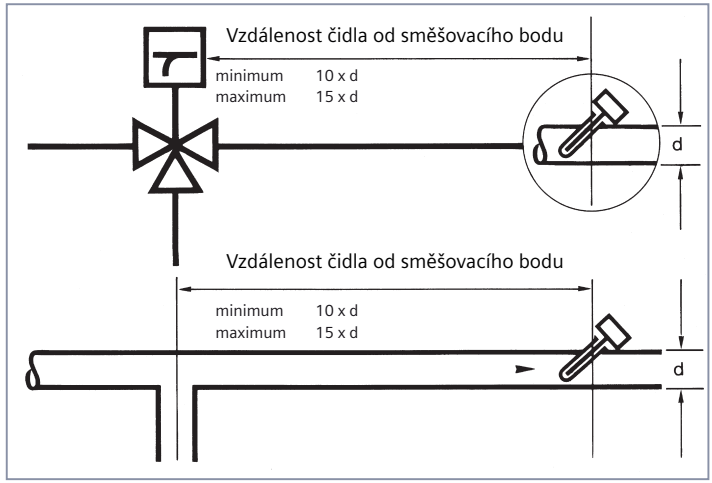


Pro každý měřicí bod musí být umístěna v blízkosti čidla další ochranná jímka pro případné kontrolní měření.



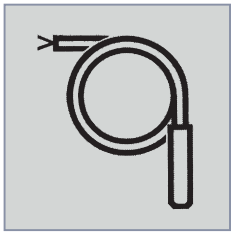
Čidlo výstupní teploty z výměníku montujte přímo na výstup výměníku.

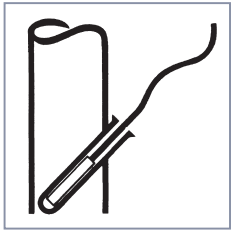
Čidla namontovaná bez ochranných jímek nebo s perforovanými ochrannými jímkami musí být patřičně označena.



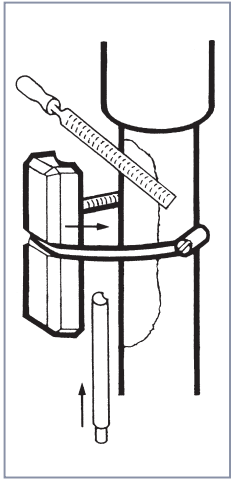
Při směšování vody o různých teplotách udržujte vždy dostatečnou vzdálenost mezi směšovacím bodem a čidlem (aby došlo k dostatečnému promíchání).

Teplota Kabelová čidla - Voda



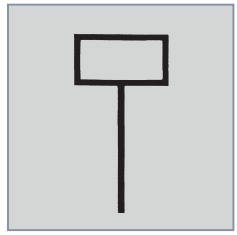


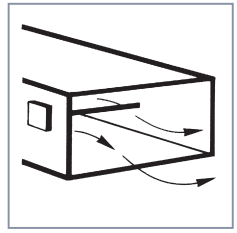
Senzor není ovlivněn orientací čidla, ale musí být zcela ponořen do měřené látky (vzduch nebo voda).



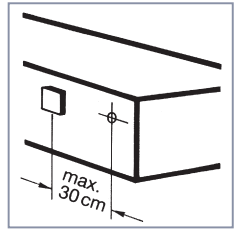
Kontaktní plochu očistěte pilníkem, aby povrch trubky byl hladký a čistý a prostor mezi čidlem a trubkou vyplňte tepelně vodivou pastou pro zlepšení tepelné vodivosti.

Teplota Kanálová čidla

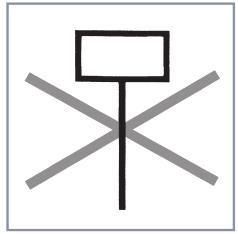




Zajistěte, aby byla měřicí sonda čidla po celé délce obtékána proudem vzduchu.

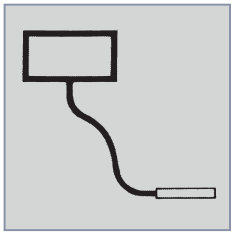


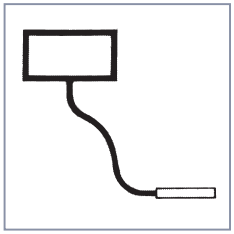
U každého čidla musí být umístěn otvor pro kontrolní měření.



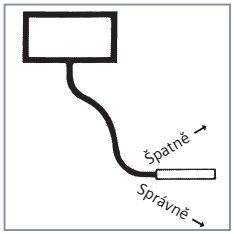
Nepoužívejte stonková čidla v oblastech, kde může dojít k tvoření tepelných vrstev (např. za směšovacími klapkami, topnými registry, chladicími registry nebo rekuperátory). Je třeba použít čidla, která měří průměrnou teplotu.

Teplota Kapilárová čidla s měřicí sondou



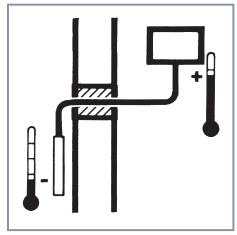


Instalujte tak, aby hlava čidla byla výše než měřicí sonda.

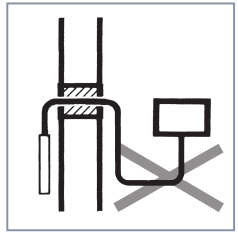


Měřicí sonda čidla by měla směřovat dolů.

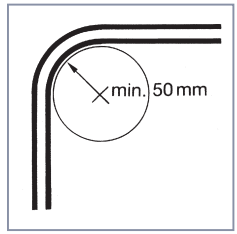
Teplota okolo hlavy čidla musí být vždy vyšší než teplota, které je vystavena měřicí sonda čidla.



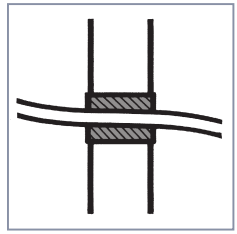
Měřicí sonda musí vždy směřovat dolů.
Kapilára nesmí být vytvarována do U.

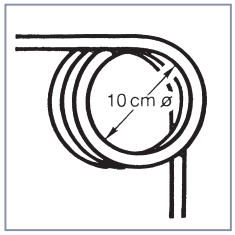


Kapiláru neohýbejte příliš ostře (poloměr ohybu nesmí být menší než 50 mm).

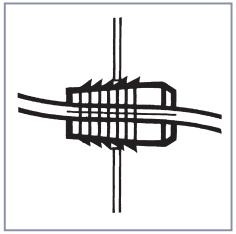


Při prostupu kapiláry vnitřními nebo vnějšími stěnami použijte vždy průchodku a izolaci.



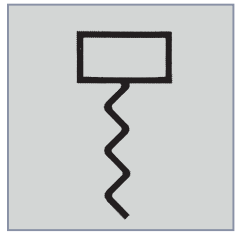


Nepoužitou délku kapiláry úhledně stočte.

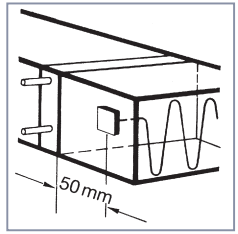


Pokud kapilára prochází plechovou stěnou kanálu, chraňte ji gumovou průchodkou (abyste zabránili jejímu poškození).

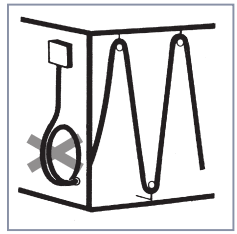
Teplota Čidla průměrné teploty



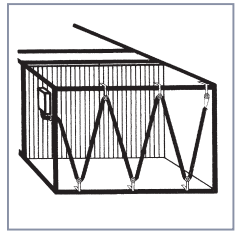
Mezi tepelným výměníkem a čidlem ponechte vzdálenost nejméně 50 mm.

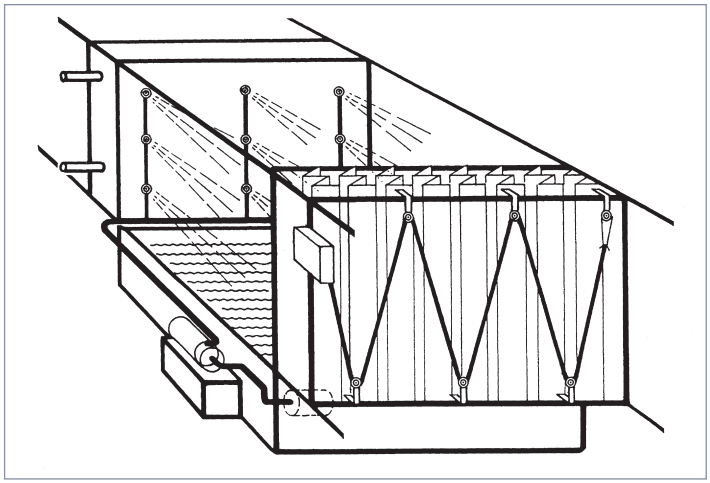


Celá délka sondy čidla musí být nainstalována uvnitř vzduchového kanálu.



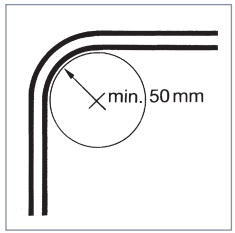
Aktivní délka kapiláry musí být rovnoměrně rozložena po celém průřezu kanálu.



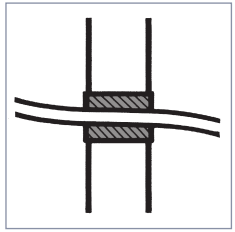


Pokud používáte vodní zvlhčovače, instalujte měřicí kapiláru za odlučovačem kapek ve směru proudění vzduchu.

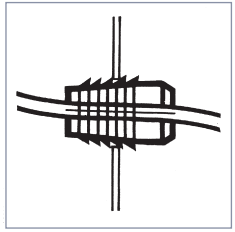
Kapiláru neohýbejte příliš ostře (poloměr ohybu nesmí být menší než 50 mm).



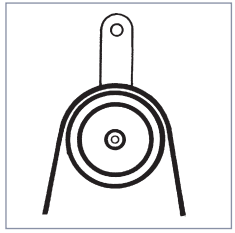
Při prostupu kapiláry vnitřními nebo vnějšími stěnami použijte vždy průchodku a izolaci.



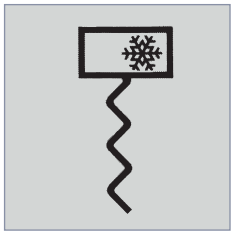
Pokud kapilára prochází plechovou stěnou kanálu, chraňte ji gumovou průchodkou (abyste zabránili jejímu poškození).

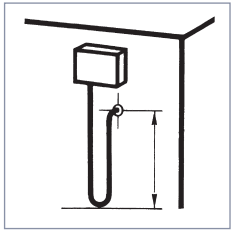


Při montáži používejte držáky kapiláry.

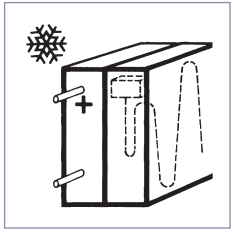


Teplota Protimrazové ochrany - Vzduch

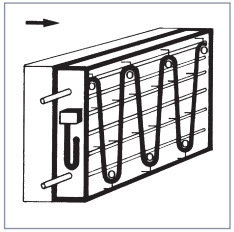




Pro otestování funkcí čidla, ponechte mimo VZT jednotku smyčku kapiláry přibližně 20 cm.

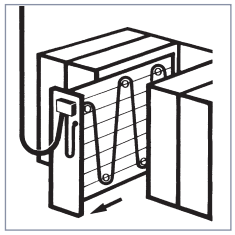


Pokud je přívodní VZT potrubí venku nebo v nevyhřívaném prostoru, musí být jak tělo termostatu, tak i zkušební smyčka umístěny uvnitř potrubí a za výměníkem tepla.

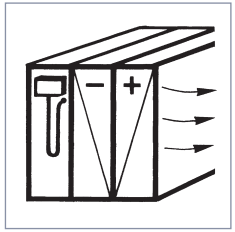


Namontujte kapiláru ve směru proudění vzduchu za první vodní topný registr vystavený mrazu. Kapilára musí být instalována šikmo k trubkám tepelného výměníku.

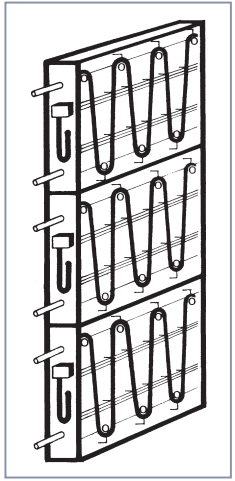
Při montáži výsuvných registrů musí být přívodní kabely dostatečně dlouhé, aby bylo možné segment zcela vysunout.



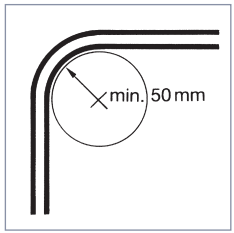
Pokud je před prvním topným výměníkem instalován chladicí registr naplněný vodou, musí být termostat na ochranu proti zamrznutí instalován před chladicím registrem ve směru proudění vzduchu.



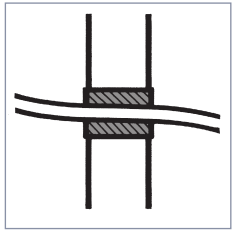
U velkých topných výměníků nebo u topných výměníků sestávajících z několika segmentů musí být nainstalováno více protimrazových termostatů (minimálně 1 na segment).



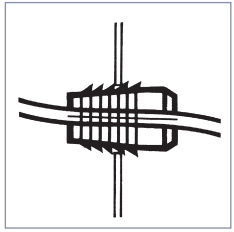
Teplota - Protimrazové ochrany



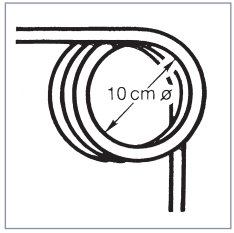
Kapiláru neohýbejte příliš ostře (poloměr ohybu nesmí být menší než 50 mm).



Při prostupu kapiláry vnitřními nebo vnějšími stěnami použijte vždy průchodku a izolaci.

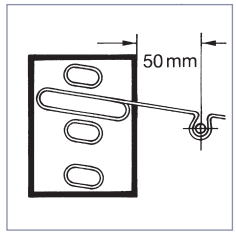


Pokud kapilára prochází plechovou stěnou kanálu, chraňte ji gumovou průchodkou (abyste zabránili jejímu poškození).

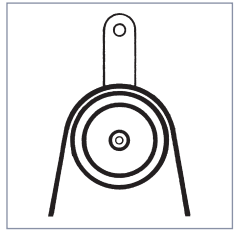


Nepoužitou délku kapiláry úhledně stočte.

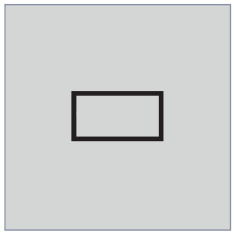
Pro udržení vzdálenosti kapiláry od výměníku 50 mm použijte distanční úchytky.

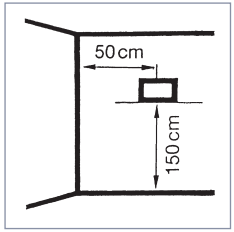


Při montáži používejte držáky kapiláry.

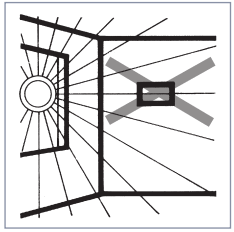


Teplota Prostorová čidla

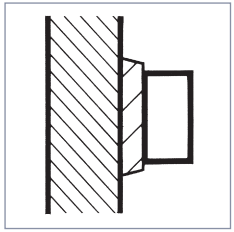




Čidla montujte 1,5 m nad podlahou a nejméně 50 cm od vedlejší stěny.

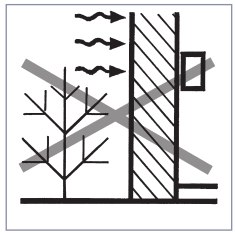


Nemontujte do míst, kde by čidlo bylo vystaveno přímému slunečnímu záření.

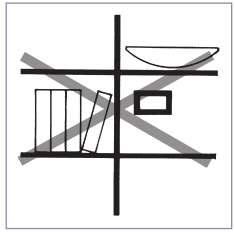


Při montáži na masivní stěny (ocel, beton, kámen, atd.) použijte tepelně izolační podložku.

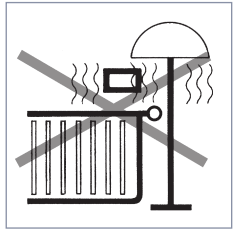
Nemontujte na venkovní stěny.



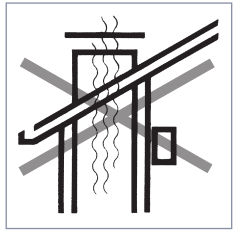
Vyhýbejte se výklenkům a koutům (např. police).



Neumísťujte do blízkosti osvětlení nebo nad radiátory.

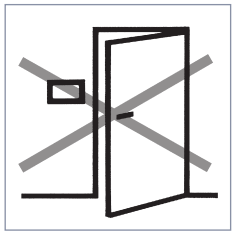


Vyhněte se stěnám, kterými prochází komíny.

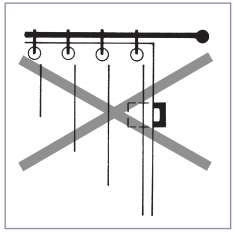


Teplota - Prostorová čidla

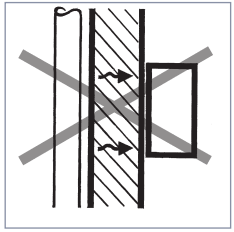
Teplota Venkovní čidla



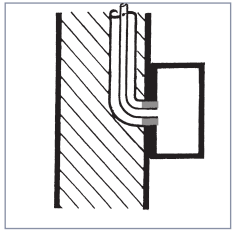
Neinstalujte přímo u dveří.



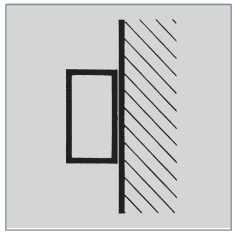
Nedávejte za závěsy nebo záclony.



Nemontujte na stěny ukrývající trubky s horkou vodou.

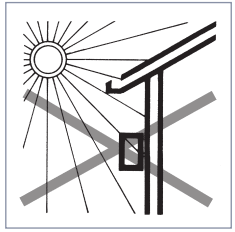


Utěsněte mezeru mezi kabelem a chráničkou. Jinak bude měření zkresleno nesprávným prouděním vzduchu.



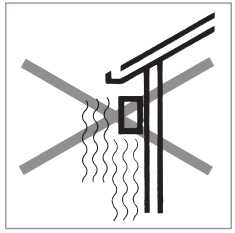
Návrh systému určuje fasády (S, V, J, Z), na kterých má být čidlo umístěno.

Nevystavujte přímému slunečnímu záření.

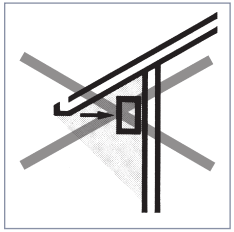


Neinstalujte na fasády výrazně ovlivněné stoupajícím teplem.

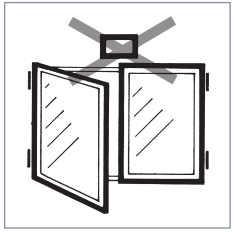
Neinstalujte na fasády zahřívané slunečním zářením.



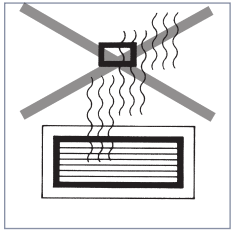
Vyhněte se stěnám, kterými prochází komíny.



Neinstalujte pod okapy.

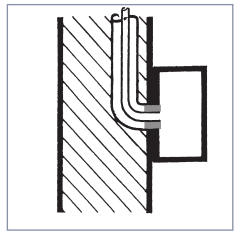


Nemontujte nad okna.

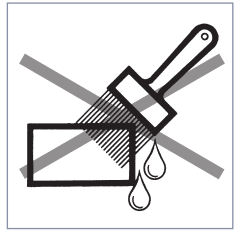


Neinstalujte nad vyústění VZT kanálů.

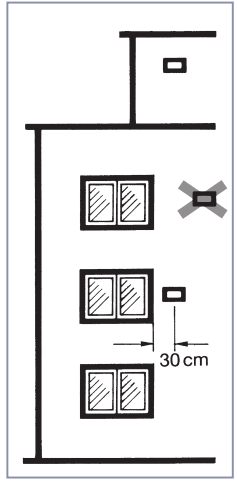
Utěsněte mezeru mezi kabelem a chráničkou. Jinak bude měření zkresleno nesprávným prouděním vzduchu.



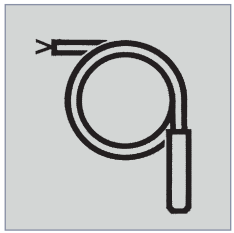
Čidlo nepřetírejte barvou.

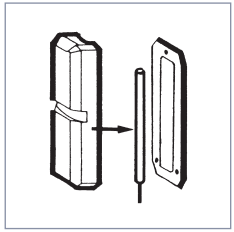


Zajistěte přístupnost (pro kontrolu/servis).



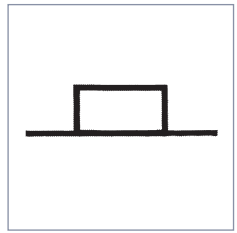
Teplota Venkovní čidla - Kabelová čidla





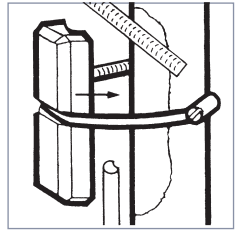
Pro kabelová čidla venkovní teploty platí stejná pravidla jako pro ostatní venkovní čidla.
Připojovací kabel přivádějte do čidla zespodu (aby bylo čidlo chráněno před stékající vodou).

Teplota Příložná čidla

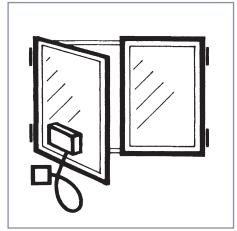


Povrch musí být čistý a hladký (odstraňte nátěr).
Čidlo musí být namontováno pevně na povrch potrubí. Použijte tepelně vodivou pastu.

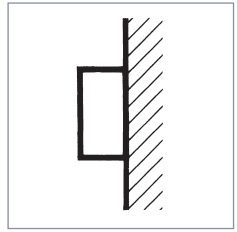
Důležité:
Vyvarujte se působení vnějších zdrojů tepla.

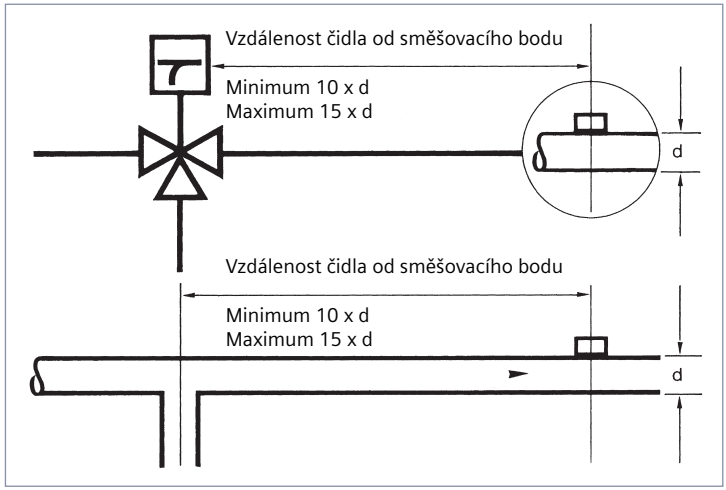


Při montáži na otevíratelná okna ponechte dostatečnou délku kabelu!
Čidlo musí být připevněno přímo na sklo.



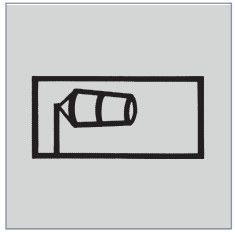
Čidlo musí být upevněno přímo na povrch.
Použijte tepelně vodivou pastu.



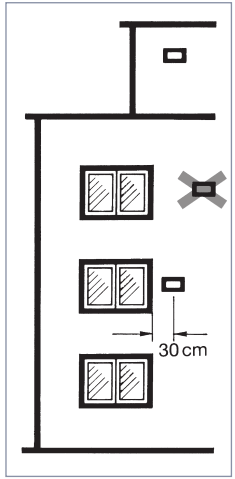


Při směšování vody o různých teplotách udržujte vždy dostatečnou vzdálenost mezi směšovacím bodem a čidlem (aby došlo k dostatečnému promíchání).

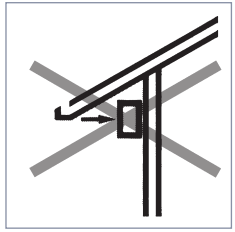
Teplota Čidla větru



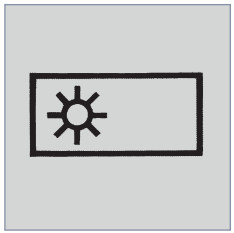
Instalujte na fasádu, která je nejčastěji vystavená větru.
Ujistěte se, že je čidlo přístupné (pro kontrolu/servis).

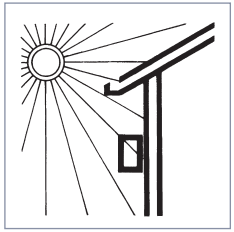


Neinstalujte pod okapy.
Neumísťujte do výklenků.

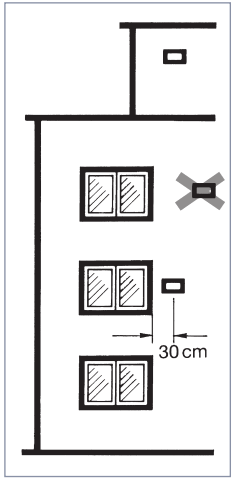


Teplota Čidla oslunění



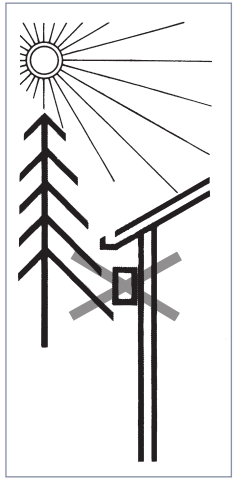


Čidlo oslunění instalujte na fasádu, za kterou jsou příslušné regulační okruhy.

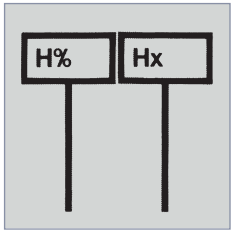


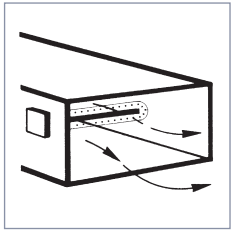
Nainstalujte čidlo tam, kde je snadno přístupné (pro kontrolu/servis).

Pozor na možnost zastínění (ze stromů nebo sousedních domů atd.)

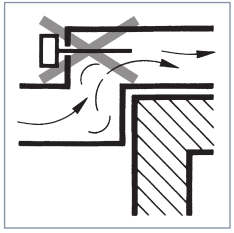


Vlhkost Kanálová čidla

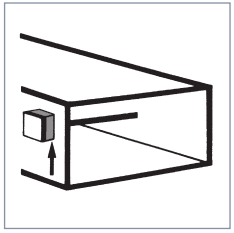




Čidla vlhkosti jsou ovlivňována rychlostí proudění vzduchu. Rychlost proudění vzduchu v blízkosti čidla nesmí překročit 10 m/s.
Tento problém lze řešit montáží čidla do krytu z perforovaného plechu (perforované jímky).

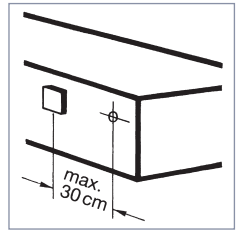


Vyhněte se místům bez proudění vzduchu.

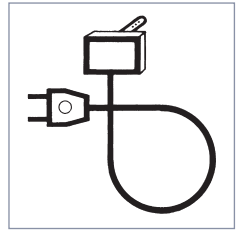


Důležité:
Při instalaci čidel do VZT potrubí s podtlakem hrozí, že do čidla a instalačního otvoru bude nasáván vzduch z vnějšku.
Proto je pečlivě utěsněte, abyste zabránili nesprávnému měření.

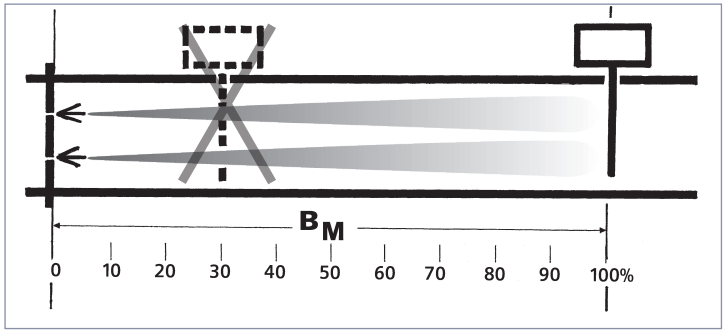
Ke každému čidlu vlhkosti (za čidlem) musí být k dispozici otvor pro kontrolní měření.
Doporučený průměr: 40 mm.



Pro servisní účely by elektrické připojení mělo být lehce odpojitelné.



Vzdálenost Bм pro měření zvlhčování
B_M je vzdálenost mezi zvlhčovačem a čidlem vlhkosti nezbytná k tomu, aby vzduch mohl absorbovat 100 % dodávané vody. Potřebná vzdálenost závisí na množství přiváděné vody, rychlosti vzduchu a typu zvlhčovače. Pokud není čidlo vlhkosti namontováno v potřebné vzdálenosti, povede to k chybnému měření.



Příklad: Protože je čidlo ve špatné poloze, měří pouze 30 % vody nebo páry dodané do systému, protože pouze toto množství bylo plně absorbováno v plynné formě do vzduchu. Navíc pokud se snímací prvek namočí, bude nesprávně měřit a může se poškodit.

Zvlhčovací systémy:		
Pračky vzduchu	B_M za odlučovačem kapek	
Diskové zvlhčovače	B_M 3,5 m	
Postřikovače	B_M 5,5 m	
Rozprašovací zvlhčovače	Viz diagram pro adiabatické zvlhčování (přeměna vody na vodní páru)	Strana 41
Ultrazvukové zvlhčovače		
Odstředivé zvlhčovače		
Atomizéry		
	Viz diagram pro parní zvlhčování	Strana 42
Stlačená pára	B_M = Izoterma	
Beztlaká pára	B_M = Izoterma • 1,3	

Vzdálenost pro měření adiabatického zvlhčování
Tento diagram je určen pro použití v zimě s absolutním obsahem vlhkosti 1,5 g/kg na straně sání a teplotou přiváděného vzduchu 18 °C.

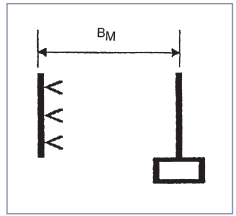
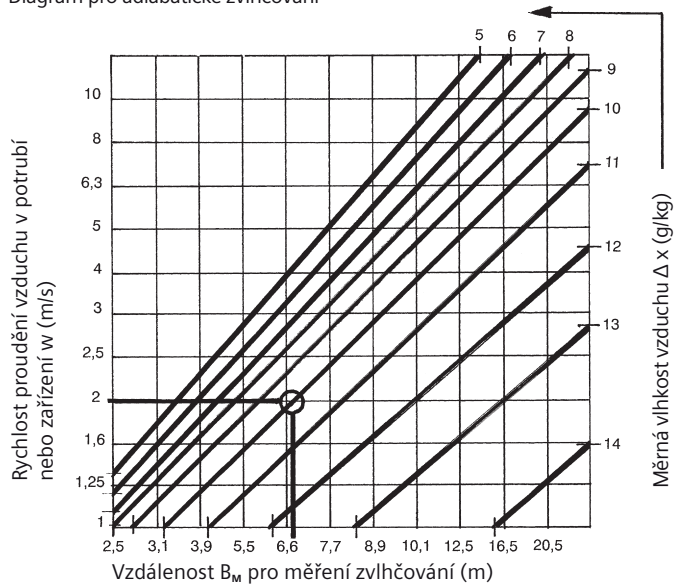
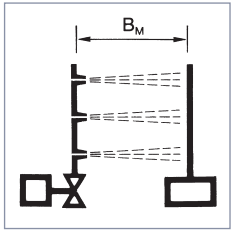


Diagram pro adiabatické zvlhčování

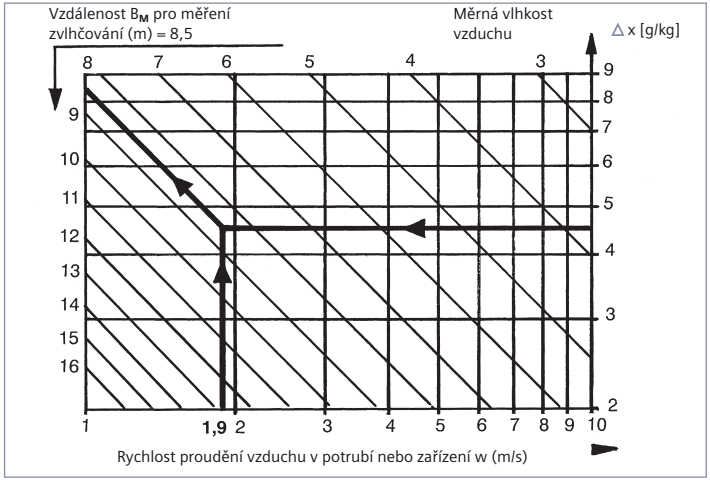


Postup: Zadejte rychlost vzduchu (v m/s) na levém okraji diagramu (např. 2,0 m/s). Od tohoto bodu nakreslete čáru doprava, až po čáru označující zvýšení měrné vlhkosti (příklad: Δ x = 10 g/kg).
Začněte tam, kde se protínají tyto dvě čáry, nakreslete svislou čáru a odečtěte požadovanou vzdálenost B_M pro měření zvlhčování na vodorovné linii ve spodní části diagramu (6,7 m).

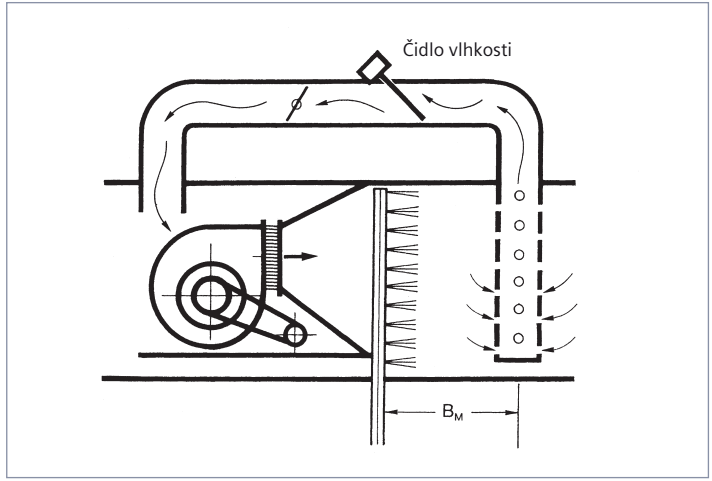


Vzdálenost B_M pro měření zvlhčování pomocí parních zvlhčovačů
Mezi zvlhčovačem a čidlem je nutná určitá vzdálenost, aby vzduch měl čas absorbovat vodu (páru) dodávanou zvlhčovačem dříve, než čidlo změří vlhkost. Tato vzdálenost je v diagramu označena jako B_M. Minimální vzdálenost mezi zvlhčovačem a čidlem vlhkosti musí odpovídat nejméně B_M.

Určení B_M

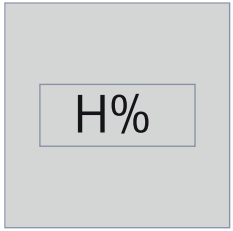


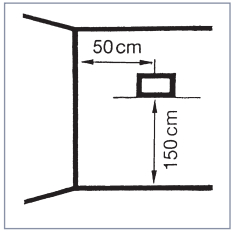
Postup: Na pravém okraji diagramu zadejte zvýšení měrné vlhkosti v g vody / kg vzduchu (např. 4,5 g/kg).
Nakreslete vodorovnou čáru vedoucí od tohoto bodu směrem doleva.
Zadejte minimální rychlost vzduchu v potrubí (v m/s) na spodním okraji diagramu (např. 1,9 m/s) a nakreslete svislou čáru vedoucí od tohoto bodu nahoru.
Z průsečíku těchto dvou čar nakreslete diagonální čáru vedoucí nahoru, rovnoběžně s ostatními úhlopříčkami. Odečtěte vzdálenost v metrech na stupnici na okraji diagramu (příklad 8,5 m).



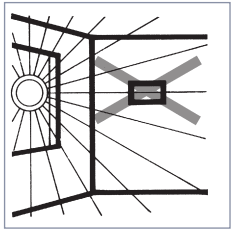
Měření průměrné vlhkosti
Umístění čidla vlhkosti v obtokovém potrubí zlepšuje měření průměrné, relativní nebo absolutní vlhkosti a mělo by být použito v případě stratifikace teploty nebo vlhkosti.
I zde musí být zachována odpovídající vzdálenost pro měření vlhkosti B_M.

Vlhkost Prostorová čidla

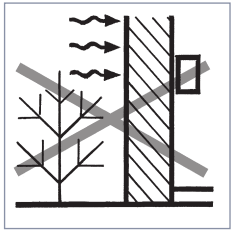




Čidla instalujeme 1,5 m nad podlahou a nejméně 50 cm od vedlejší stěny.

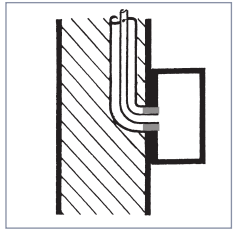


Neinstalujte do míst, kde by čidlo bylo vystaveno přímému slunečnímu záření.

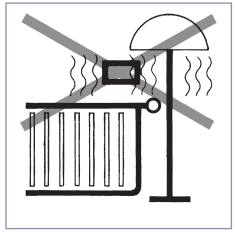


Neinstalujte na venkovní stěny.

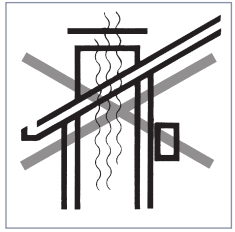
Utěsněte mezery mezi kabely a chráničkami. Jinak bude měření zkresleno nesprávnou cirkulací vzduchu.



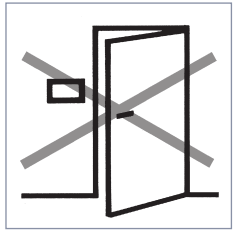
Neumísťujte do blízkosti osvětlení nebo nad radiátory.



Vyhněte se stěnám, kterými prochází komíny.

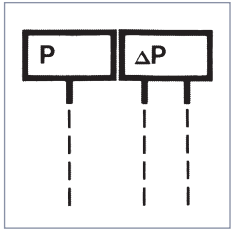


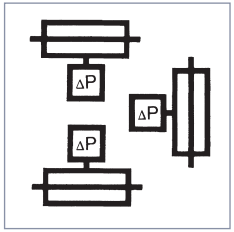
Neinstalujte přímo u dveří.



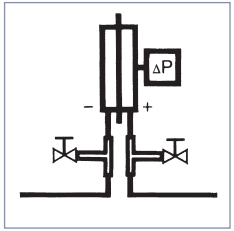
Vlhkost - Prostorová čidla

Tlak Obecně

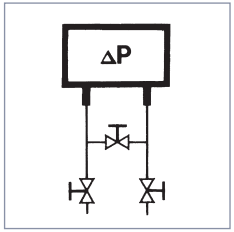




Čidla tlaku jsou ovlivněna orientací (viz návod k instalaci).

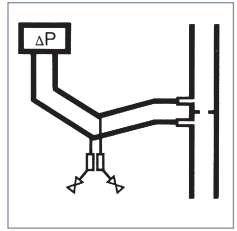


Tlakové přípojky musí být v blízkosti čidla opatřeny T-kusem pro účely kontrolních měření.

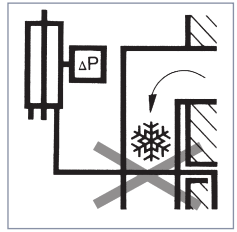


Aby se při manipulaci předešlo přetížení na jedné straně, musí být přípojky vždy vybaveny uzavíratelným obtokem.

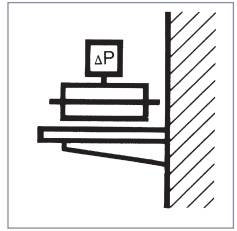
Pokud existuje riziko tvorby kondenzátu, musí být připojovací trubičky diferenciálního tlaku vybaveny vypouštěcími ventily a instalovány ve spádu 1:30. Vypouštěcí bod musí být níže než čidlo a snímací bod. Chraňte před mrazem a vyhněte se vytvarování trubičky do U.



Tlakové přívody obsahující vzduch nesmějí být vedeny venkovním prostředím, chladnými místnostmi nebo kanály.
Tím se zabrání riziku zamrznutí kondenzátu v trubičkách (např. u čidel vzduchotechniky).

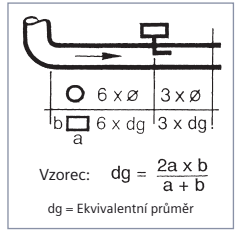


Instalujte na povrch bez vibrací.

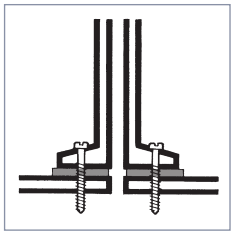


Bod odběru tlaku nesmí být umístěn v turbulentním proudění vzduchu. Zajistěte dostatečně dlouhé uklidňovací úseky před a za bodem tlakového odběru.
Uklidňovací úsek tvoří přímá část potrubí nebo kanálu bez překážek.

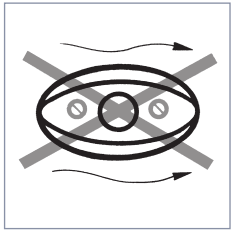
Vzorec:
dg = Ekvivalentní průměr



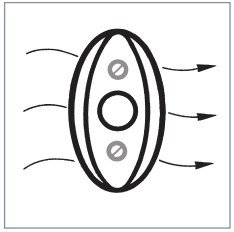
Tlak Vzduch



Měřicí tlakové odběry se přišroubují nebo přilepí ke stěně potrubí.
Pro ochranu před vnějším vzduchem použijte těsnění. Odstraňte případné špony na vnitřní stěně potrubí.

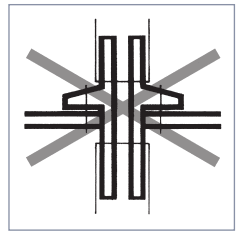


Důležité!
Vyčnívající upevňovací šrouby nepříznivě ovlivňují přesnost měření.

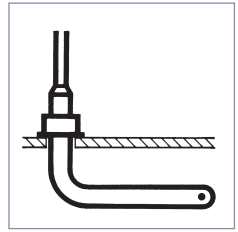


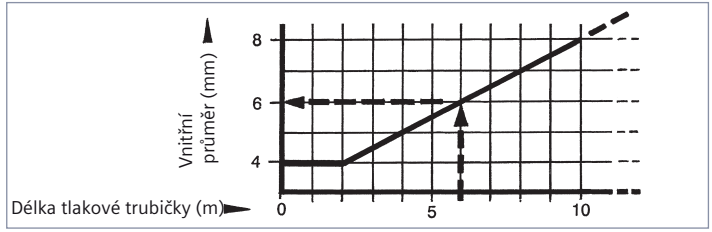
Správná instalace.

Pro měření statického tlaku nepoužívejte měřicí tlakové odběry, které vyčnívají do potrubí.

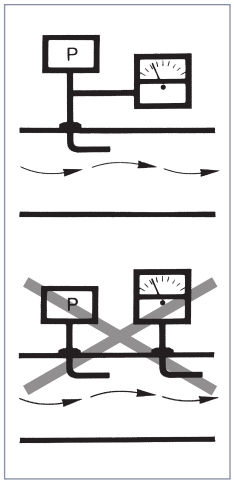


Tlakové odběry, které se používají pro měření statického tlaku v potrubí, musí být instalovány rovnoběžně s průtokem, buď ve směru proudění nebo proti němu.

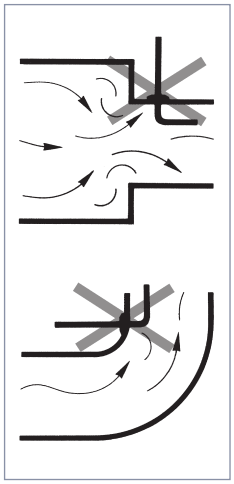




Dimenzování tlakových trubiček („měřicích trubiček“) pro vzduch a plyny:
Trubičky používejte co nejkratší.
Do délky dvou metrů je dostatečný vnitřní průměr tlakové trubičky 4 mm.
U delších tlakových trubiček se určí vnitřní průměr podle grafu výše.
(Příklad: Tlaková trubička délky 6 m vyžaduje vnitřní průměr 6 mm.)

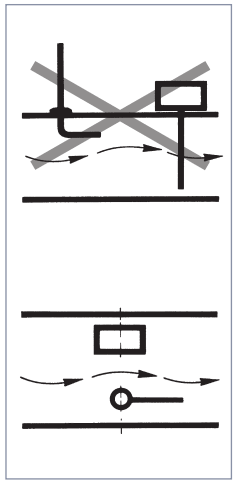


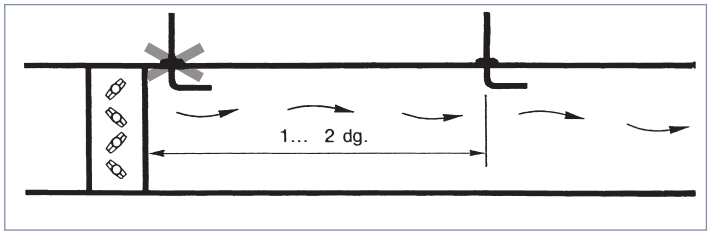
Čidlo a kontrolní měřicí přístroj připojte ke stejnému bodu.



Bod odběru tlaku nesmí být umístěn tam, kde bude měření ovlivněno překážkami průtoku vzduchu.

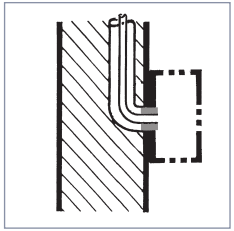
Pokud používáte více čidel, měla by být instalována ve stejné rovině a nikoli v poloze, kde jedno čidlo bude bránit proudění vzduchu k druhému.





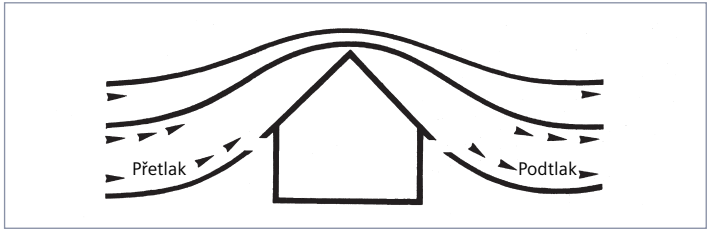
dg = Ekvivalentní průměr, strana 47
Za překážkami ponechte dostatečný volný prostor.

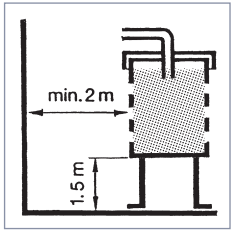
Tlak Prostorová čidla



Konec tlakové trubičky vedoucí do místnosti by měl být chráněn vzduchem propustným krytem. Utěsněte mezery mezi tlakovou trubičkou a chráničkou. Jinak bude měření zkresleno nesprávnou cirkulací vzduchu.

Tlak Venkovní vzduch

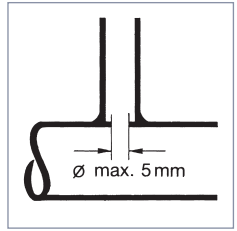




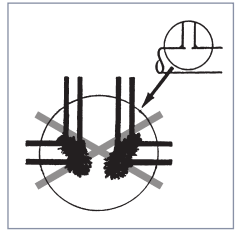
Možnosti:
Výpočet průměrné hodnoty na základě měření tlaku provedených na několika fasádách.
Měření tlaku v otevřeném prostoru (min. 1,5 m nad zemí).
Více snímacích bodů na ploché střeše.

Tlak Kapaliny

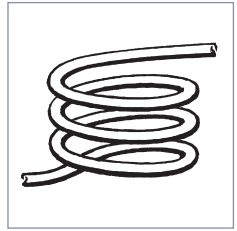
Místo odběru tlaku:
Otvor o průměru 5 mm, vyvrtaný a zbavený otřepů.



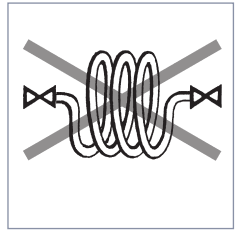
Vnitřní strana musí být hladká.

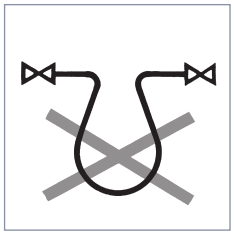


Použijte tlumicí smyčku, aby nedocházelo k přenosu vibrací. Měděnou trubičku o délce 1 m, průměru 4... 6 mm, stočte do spirály o průměru 15 cm.

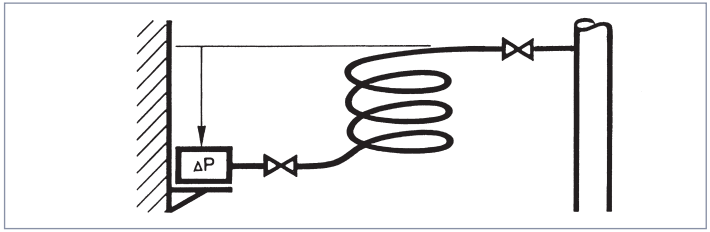


Špatně:
Vzduchové bubliny a kondenzát zůstávají zachyceny uvnitř trubičky.

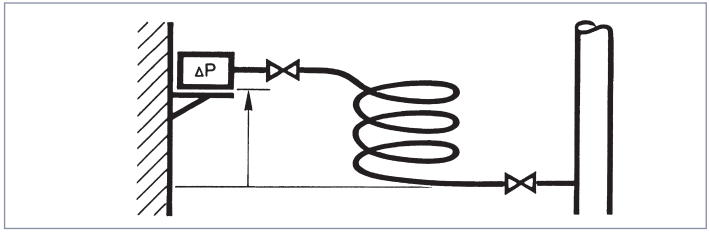




Špatně:
Kondenzát nelze vypustit.

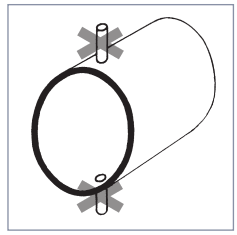


Instalace pro kapaliny:
Tlakové čidlo vždy instalujte na místo, které je níže než snímací bod.

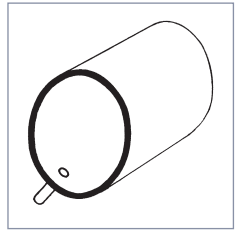


Instalace pro páry/plyny
Tlakové čidlo vždy instalujte výše, než je snímací bod.

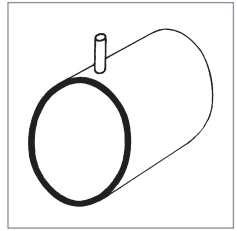
Měření tlaku kapalin
Měřicí body neumísťujte v horní části potrubí (kvůli zachycenému vzduchu nebo vzduchovým bublinám) nebo dole (kvůli nečistotám).



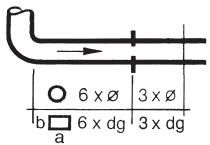
Správné umístění měřicího bodu je na boku.



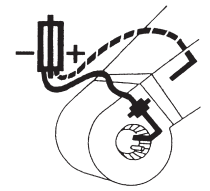
Kondenzující plyny
Měří se nahoře, aby se zabránilo vniknutí kondenzátu do tlakové trubičky.



Rychlost proudění Vzduch

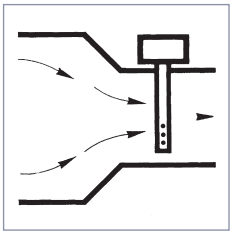


Bod odběru tlaku nesmí být umístěn v turbulentním proudění vzduchu. Zajistěte dostatečně dlouhé uklidňovací úseky před a za bodem tlakového odběru.
Uklidňovací úsek tvoří přímá část potrubí nebo kanálu, bez překážek.



Sledování stavu klínového řemene ventilátoru

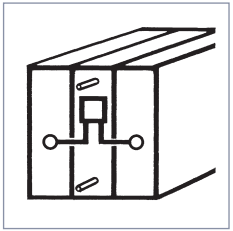
Měření diferenčního tlaku na ventilátoru slouží pouze k indikaci přetržení klínového řemene.
- Připojení podtlaku (–) na straně sání: použijte měděnou trubičku
- Připojení přetlaku (+) na straně výfuku z ventilátoru: použijte Pitotovu trubici



Sledování průtoku

Detektory průtoku (elektrotermické)

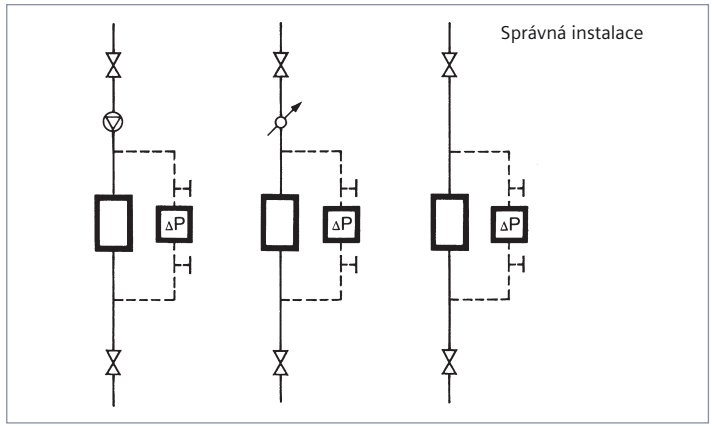
Elektrotermické detektory průtoku musí být instalovány v úseku s vysokou rychlostí proudění, např. ve zúžené části potrubí.



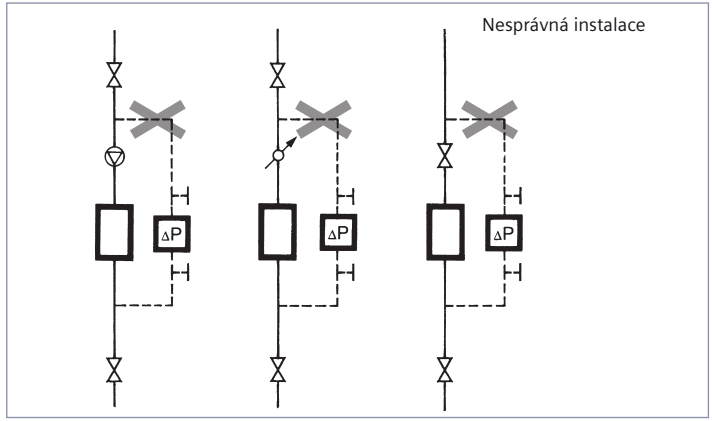
Diferenční tlak

Nesledujte průtok ani diferenční tlak tam, kde je proměnlivý odpor proudění, např. filtr, chladič, ventilátor atd. Vhodná místa: topný registr, tlumič hluku, škrticí klapka, clona.

Sledování průtoku Voda

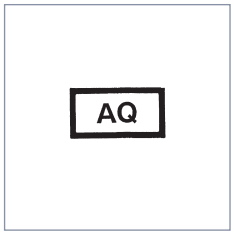


Pokud se k monitorování průtoku používá diferenciální tlak, je důležité zajistit, aby mezi snímacími body nebyly žádné uzavírací nebo vyvažovací ventily.



Kvalita vzduchu

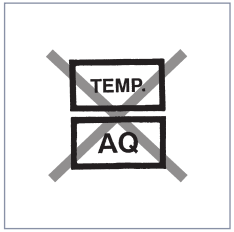
Prostorová čidla



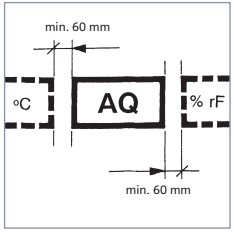
Existují dva typy čidel kvality vzduchu:

Čidla směsného plynu (nebo VOC)
Ve vzduchu se měří přítomnost až 24 různých plynů (měří se celková koncentrace).

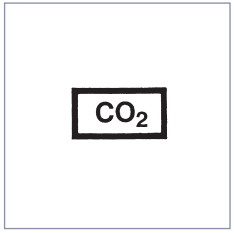
Selektivní plynová čidla
Tato čidla měří koncentraci pouze jednoho plynu (např. CO_2) v okolním vzduchu (selektivní měření).



Neumísťujte čidla teploty nebo vlhkosti nad nebo pod čidla kvality vzduchu.

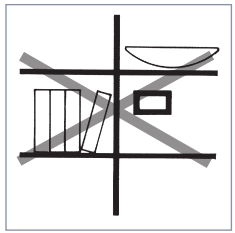


Vyhřívaný měřicí prvek produkuje v čidle značné vnitřní teplo. Díky tomu nesmí být prostorová teplota nebo vlhkost měřena v bezprostřední blízkosti.
Dodržujte volný prostor minimálně 60 mm na každé straně čidla kvality vzduchu.

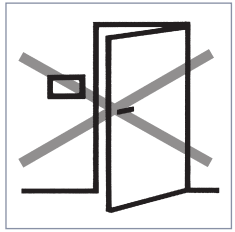


Čidla CO_2
Selektivní čidla plynu mohou vyžadovat pravidelnou údržbu. Postupujte podle pokynů výrobce. Čidlo musí být nainstalováno na přístupném místě.

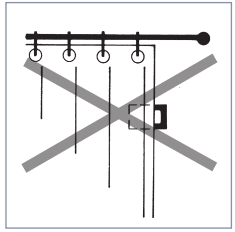
Vyhýbejte se výklenkům a koutům (např. police, regály).



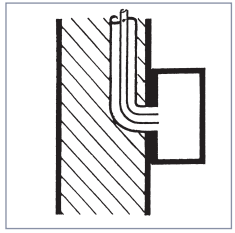
Neinstalujte přímo u dveří.



Neumísťujte za závěsy nebo záclony.



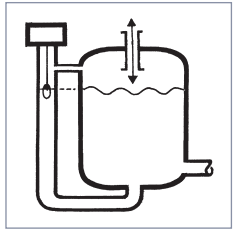
Utěsněte mezery mezi kabely a chráničkami. Jinak bude měření zkresleno nesprávnou cirkulací vzduchu.



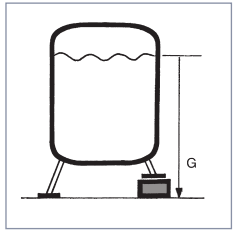
Snímání hladiny kapalin

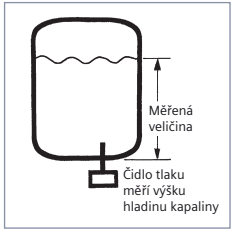
Rozlišují se následující principy měření:
- Kapacitní
- Tlak/diferenční tlak (hydrostatický)
- Ultrazvuk
- Systémy s vážením nádrže
- Elektromechanické snímání

Plováky:
Používají se v otevřených a uzavřených systémech. Snímací hlava čidla musí být nainstalována nad maximální očekávanou hladinou kapaliny.



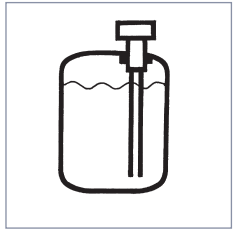
Systémy s vážením kapaliny:
Naměřená hodnota je určena hmotností obsahu nádrže.
Čidlo by mělo být namontováno v souladu s pokyny výrobce.

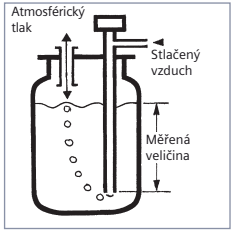




Měření tlaku:
Tlak je definován výškou kapaliny (měřeno od čidla po hladinu). Při instalaci tlakového čidla není třeba brát v úvahu žádné kritické faktory. Materiál čidla musí být vhodný pro použití s kapalinou.

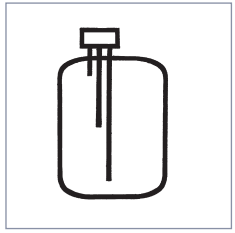
Kapacitní měřicí sondy:
Používají se v otevřených a uzavřených nádržích.
Montáž: Vzdálenost od další elektricky vodivé součásti musí být taková, jak je stanoveno výrobcem.



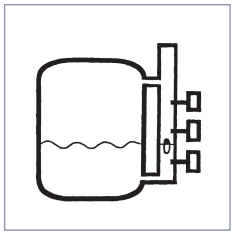


Princip bublin:
Měření tlaku je určováno výškou kapaliny nad výstupem z bublinové trubice.

Systémy na principu vodivosti:
Používají se v otevřených a uzavřených nádržích.
Naměřený výsledek je určen délkou ponořených elektrod.
Montáž: Vzdálenost od další elektricky vodivé součásti musí být taková, jak je stanoveno výrobcem.

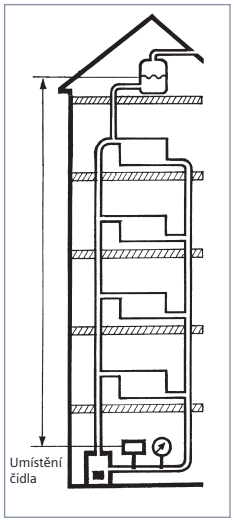


Snímání hladiny kapalin



Magnetické hladinové spínače:
Používají se v otevřených a uzavřených nádržích.

Montáž:
Trubka pro kontrolu hladiny kapaliny a umístění hladinových spínačů jsou stanoveny výrobcem. Hladinové spínače jsou instalovány ve stejné výšce jako požadovaná hladina kapaliny.

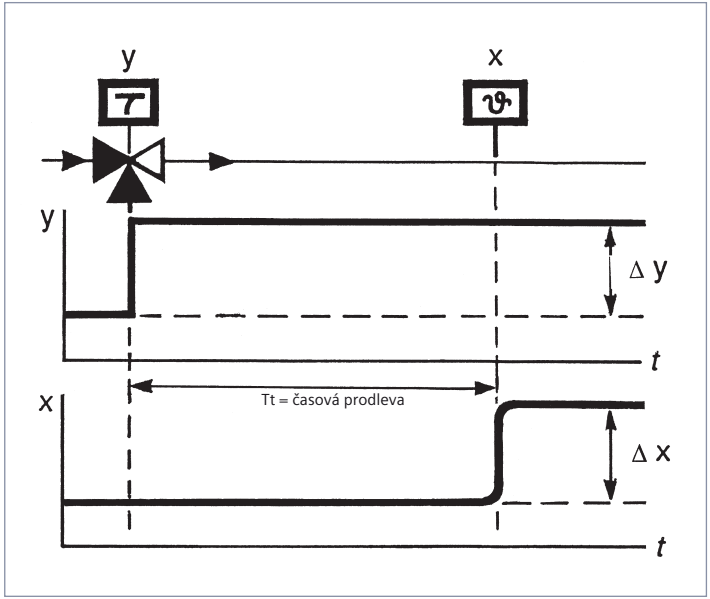


Hydrostatické snímání hladiny:
Používá se v otevřených systémech. Měření je určeno maximální hladinou kapaliny a umístěním čidla.

Principy činnosti

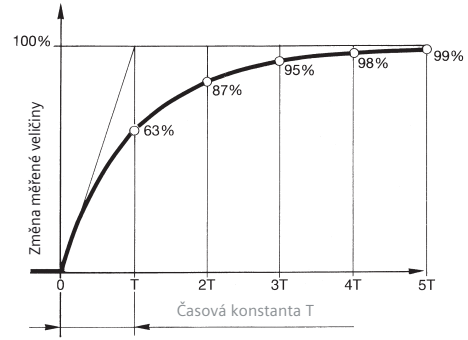
Obecně
Všechny měřicí systémy přenášejí fyzikální proměnné, jako je teplota, vlhkost, tlak atd., s konkrétní charakteristikou odezvy.
„Charakteristika odezvy – přechodová charakteristika" (např. Tt = časová prodleva / T = časová konstanta) vyjadřuje reakci měřicích systémů.

Přenos s časovou prodlevou, Tt, např. teplota směšované vody
Když se ventil nastaví na daný zdvih, teplota smísené vody se ve ventilu změní bez jakéhokoli časového zpoždění.
Nicméně ventil a teplotní čidlo jsou od sebe vzdálené. To je vzdálenost, kterou musí smísená voda překonat, než čidlo dokáže detekovat změnu.
Toto zpoždění se označuje jako časová prodleva.



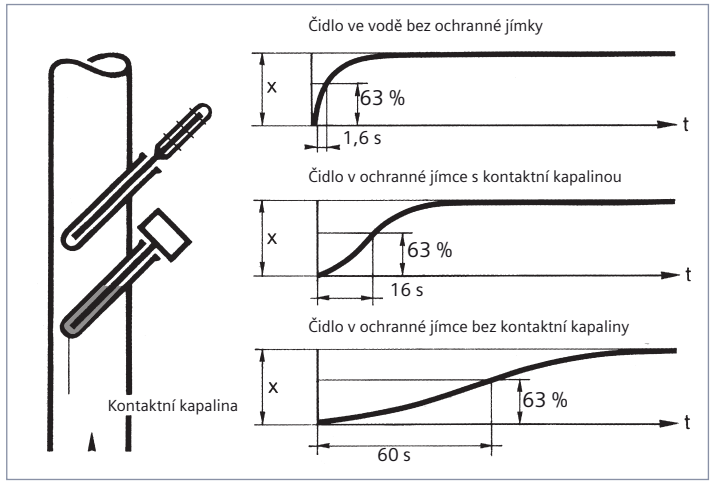
Časová konstanta čidel v kapalinách
Pro měření teplot kapalin v potrubí se čidla obvykle instalují s ochrannými jímkami. Tyto jímky představují první zpožďovací prvek v měřicím procesu, vzduchová mezera mezi jímkou a snímacím prvkem druhý. Třetím prvkem zpoždění je časová konstanta čidla. Z těchto tří zpoždění v sérii je největší ztráta vzduchové mezery mezi jímkou a snímacím prvkem, kvůli špatné tepelné vodivosti vzduchu. Tento špatný přenos tepla z kapaliny do snímacího prvku může být značně zlepšen naplněním vzduchové mezery olejem nebo glycerinem.
Pokud se používá glycerin, musí být svařovaná ochranná jímka nakloněna.

Přenos s časovou konstantou = T
Žádná čidla nepřenášejí změnu měřené veličiny okamžitě.
Zpoždění přenosu (časová konstanta nebo „zpoždění", T) lze zobrazit graficky.



Čas potřebný k přenosu 63 % celkové změny měřené veličiny se označuje jako časová konstanta T.
Přenesení přibližně 99 % změny měřené proměnné trvá dobu odpovídající pětinásobku časové konstanty.

Příklad přechodové charakteristiky

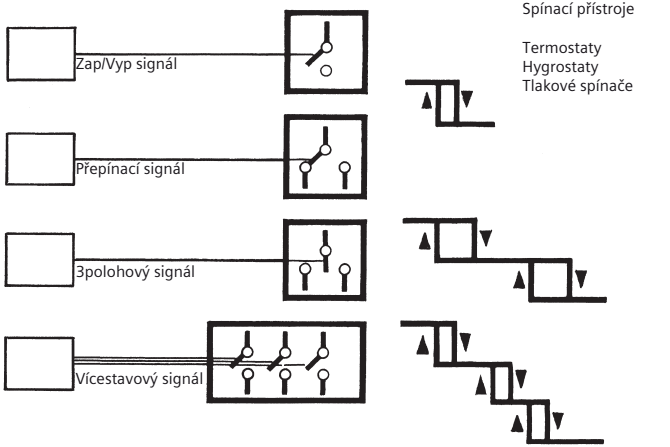


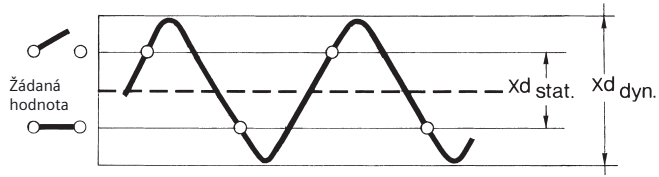
Výstupní signály
Čidlo převádí měřenou veličinu na výstupní signál.
Čidla (měřicí zařízení) jsou na základě svých výstupních signálů rozdělena do dvou hlavních kategorií:

Nespojitá čidla, spínací přístroje:
Termostaty, hygrostaty, tlakové spínače

Čidla se spojitými (plynule proměnnými) signály, například:
Teplotní čidla, čidla vlhkosti, tlaková čidla.

Nespojitá čidla



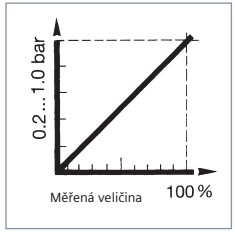


Pokud je v systému instalováno spínací zařízení, jako je například termostat, je třeba si uvědomit, že kolísání teploty bude větší než spínací hystereze termostatu. Termostat pracuje ve spínacích bodech uvedených v katalogovém listu (statická spínací hystereze), ale setrvačnost systému (zbytkové teplo, časová prodleva atd.) způsobí překročení nebo podkročení regulované veličiny. Konečné kolísání teploty (dynamická spínací hystereze) bude proto vždy větší než statická spínací hystereze termostatu.

Čidla se spojitým výstupem

Zařízení (čidla) se spojitým výstupem vytvářejí nepřetržitý proměnný nebo plynulý výstupní signál. Každé hodnotě měřené veličiny (teplota, vlhkost, tlak atd.) je přiřazena určitá výstupní hodnota. Výstupní signály jsou normalizovány.
K tomuto účelu se obvykle používají signály tlaku, elektrického proudu, napětí nebo odporu.

Pneumatický řídicí systém
Tlakový výstupní signál: 0,2 ... 1,0 bar



Výstupní signál
Proud:

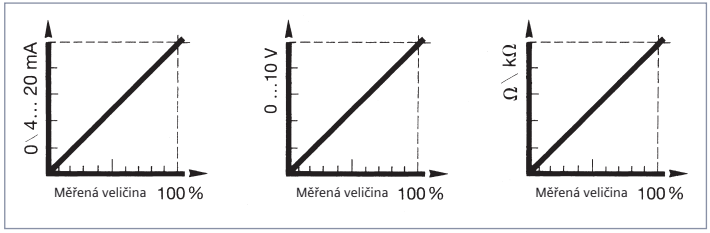
0 ... 20 mA / 4 ... 20 mA

Výstupní signál
Napětí:

0 ... 10 V / 0 ... 1 V

Výstupní signál
Odpor:

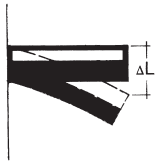
Různé hodnoty odporu [Ohm]



Teplota

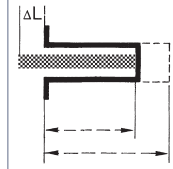
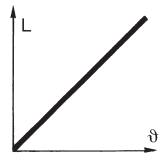
Teplotní roztažnost kovů
Kovy reagují na změnu teploty změnou rozměrů (teplotní roztažnost). Čidla mohou být pro přenos této reakce konstruována různými způsoby.

Bimetal
Bimetal se skládá ze dvou kovů s různými koeficienty roztažnosti. Jak se teplota mění, jeden materiál (A) se rozpíná více než druhý (B), což způsobí ohnutí.

Materiál	Konstrukce	Funkce	Výstupní veličina
Bimetal Ocel/mosaz Invar/mosaz			Teplotní roztažnost

Kov A = Větší roztažnost
Kov B = Menší roztažnost

Dilatační trubka

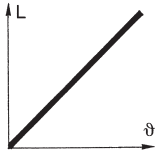
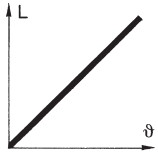
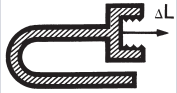
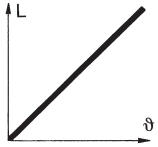
Materiál	Konstrukce	Funkce	Výstupní veličina
Trubka Ocel/mosaz Invar/mosaz			Teplotní roztažnost

Trubka (kov A) se prodlužuje se vzrůstající teplotou. Tyč z invaru (kov B) nemění svou délku, což má za následek, že lineární prodloužení trubky je přenášeno jako změna polohy. Tu lze opět převést na výstupní signál.

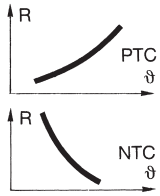
Kov A
Kov B (Invar)

Síla/roztažnost – odezva kapalin a plynů

Kapaliny a plyny také mění svůj objem v reakci na změnu teploty.
K převedení této změny objemu na změnu polohy lze použít různé typy konstrukcí. Výstupní signál je odvozen od změny polohy (potenciometr, změna indukčnosti, změna kapacity atd.).

Materiál	Konstrukce	Funkce	Výstupní veličina
Kapalina např. rtuť, alkohol			Síla/roztažnost
Plyn např. helium			Síla/roztažnost
Páry Pro malé měřicí rozsahy			Nelineární kvůli latentnímu teplu, které má vliv na změnu skupenství (fázová transformace).
Kapalina Čidla průměrující naměřenou hodnotu. Aktivní je celá délka kapiláry.			Síla/roztažnost

Čidla pracující na principu elektrického odporu
Kovy se změnou teploty mění svůj elektrický odpor (měří se v Ohmech). Změna elektrického odporu na jeden Kelvin (K) se u každého kovu liší a používá se přímo jako výstupní signál.

Materiál	Konstrukce	Funkce	Výstupní veličina
Platina Nikl			Elektrický odpor R, v Ohmech Ω

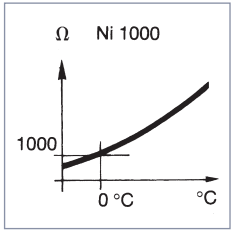
Existují dva typy změny elektrického odporu:

PTC: Pozitivní teplotní koeficient
Rostoucí teplota = zvýšení elektrického odporu
Klesající teplota = snížení elektrického odporu

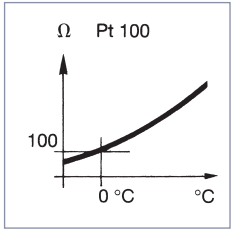
NTC: Negativní teplotní koeficient
Rostoucí teplota = snížení elektrického odporu
Klesající teplota = zvýšení elektrického odporu

Vztah mezi měřenou veličinou (teplota) a hodnotou elektrického odporu je znázorněn v grafu.

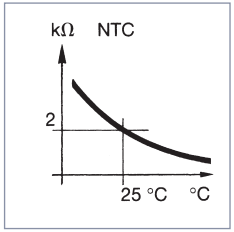
Označení různých PTC senzorových prvků je standardizované a zahrnuje:
a) materiál snímacího prvku
b) jeho elektrický odpor při 0 °C



např. Ni 1000
Niklový snímací prvek.
Odpor 1000 Ω při 0 °C.

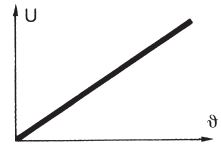


např. Pt 100
Platinový snímací prvek.
Odpor 100 Ω při 0 °C.



NTC čidla
Charakteristická křivka NTC čidla není lineární.
Měřicí rozsahy jsou definovány výrobcem.

Termočlánky
Skládají se ze dvou drátů různých kovů, které jsou na jednom konci svařeny.

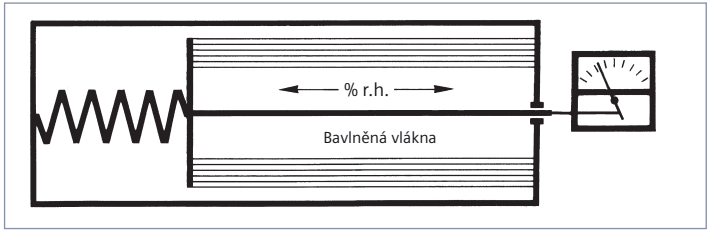
Konstrukce	Funkce	Výstupní veličina
		Napětí U v mV

Měření vlhkosti

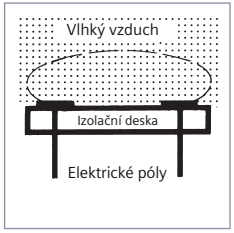
Vlhkost se obecně měří pomocí hygroskopických materiálů, tj. materiály, které reagují na změny vlhkosti.

Relativní vlhkost (% r.v. = φ)

Princip: fyzická změna délky
Textilní vlákna (bavlna, nylon atd.) se v závislosti na relativní vlhkosti prodlužují.

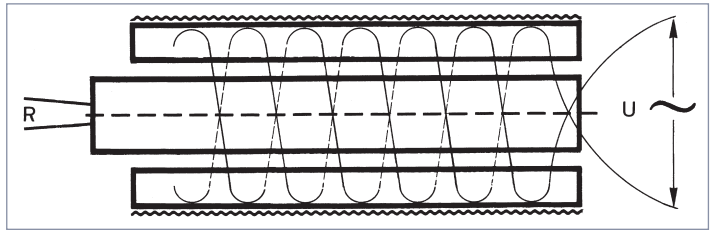


Roztažnost je možné využít následovně:
Pohyb ukazatele (hygrometr), ovládání spínače (hygrostat), nastavení potenciometru, nastavení trysek/clon atd. (pneumatické systémy) a změna indukčnosti (elektrická proměnná).



Princip: změna elektrické kapacity
Kapacitní snímací prvky reagují na relativní vlhkost změnou jejich kapacity pro ukládání elektrického náboje. K izolační desce jsou připojeny dva elektrické póly. Ve spojení s vlhkým vzduchem tyto póly ukládají elektrický náboj.
Kapacita pro uložení náboje mezi dvěma póly závisí na okolní vlhkosti.

Absolutní vlhkost x g H_2O na kg suchého vzduchu



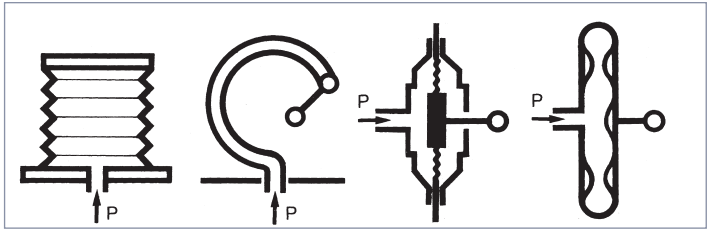
Soli (jako je chlorid lithný, LiCl) mají hygroskopické vlastnosti. Jejich elektrická vodivost se mění podle množství vlhkosti absorbované solí. Senzor teploty je zabalen do tkané textilie, na kterou je nanesena sůl. Tkanina je ovinuta dvěma nedotýkajícími se elektrickými vodiči připojenými ke střídavému napětí. Jak vlhkost vzduchu stoupá, zvyšuje se obsah vlhkosti v soli, čímž se snižuje elektrický odpor mezi vodiči. Čím menší je odpor, tím vyšší je elektrický proud, takže oba vodiče fungují jako elektrické topné těleso. Produkované teplo způsobuje odpařování vody. Když se obsah vlhkosti sníží, tak se odpor opět zvyšuje a snižuje se tepelný výkon. Tento proces se opakuje, dokud se množství odpařené vody nebude rovnat množství absorbované vody. V tomto bodě je dosaženo rovnovážného stavu (konstantní teplota). Tato teplota (transformační teplota) je měřítkem absolutní vlhkosti.

Kombinovaná čidla vlhkosti
Na trhu jsou také kombinovaná čidla vlhkosti, která pracují na výše uvedených principech a slouží k měření teploty a vlhkosti. Měřením teploty a relativní vlhkosti lze tato čidla použít k výpočtu rosného bodu (° Tp) nebo obsahu vlhkosti (g H_2O). Alternativně lze relativní vlhkost (φ) vypočítat na základě teploty a obsahu vlhkosti (g H_2O) nebo rosného bodu (° Tp).

Měření tlaku

Systémy pracující na principu síly/změny tvaru
U tlakových čidel tohoto typu je tlak přeměněn na změnu tvaru nebo síly.
To lze použít pro:
- Pohyb ukazatele
- Ovládání spínače
- Nastavení potenciometru atd.

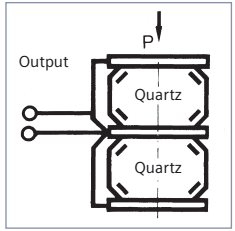
Existují různé způsoby jak převést změnu tlaku na změnu polohy.
Hlavní metody jsou:
- Vlnovec: tlakové spínače nebo manostaty pro vyšší tlaky
- Spirálová (Bourdonova) trubice: manometry
- Membrána: přístroje pro měření nízkých tlaků
- Aneroidní barometr: přístroje pro měření nízkých tlaků



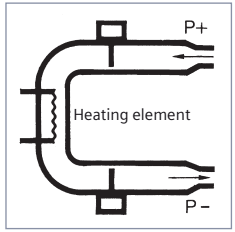
Vlnovec | Bourdonova trubice | Membrána | Aneroidní barometr

Elektronické systémy

Piezoelektrické prvky:
Síla působící na křemenné krystaly vytváří elektrický náboj. Tento náboj je převeden na výstupní signál odpovídající hodnotě tlaku.



Termodynamická tlaková čidla:
Množství vzduchu protékajícího měřicí trubicí se mění podle diferenčního tlaku. Vzduch je ohříván topným článkem s konstantním tepelným výkonem. Čím vyšší je diferenční tlak, tím více vzduchu proudí trubicí, čímž se snižuje zahřívací účinek. Změna teploty je měřena dvěma čidly a výsledkem je měření diferenčního tlaku.

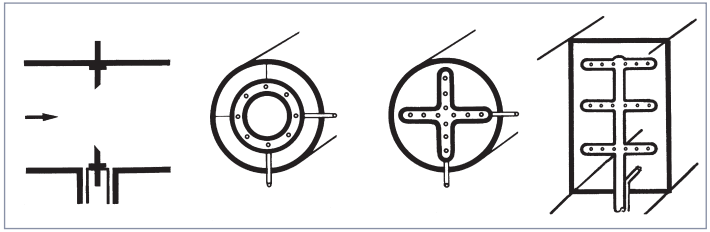


Důležité:
Pozor na správnou velikost přívodních trubiček diferenčního tlaku (viz strana 49).

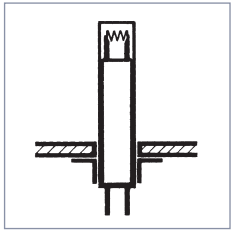
Měření rychlosti a průtoku vzduchu

(Měřená veličina w = m / s)

Měření rychlosti založené na diferenčním tlaku
Pevná překážka (clona, průtoková tryska atd.) umístěná v proudu vzduchu vytváří tlakový rozdíl, který se mění v závislosti na rychlosti proudění.
Rychlost proudění může být stanovena měřením tohoto diferenčního tlaku a adekvátním přepočítáním.
Pro tento účel jsou k dispozici speciální detektory průtoku:



Clona | Měřicí kroužek | Měřicí kříž | Měřicí hřeben



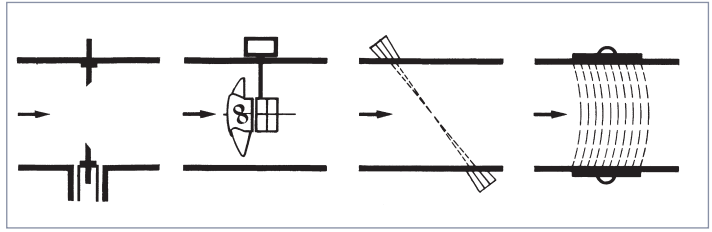
Anemometr s topným článkem (termický)
Topný článek se zahřeje na určitou teplotu. Tepelný výkon potřebný k udržení této teploty se mění v závislosti na rychlosti proudění. Požadovaný tepelný výkon je změřen a převeden na rychlost proudění.

Důležité: Anemometr s topným článkem je vhodný pouze pro bodové měření rychlosti proudění vzduchu.

Měření rychlosti proudění a objemového průtoku vody

Stejně jako rychlost vzduchu může být i rychlost proudění vody měřena pomocí clony.
Měření průtoku vody se však většinou používá pro stanovení množství dodaného/odebraného tepla, kde je třeba dodržet vysokou přesnost a stabilitu.
Existují různé komerčně dostupné měřiče spotřeby tepla založené na různých principech měření rychlosti proudění.

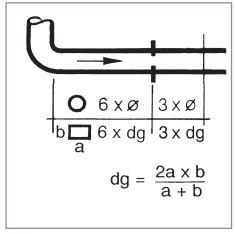
Příklad:



Clona | Lopatkové oběžné kolo | Ultrazvuk | Magnetická indukce

Rychlost proudění
Pro stanovení rychlosti proudění se měří diferenční tlak na detektoru průtoku (clona, průtoková mřížka atd.). Platí stejné obecné montážní pokyny jako pro snímače diferenčního tlaku.

Důležité:
Před a za čidlem je potřeba ponechat uklidňovací úseky.



Výběr správného čidla

Měření teploty v potrubí

Ponorná čidla: Ve většině případů představují ponorná čidla nejlepší řešení.
Celá délka čidla musí být zcela ponořena do potrubí.

Příložná čidla: Používají se v případech, kdy podmínky instalace nedovolují použít ponorná čidla, např. při malém průměru potrubí.
Pro dodatečnou instalaci (rekonstrukce, renovační projekty).
Pro topné systémy v obytných budovách.
Pozor na případy, kdy je vyžadována krátká reakční doba, tam nejsou příložná čidla vhodná.

Kabelová čidla: Kabelové čidlo má významné výhody (např. utěsnění) pro potrubí s chladivem.

Měření teploty v nádržích

Důležité: Vyvarujte se měření na koncích nádrže (20 cm).
Kabelová čidla/kapilárová čidla jsou zvláště vhodná tam, kde je vyžadována oddělená montáž měřicí sondy a svorkovnice/vyhodnocovací části čidla kvůli vibracím, problémům s prostorem nebo teplotním podmínkám.

Stonková čidla: Obecně vhodná pro tuto aplikaci.

Měření teploty ve VZT kanálech

Stonková čidla: Tato čidla poskytují bodové měření a měla by být použita pouze ve VZT potrubí, kde nedochází ke stratifikaci teplotních vrstev.

Čidla průměrné teploty: Doporučují se pro všechny aplikace. Délka měřicí sondy nebo kapiláry musí být vhodná pro průřez potrubí (přibližně 4 m na 1 m_2).
Nikdy neinstalujte čidla s kapilárou opatřenou plastovým potahem za elektrickými topnými registry.
Pokud je to nevyhnutelné, namontujte ochranný kryt před teplem.

Měření prostorové teploty

Prostorová čidla: Ve velkých místnostech je vhodné použít více čidel (pro průměrnou hodnotu).
Při vysokém tepelném zatížení místností a tam, kde se používají odtahy vzduchu nad osvětlovacími tělesy, nesmí být čidla umístěna v kanálu odtahového vzduchu.
Důležité: nezapomeňte vzít v úvahu ohřev vzduchu v potrubí při vypnuté VZT jednotce.
Čidla kvality vzduchu: neumísťujte do blízkosti zdrojů tepla.

Měření venkovní teploty

Venkovní čidla: Vhodná pro topné systémy.
Ve ventilačních systémech musí být teplota měřena přímo za povětrnostním krytem v přívodu venkovního vzduchu.

Měření vlhkosti

Časová konstanta (časové zpoždění nebo doba odezvy) snímače vlhkosti se může lišit od 10 sekund do 5 minut v závislosti na typu snímače.
Obecně by pro měření v přiváděném vzduchu měla být použita čidla s krátkou dobou odezvy (méně než 1 minuta).
Tabulka časových konstant pro různé snímací prvky:

Snímací prvek:	Přibližná časová konstanta
Umělá vlákna	1...3 min
Bavlna	3 min
Chlorid lithný	110 s
Kapacitní snímače	10...20 s

Rychlé zvlhčovací systémy: přívodní vzduch, parní zvlhčovače, rozprašovací zvlhčovače.
Důležité:
Rozpouštědla v laboratořích, chlor v plaveckých bazénech, dezinfekční prostředky v nemocnicích atd. zhoršují životnost a provoz čidel vlhkosti.
Rychlost vzduchu: V místě snímání čidla vlhkosti nesmí být překročena maximální přípustná rychlost vzduchu.

Měření tlaku a diferenčního tlaku plynů (vzduchu) a kapalin
Jmenovitý tlak PN čidla tlaku musí odpovídat bezpečnostnímu tlaku systému. Nesmí být překročeno maximální přípustné zatížení na jedné straně čidla diferenčního tlaku. Čidlo tlaku musí být schváleno pro použití s měřenou látkou (voda, pára, chladivo, potraviny, plyny atd.). Měřící rozsah musí být zvolen tak, aby provozní hodnota tlaku nebyla na jeho začátku nebo konci.

Měření rychlosti a objemového průtoku
K dispozici jsou různé měřící systémy pro měření rychlosti nebo objemového průtoku. Klíčovým faktorem je, zda je požadováno bodové měření nebo průměrná hodnota.

Měřicí systémy:

Bodové měření:	Vhodné pro:
Tlaková trubice	Plyny, kapaliny
Termický anemometr	Plyny
Vrtulkový anemometr	Plyny, kapaliny

Průměrující měření:	Vhodné pro:
Clony	Plyny, kapaliny
Průtokové trysky (kříž)	Plyny
Průtokové trysky (kruh)	Plyny
Ultrazvuk	Kapaliny
Magnetická indukce	Kapaliny
Vírové průtokoměry	Kapaliny

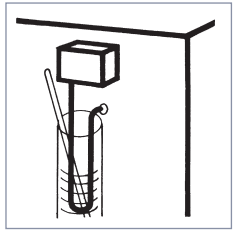
U bodových měření je výsledek měření velmi závislý na průtočném profilu. To je důvod, proč je při měření rychlosti a objemového průtoku vhodné použít systémy, které průměrují naměřenou hodnotu.

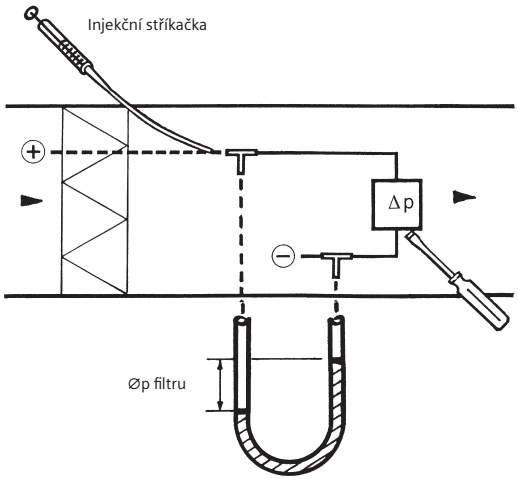
Kalibrace čidel

Proces je vždy založen na porovnávání.
Ke kalibraci čidel je nutné použít vysoce přesný měřicí přístroj.
Tento typ kontroly lze použít pouze tehdy, pokud měřená veličina zůstává v průběhu kalibračního procesu konstantní.

Důležité:
Vyhněte se vnějším vlivům (např. přenos tepla z vlastního těla atd.)
Kalibrační proces musí být proveden přímo na čidle.
Ověření čidel ve spojení s elektrickou instalací musí provádět pouze kvalifikovaný personál (viz předpisy).

Ověření funkčnosti protimrazových termostatů
Smyčka kapiláry (20 cm) se ponoří do nádoby naplněné kostkami ledu a vody. Tato „ledová voda“ se měří teploměrem.
Nastavte termostat protimrazové ochrany na změřenou teplotu. Termostat protimrazové ochrany by se měl při této teplotě sepnout (v případě potřeby proveďte kalibraci).
Nyní nastavte termostat protimrazové ochrany na +2 °C nad požadovanou hodnotu protimrazové ochrany.





Ověření funkce diferenčního tlakového spínače pro hlídání zanesení filtru
Hlídání stavu zanesení filtru zkontrolujeme pomocí injekční stříkačky naplněné vzduchem následujícím způsobem.

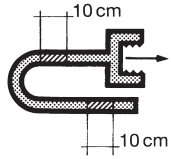
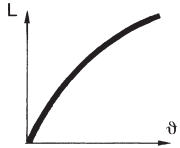
Postup:
- Vypněte systém.
- Odpojte tlakové trubičky diferenčního tlaku (+ a -) od míst odběru tlaku. Připojte stříkačku a manometr (U-trubici) ke straně „+".
- Zapněte systém.
- Postupně zvyšujte tlak stříkačkou, dokud manometr neukáže, že byl dosažen bod sepnutí diferenčního tlakového spínače.
- Poruchová signalizace by se měla v tomto okamžiku sepnout. V případě potřeby překalibrujte.
- Vypněte systém.
- Znovu připojte trubičky diferenčního tlaku.
- Zapněte zařízení.

Praktické rady

Termostaty pro ochranu proti zamrznutí

Účel:
Protimrazové termostaty jsou navrženy tak, aby ochránily tepelné výměníky naplněné vodou před zamrznutím.

Princip:
Teplota vzduchu musí být sledována pomocí čidla s kapilárou naplněnou parami.

Konstrukce	Funkce	Systém
		Síla/roztažnost

Kapilárová čidla termostatů pro ochranu proti zamrznutí pracují na principu poklesu tlaku při kondenzaci par. Pokud teplota v kterémkoli místě libovolného 10 cm úseku kapiláry klesne pod předem nastavený spínací bod 2 °C, tlak par v kapiláře poklesne, což způsobí sepnutí protimrazového alarmu.

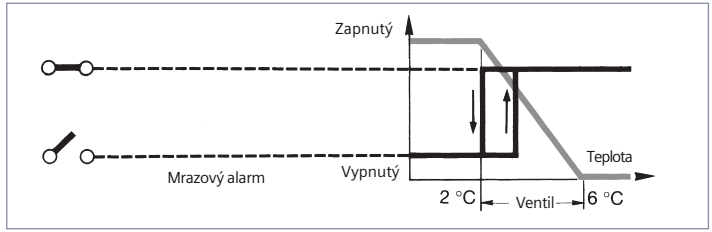
Základní zapojení
Pokud teplota vzduchu za topným výměníkem klesne pod nastavenou hodnotu (2 až 8 °C), pak regulační systém:
- vypne ventilátory přívodu/odtahu,
- uzavře klapky venkovního vzduchu/odtahového vzduchu,
- otevře ventil topného registru,
- zapne oběhové čerpadlo ohřevu,
- zapne alarm nebezpečí zamrznutí systému.

Aby se zabránilo opětovnému automatickému zapnutí systému po odeznění alarmu, je nutné alarm ručně potvrdit. Alarm musí být potvrzen lokálně (vzdálené potvrzení je zakázáno).
Aby se zabránilo přehřátí uvnitř jednotky, je během alarmu regulován ventil topného registru termostatem protimrazové ochrany.

Tipy, jak se vyhnout obtěžujícím mrazovým alarmům
Hlavní příčinou alarmu nebezpečí zamrznutí je pokles teploty. Je však možné, že se mrazový termostat zapne, i když je dostatečný přívod tepla.
Může to být způsobeno jednou z následujících okolností:
a) Náhlé změny v zatížení, jako je změna z jednoho stupně ventilátoru na druhý, nebo změna chodu systému rekuperace tepla (zap/vyp)
b) Teplotní stratifikace vzduchu v potrubí
c) Start systému v zimě

Následující opatření se osvědčila jako účinná, aby zamezila zapnutí protimrazového termostatu v situacích, kdy je teplota dostatečná:
- Preventivní protimrazový termostat
- Funkce stabilizovaného startu
- Řízené spouštění regulované podle žádané hodnoty

Preventivní protimrazový termostat
Preventivní protimrazový termostat pracuje ve dvou fázích.



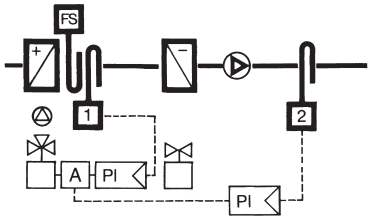
Příklad:

1. Pokud teplota vzduchu kolem protimrazového termostatu klesne pod 6 °C, termostat převezme kontrolu nad ventilem výměníku tepla, aby udržoval teplotu vzduchu na hodnotě mezi 2 °C a 6 °C.

2. Pokud je teplota vzduchu stále pod vypínacím bodem 2 °C (např. kvůli nedostatku tepla), spustí se alarm mrazu.

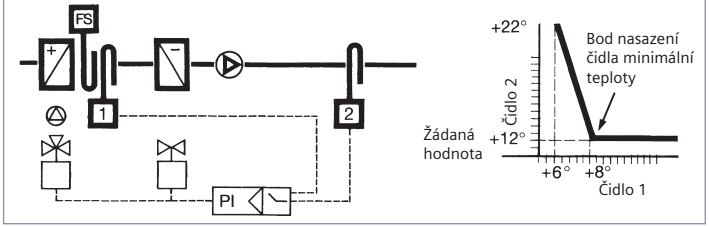
Funkce stabilizovaného spouštění a spouštění s vlečnou regulací na nastavenou žádanou teplotu se používají, pokud jsou za předehřívačem nainstalovány další tepelné výměníky (zásobníky tepla).

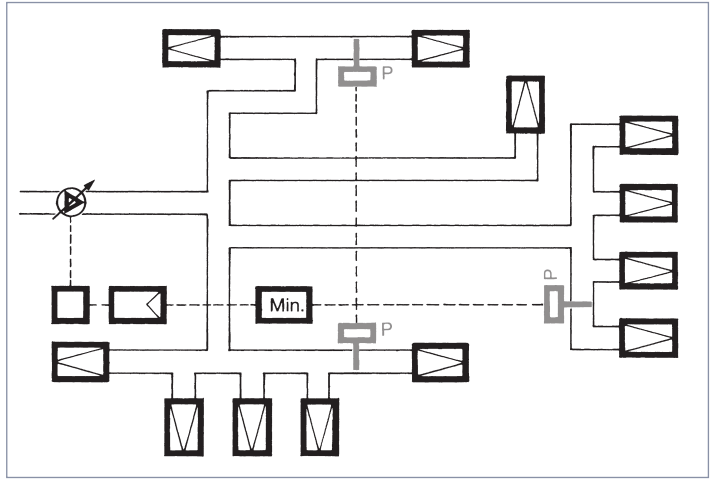
Funkce stabilizovaného startu
Při tomto způsobu ochrany se za výměníkem udržuje určitá minimální teplota. K jejímu snímání slouží kapilárové čidlo, které snímá průměrnou teplotu přímo za registrem. Regulátor minimální teploty se nastavuje nezávisle na protimrazovém termostatu a ovlivňuje přímo ventil předehřívače.



A: Výběr vyšší hodnoty signálu
FS: Protimrazový termostat
1: Kapilárové čidlo minimální teploty
2: Regulační čidlo na přívodu

Řízené spouštění s vlečnou regulací žádané hodnoty
Umístění čidla minimální teploty je stejné jako v předchozím případě. Rozdíl je v tom, že signál z čidla minimální teploty neovlivňuje přímo míru otevření ventilu, ale posunuje požadovanou hodnotu teploty na přívodu.

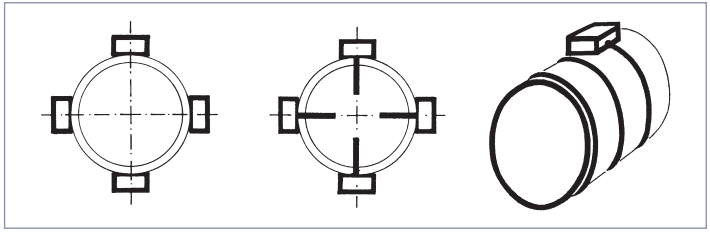




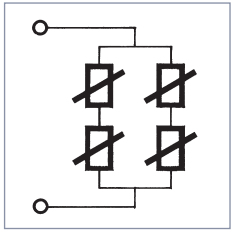
Regulace tlaku ve VAV systémech (s proměnlivým průtokem vzduchu)
Snímací bod musí být umístěn v nejvzdálenějším bodu potrubního systému. V potrubních systémech s velkým počtem větví se doporučuje použít několik snímacích bodů (pro regulaci se používá nejnižší tlak).
Pokud jsou některé části potrubí (zón) uzavřeny klapkami, musí být příslušné senzory odpojeny.

Žádaná hodnota může být udržována pouze v místě snímání.

Měření průměrné teploty ve vodním potrubí
Měření průměrné teploty se doporučuje ve všech případech, kde dochází k tvoření vrstev (např. za směšováním) nebo tam, kde je třeba čidlo nainstalovat co nejblíže ke směšovacímu bodu (pro snížení časové prodlevy).
Pro účely průměrování mohou být po obvodu potrubí rozmístěny buď čtyři čidla, nebo může být kolem potrubí ovinuto kapilárové čidlo, které měří průměrnou teplotu.



Tato uspořádání se používají v systémech s velkými průměry potrubí a proměnlivými průtoky vody.



Elektrické připojení 4 čidel pro měření průměrné teploty.

Autoři:

Rene Bader
Vedoucí školitel
Fr. Sauter AG, 4016 Basle

Willy Landolt
Siemens Building Technologies (Schweiz) AG

Ewald Senn
Dříve: Sulzer Infra (Schweiz) AG

Paul Zuger
Central Branch Manager
Siemens Building Technologies (Schweiz) AG

Anglický překlad Marguerite Minster a Gerald McGilley
Siemens plc
Building Technologies Group (UK)

Český překlad Michal Bassy
Siemens, s.r.o.
Smart Infrastructure, úsek Building Products