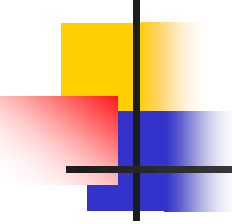


MEDENÝ PROGRAM

- **V kotúčoch** – mäkké do priemeru 22/1 mm, MWPmax = 54 bar
- **Rovné** – tvrdé dĺžka do 5 m do $f = 108/2,5$ mm, MWPmax = 27 bar
- **Požiadavky:**
- Ohýbanie, delenie, flérovanie, spájkovanie,
- Čistota,
- Odkysličené (*vodíková nemoc – krehnutie pri spájkovaní*)
- **Po odrezaní trubky sa zbytok musí znovu uzatvoriť!!!**



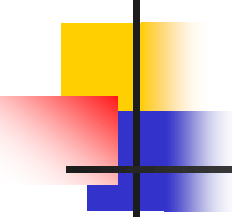


Pre inštalácie chladikových potrubí sú platné tieto normy EU

- EN 378-2 (*stanovené tlaky a voľba materiálov*)
- EN 13133, 13585 (*tvrdé spájkovanie a skúšky spájkovaných spojov*)
- EN 13134 (*tvrdé spájkovanie a prevádzkové skúšky spájkovaných spojov*).

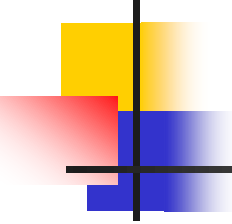
STN EN 18279, 12799, 12735-1,2

- Len používanie vhodných materiálov a správne a dôsledne vykonaná montáž zaručí, že okruh je čistý, suchý, teda bez vlhkosti a nečistôt.



Zásady pre vedenie trubiek,

- pre montáž chladiacich okruhov používajte len dehydrovaných medených trubiek s pevne uzatvorenými koncami. Pri preberaní preto vždy skontrolujte, že konce trubiek sú uzatvorené (*zátkami alebo záklepmi*). Nikdy nie trubky kúrenárske alebo vodovodné!!!
- vždy dodržiavajte zásadu, že konce trubiek majú zostať uzatvorené až do okamihu ich bezprostredného použitia. Je to prvý predpoklad minimalizovania prístupu vzduchu a vlhkosti k vnútorným povrchom trubiek,
- pre vykonanie dĺžkových úprav, ohybov lebo pred nasadením armatúr odstraňte všetky nečistoty (*odery, triesky a ostatné pevné nečistoty*),
- zabráňte oxidácii vnútorných povrchov trubiek pri spájkovaní.
- pre delenie (*skracovanie*) trubiek používajte zásadne rezačky,
- mimo rezu nikdy nepotierajte mazadlom.
- Špony, otrepy odstraňujte prednostne odhrotovačom, v krajných prípadoch škrabákom, zásadne však vždy v polohe trubky rezom dolu,
- izolačné hadice navliekajte ešte pred montážou,



ZVÁRANIE A SPÁJKOVANIE

Oproti zvaraniu, pri ktorom sa základné materiály roztavia, pri spájkovaní sa roztaví len spájka, ktorá pokryje spojované časti, leguje ich, preniká medzi spojované časti s kapilárnym účinkom

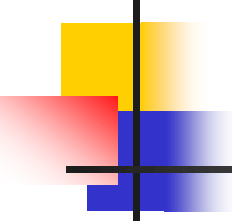
SPÁJKOVANIE



- **Na mätko** – 200-300°C bez okují, pri menšom namáhaní do f 35/1mm,
- **Na tvrdo** – 600-800°C. Pri teplote 700 °C med' v styku s O₂ tvorí okuje a preto je **nutný preplach dusíkom**

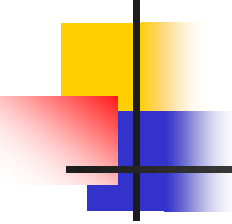
Výhradne pod ochrannou atmosférou

- Pri spájkovaní bez ochrannej atmosféry dochádza vždy k opalu medi a vzniku okysličenej vrstvy aj na vnútornom povrchu trubky.
- Táto je polyesterovými olejmi ľahko rozpúšťaná a roznášaná po okruhu. Následne potom zanáša filtre, trysky expanzných ventilov, usadzuje sa na sedlách priamo činných elektromagnetických ventilov alebo vo vodítkach ich jadier.
- To negatívne ovplyvňuje ich funkciu, jadra zostávajú „visieť“ a ventil sa neuzatvára.



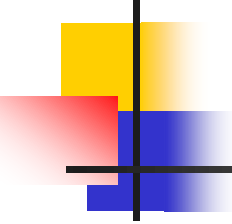
Ochranná atmosféra

- Ako ochrannej atmosféry je možné používať:
 - *technicky čistého dusíku*
 - *zmesi dusíku a vodíku s podielom vodíka v rozmedzí od 5 do 10 %*
 - *liehu.*
- Ako ideálna ochranná atmosféra je pre tieto prípady v poslednej dobe odporúčaná zmes dusíka a vodíka, najmä pre svoju schopnosť chemicky meniť okysličenú med' späť na med' čistú,



PÁJKY

- **Fosforečné:** nie pre oceľové diely a potrubia vystavené chveniu, lámavé.
- **Strieborné:** odolávajú namáhaniu. S obsahom Ag stúpa cena.
- **Kadmiové nie** – spôsobujú rakovinu!!

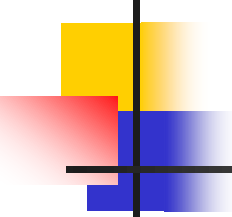


Zásady pre spájkovanie

- používanie mäkkých spájk je pre spoje chladivového potrubia **nepripustné**,
- nikdy nepoužívajte spájk obsahujúcich zinok, alebo olovo. Tieto **sú zakázané** vo všetkých zariadeniach prichádzajúcich do styku s potravinami,
- **prípustné** sú len tvrdé spájky s obsahom striebra. Obsah striebra rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje taviace teplo spájky, schopnosť jej zatekania a samozrejme ovplyvňuje aj statickú a dynamickú pevnosť spájkovaného spoja. Spájky s obsahom striebra nižším ako 15 % sú pre tieto účely nevhodné,
- pre spoj vykonávaný tvrdým spájkovaním by špára medzi nasúvanými koncami mala byť cca **0,04 mm**. Menšia špára nezaručuje dokonalé zatekanie spájky (*je nedostatočná pre kapilárne zatekanie*) a časom sa spoj stáva netesným. Pri väčšej špáre môžu naopak v spoji vzniknúť bublinky (*bunkre*),

Spájky obsahujúce fosfor sa nepoužívajú na

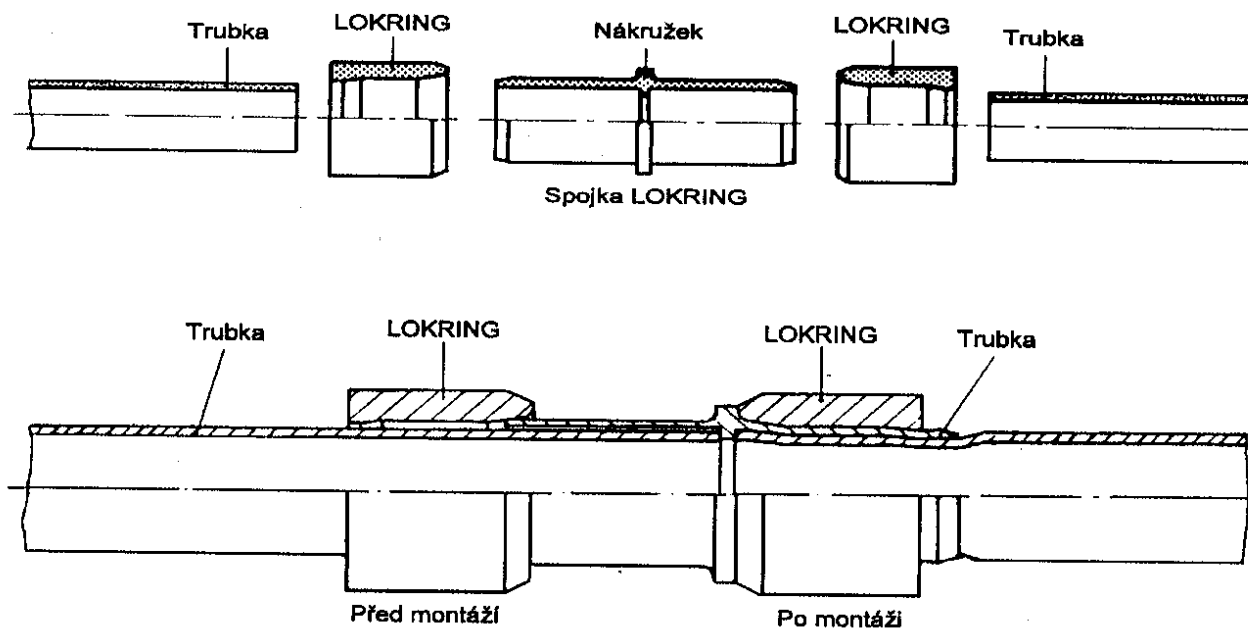
- Na spoje potrubia kladeného:
 - do kanálikov
 - do rúr
 - pod obslužné vitríny a pre jej vnútorné trubkovanie
- V týchto priestoroch sa postupne hromadí atmosféra obsahujúca mimo iného aj sírne zlúčeniny, obsiahnuté v prostriedkoch používaných pre čistenie vnútorných priestorov týchto vitrín. Súra sa z týchto zlúčenín postupne uvoľňuje a rozpúšťa fosfor obsiahnutý v spájkach (*takzvaná selektívna korózia*). Skôr či neskôr potom dochádza k úniku chladiva. Pre tieto účely je napríklad vhodná spájka L-AG45 Sn,



Spájky s fosforom

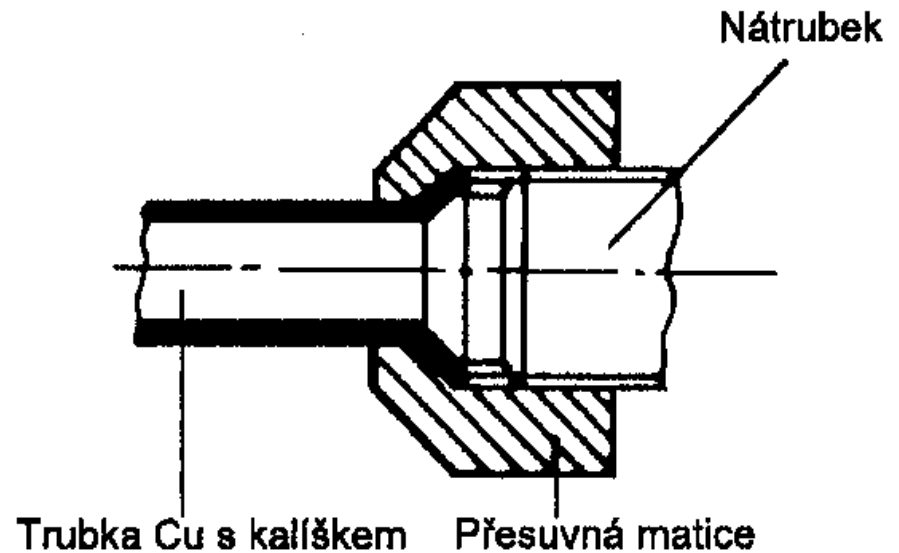
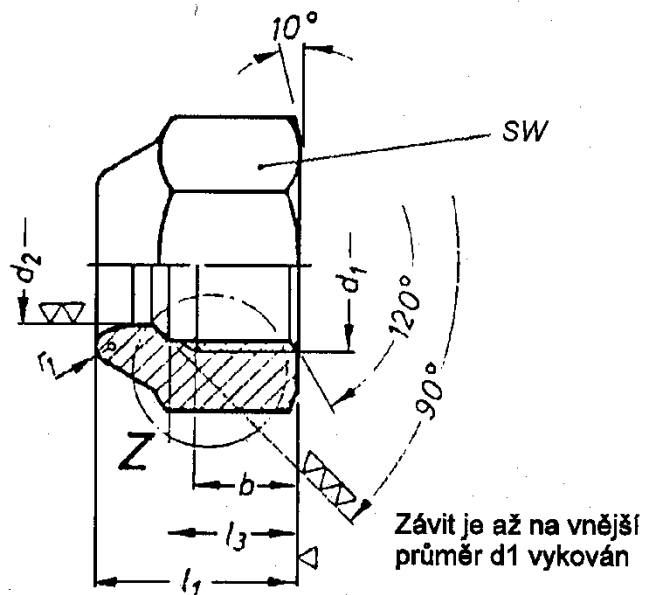
- pre spoje potrubia vedeného po stenách je možné používať aj strieborných spájok obsahujúcich fosfor. Avšak ani pre tieto prípady nie sú vhodné spájky s obsahom striebra menším ako 15 %,

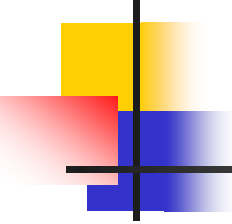
Lokring spojení



Skrutkové kalíškové spojení

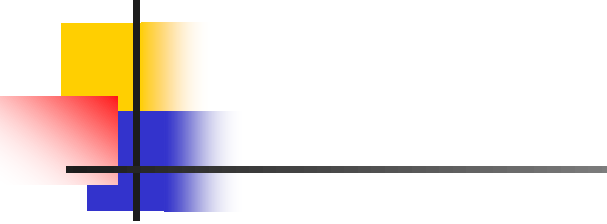
Tvar A pro trubky v mm rozměrech



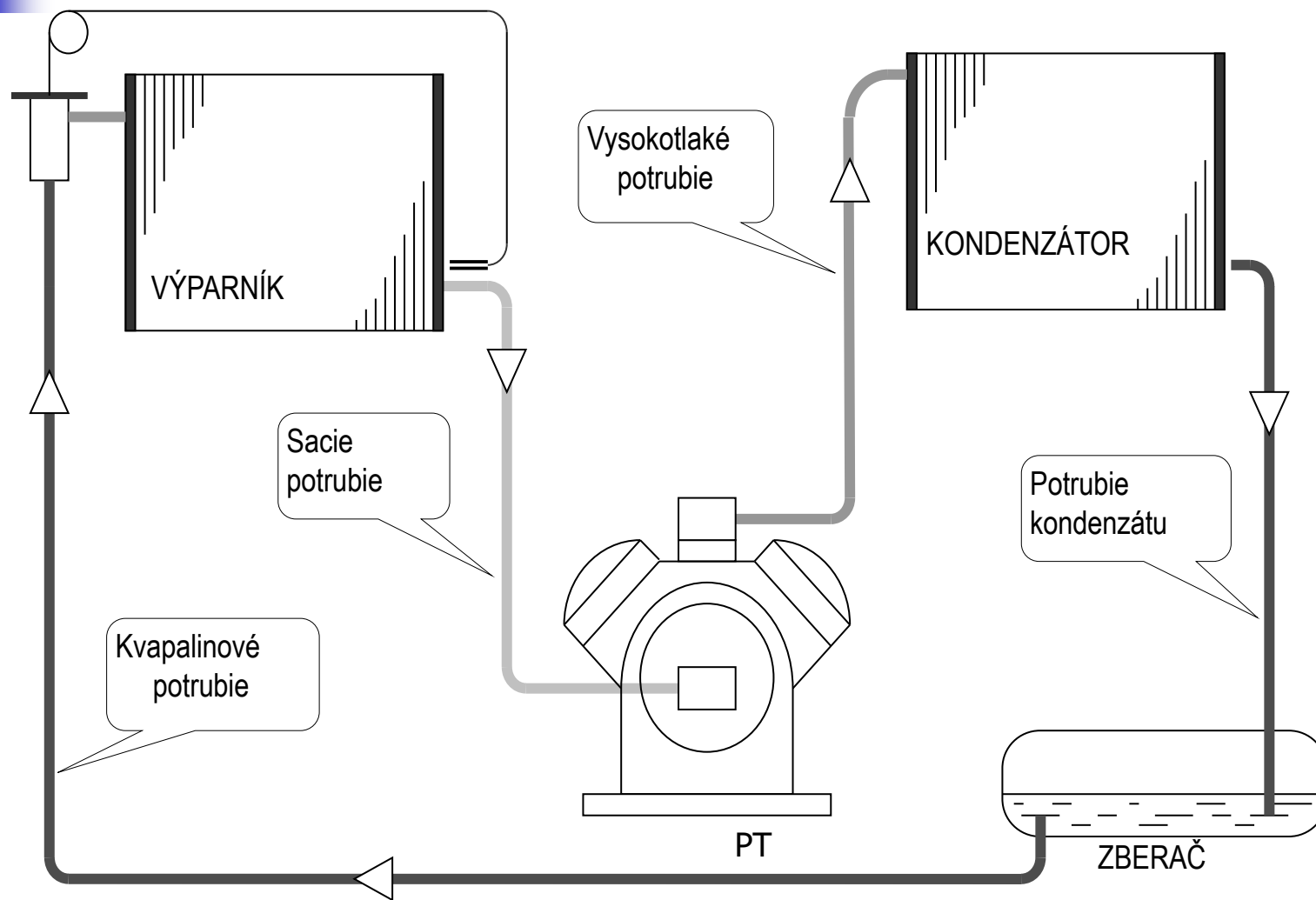


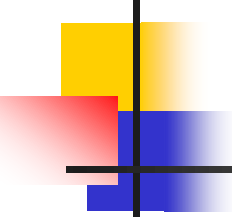
UPEVNŇOVANIE POTRUBÍ

- SPONAMI S GUMENOU VLOŽKOU
- NIE KONTAKTU POZINKSPOJOM A MEDENÝCH TRUBIEK
- POZOR NA KORÓZIU A ROZŤAŽNOSŤ
- $\Delta L = \lambda L \cdot \Delta T$

Názov funkcie	Funkcia
Výtlačné potrubie 	♦ privádza stlačené pary chladiva a obiehajúce množstvo oleja zo združenej jednotky do kondenzátora. Patria k nemu aj časti spájajúce výtlak s rekuperačnou jednotkou a rekuperačnú jednotku s kondenzátorom ♦ tlmí kmitanie a plynových pulzácií vznikajúcich pri stláčaní ♦ tlmí vplyvy vysokého tepelného namáhania ♦ odstraňuje kvapalinové rázy pri rozbehu kompresorov spôsobované vracaním olejom a kvapalným chladivom
Potrubie kondenzátu	♦ privádza kvapalné chladivo (<i>kondenzát</i>) z kondenzátora do zberača ♦ umožňuje spätné prúdenie pár zo zberača do kondenzátora (<i>takzvané dvojfázové prúdenie</i>)
Kvapalinové potrubie	♦ privádza zmes kvapalného chladiva oleja zo zberača k expanznému ventilu (<i>k expanzným ventilom</i>)
Potrubie expandovaného chladiva	♦ privádza expandované chladivo z expanzného ventilu do výparníka/kov
Sacie potrubie	♦ privádza prehriate pary a obiehajúci olej z výparníka do sania združenej jednotky
Potrubie odmrazovania horúcimi parami chladiva (<i>stlačenými</i>)	♦ privádza stlačené horúce pary chladiva z výtlaku jednotky do odmrazovaných výparníkov
Potrubie odmrazovania chladnými parami stlačeného chladiva	♦ privádza stlačené chladné (sýte) pary chladiva z parného priestoru zberača kvapalného chladiva do odmrazovaných výparníkov

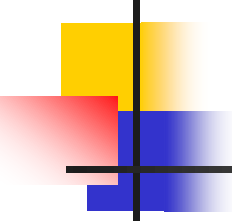
Potrubia v chladiacom okruhu





Pre dimenzovanie jednotlivých úsekov je rozhodujúce:

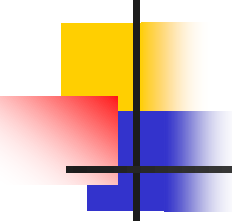
- optimálna rýchlosť prúdenia daného chladiwa príslušnou sekciou
- chladiaci výkon (*množstvo pretekajúceho chladiwa*)
- smer prúdenia (*horizontálny či vertikálny*)
- členitosť siete a dĺžka jednotlivých častí
- priamy vstrek expandovaného chladiwa do výparníka, alebo použitie rozdelovača.



Hospodárne rýchlosti

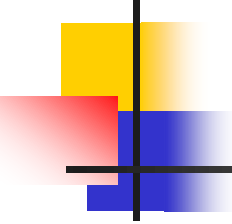
Hospodárne rýchlosti prúdenia v potrubiach m/s

Úsek potrubia	Optimálna rýchlosť prúdenia chladiva			
	NH3	R22	R134a	R404A
Výtlačné potrubie	16-25 m/s	10-15 m/s	10 –14 m/s	10 –15 m/s
Potrubie kondenzátu	< 0,3-0,5 m/s pre všetky chladivá			
Kvapalinové potrubie	< 0,4-0,8 m/s pre všetky chladivá			
Sacie potrubie	15-20 m/s	7-11 m/s	8-11 m/s	8-15 m/s



Všetky chladičové potrubia

- udržiavať spád v smere prúdenia (*min. 1 : 100*),
- zabrániť zbytočným vakom,
- zohľadniť chvenie a rozt'ažnosť.



Sacie potrubie

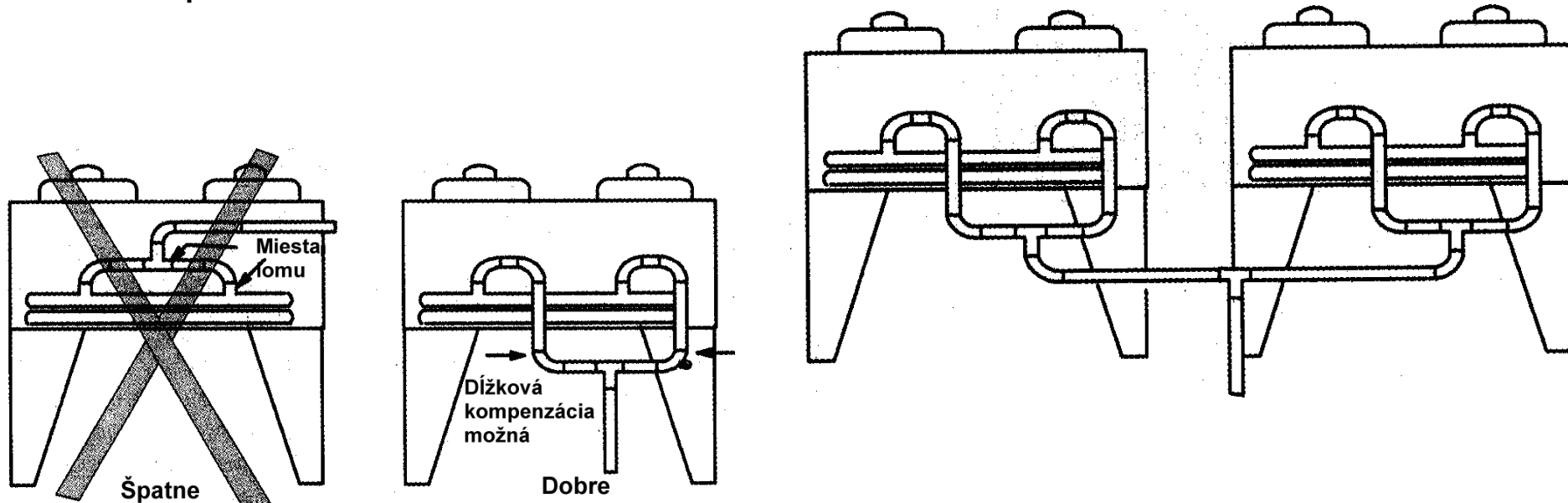
- tlaková strata v prijateľných medziach (*do 1,1 K*),
- dodržať rýchlosť prúdenia potrebnú pre vracanie oleja,
- spád v smere prúdenia (*pomer 1 : 100*),
- sifón pred každým stúpaním,
- na stupačkových potrubíach nad 4 m umiestňovať sifóny každé 3 m,
- výškové rozdiely prekonávať zásadne zvislo (*nikdy šikmo!*),
- zabrániť styku s vodovodným potrubím,
- v zariadeniach s výkonovou reguláciou stupačkové potrubia deliť.

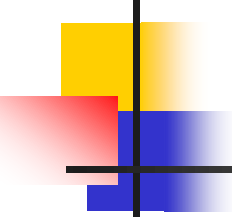
Zásady platné pre výtlačné potrubie

- pokiaľ je kondenzátor umiestnený vyššie ako kompresorová jednotka, vykonáva sa za výstupným hrdlom výtlaku **najskôr ohýb smerom dolu** (*sifón*) – aby olej v kľude nestekal priamo do hláv kompresorov,
- tlaková strata v prijateľných medziach (*do 1,1K*),
- v prípade výkonovej regulácie kompresorov **delit'** „stupačky“ obdobne ako v sacom potrubí (*podľa počtov regulačných stupňov*),
- vstup výtlačného potrubia do kondenzátora vykonávať **vždy zhora**,
- pri rozmiestňovaní držiakov potrubia rešpektovať teplotnú rozťažnosť a **zásadne** pre výtlačné potrubie **nepoužívať** držiakov so silikonovými vložkami,
- potrubie chrániť proti mechanickému poškodeniu,
- pre tepelné izolácie privody výtlačného potrubia do rekuperačných jednotiek používať len materiály s teplotnou odolnosťou do 150° C,
- v nutných prípadoch (*chvenie jednotky*) eliminovať vibrácie „*anakondami*“.
- Zvláštnu pozornosť venovať pripájaniu kondenzátorov s dvomi vstupmi a pripojovaniu dvoch paralelných kondenzátorov.

Kondenzátory s dvomi vstupmi

- Zásadný význam má vykonanie vstupov do rozdeľovača tak, aby zmeny dĺžok výtláčného potrubia boli kompenzované a nedochádzalo k deformácii tvaroviek a poškodzovaniu spojov. Príklady špatného aj správneho pripojenia výtláčného potrubia ku kondenzátorom s dvomi vstupmi





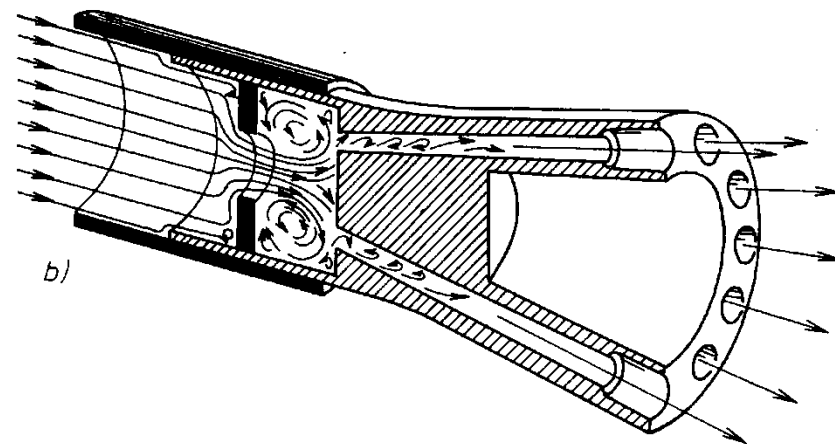
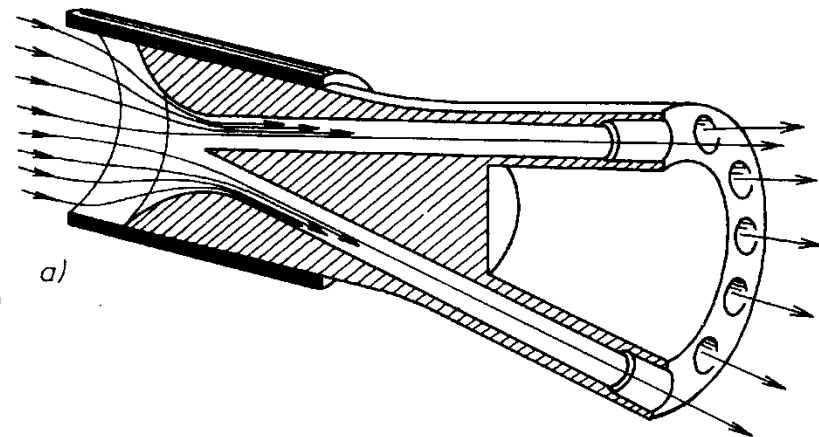
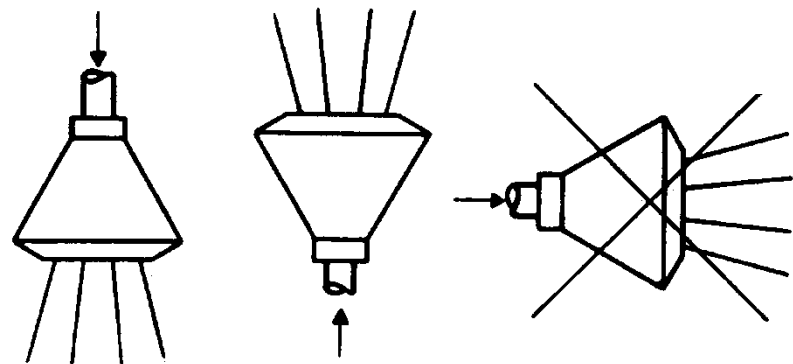
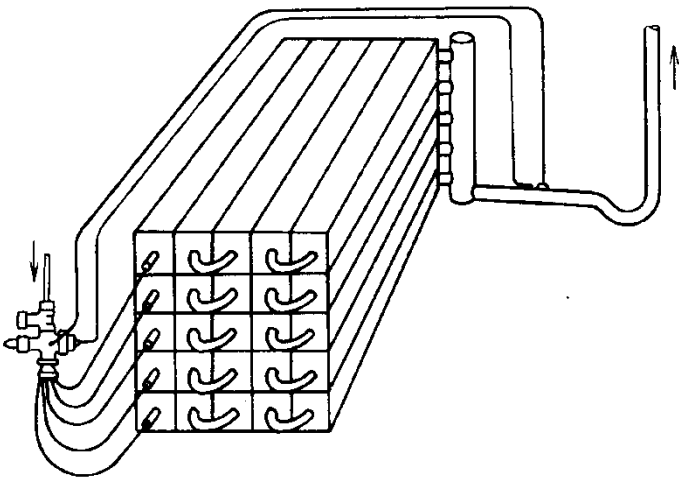
Kvapalinové potrubia

- oleje sa dobre miešajú s kvapalným chladičom, rýchlosť prúdenia nie je dôležitá
- realizovať s minimálnymi prietokovými odpormi,
- tlakovú stratu stúpačiek eliminovať výmenníkom kvapalina – plynné chladič,
- pozor na tvorbu plynových bublín tzv. „Flash gas“,
- správne dimenzovať príslušenstvo (*filter, priezorník atď.*)
- podľa tlakových strát navrhnuť podchladenie

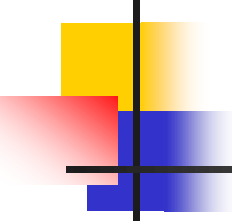
Zásady platné pre kvapalinové potrubie

- v zariadeniach pracujúcich s R22 zabrániť po celej dĺžke kontaktu sacieho potrubia s potrubím kvapalinovým (*to znamená nevyužívať sacieho potrubia pre podchladzovanie kvapaliny*),
- v zariadeniach pracujúcich s R134a je možné kontakt sacieho potrubia s potrubím kvapalinovým pripúšťať,
- v zariadeniach pracujúcich s R404A, pokiaľ je to len možné, **využívať** kontaktov sacieho potrubia s potrubím kvapalinovým pre podchladzovanie kvapaliny,
- tlakové straty vznikajúce v prípadoch väčších prevýšení stúpačiek eliminovať podchladzovaním kvapaliny a časti s podchladenou kvapalinou vždy tepelne izolovať. Avšak pozor! V okruhoch pracujúcich s R22 pre podchladzovanie kvapalného chladiva **nevyužívať** nasávaných pár (*sacieho potrubia*),
- všetky časti kvapalinového potrubia dimenzovať tak, aby nebola prekročená maximálna rýchlosť prúdenia 0,8 m/s.

Rozdeľovače



- Venturiho dýza a
- vírivý rozdeľovač



Podchladenie – tlakové straty

- Tlakové straty

- 6 m výškový rozdiel = 0,7 bar
- Odpor potrubia = 0.2 bar
- Odpor dielov = 0.2 bar
- **SPOLU** = **1.1 bar**

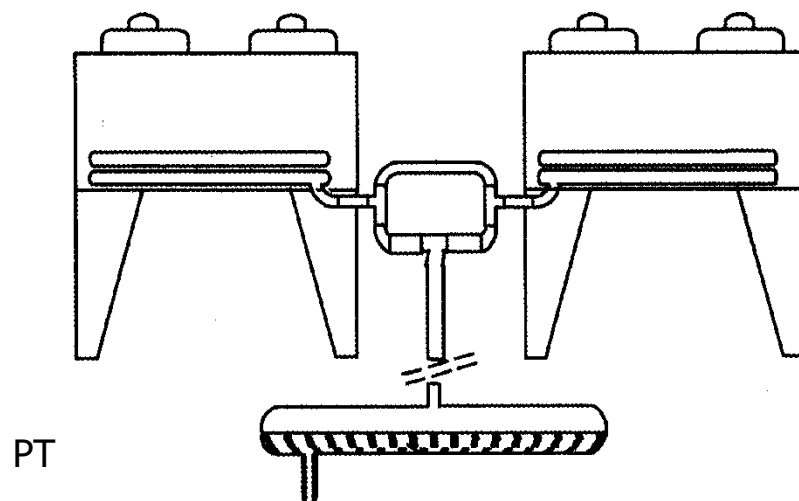
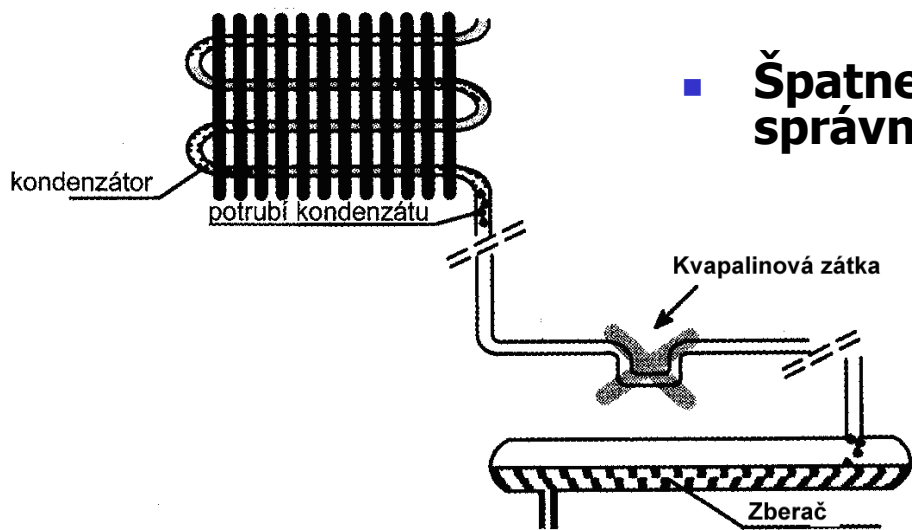
- Podchladenie

- Tlak v zberači= 17.62 Bar + 46°C
- Tlak pred TEV=16.52 bar + 43°C
- **Podchladenie** + **3°C**

Zásady platné pre potrubie kondenzátu

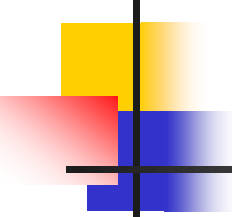
- nezabúdať, že max. rýchlosť prúdenia kvapalného chladiva v tomto potrubí nesmie byť väčšia ako **0,5 m/s!!!** – potrubie kondenzátu teda „*boгато*“ dimenzovať (*podľa nepísaného pravidla vždy o jeden stupeň väčšie ako výstup hlavného kvapalinového potrubia zo zberača*),
- viesť najkratšou možnou cestou s trvalým dostatočným spádom 2 až 4 % ku zberaču. To pri správnom dimenzovaní zaručuje ako voľný výtok kvapaliny z kondenzátora do zberača, tak aj voľné prúdenie pár chladiva zo zberača späť do kondenzátora – **dvojfázové prúdenie**,
- zameniť tvorbe „vakov“. Platí pravidlo symetrického usporiadania, v dvoch paralelne pracujúcich kondenzátoroch rovnakého typu
- pokiaľ je možné neinštalovať po trase potrubia kondenzátu žiadne uzatváracie ventily. Ak je to totiž nevyhnutné, potom **zásadne** s kúžeľkou (*vretenom*) vo vodorovnej polohe.

■ Špatne a správne



Zásady platné pre potrubie expandovaného (*nastrekovaného*) chladiva

- výstup expandovaného chladiva z expanzného ventilu vykonávať prednostne v smere zhora dolu (*znižuje sa nebezpečie upchania trysky nečistotami*),
- pri odmrazovaní horúcimi alebo sýtymi (*chladnými*) parami chladiva rešpektovať skutočnosť, že pri odmrazovacom cykle bude toto potrubie vystavené tlaku blížiacemu s tlaku kondenzačnému a teplotám až + 40° C;

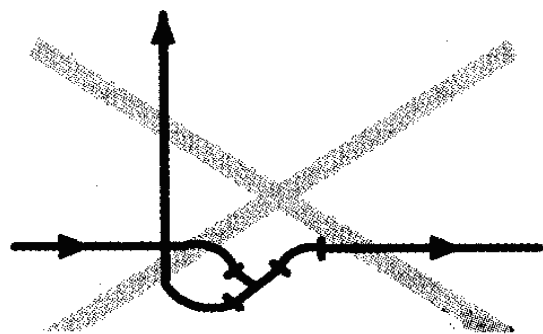


Zásady platné pre potrubie v prípadoch, že je použitý rozdeľovač

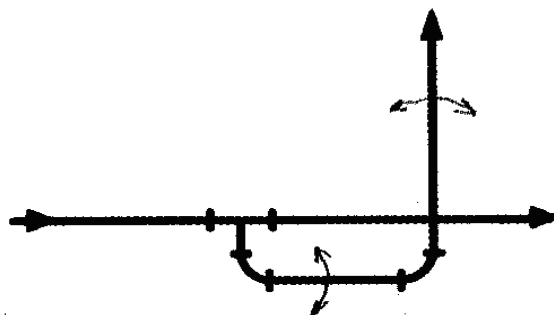
- Pre rozdeľovače platia zásady, ktoré sa nedajú jednoducho zahrnúť do výpočtových podkladov. Sú to najmä:
 - umiestňovanie rozdeľovačov čo najbližšie k expanzným ventilom, najlepšie priamo na ventily,
 - pokiaľ výrobca rozdeľovača výslovne nepripúšťa ľubovoľnú polohu rozdeľovača, umiestňovať ho **zásadne** tak, aby chladivo pretekali zvisle, smerom **zhora nadol**,
 - jednotlivé sekcie („pavúky“) od rozdeľovača k výparníku **zásadne** vykonávať rovnako dlhé, s rovnomernými ohybmi bez zužovania,
 - neumožňovať tvorbu „vankúšov“, kde by najmä, pri nižších vyparovacích teplotách mohli vznikať olejové zátky,
 - pre priemery „pavúkov“ dodržiavať predpis výrobcu – ovplyvňujú totiž výkony jednotlivých sekcií výparníkov!,
 - pokiaľ je nevyhnuté vykonať spojenie expanzného ventilu s rozdeľovačom ďalším úsekom potrubia expandovaného chladiva s ohybom, potom medzi ohybom a rozdeľovačom vykonávať **zásadne** zvislý rovný úsek s minimálne desať násobkom priemeru potrubia. Znamená to, že v takýchto prípadoch **musí** mať rozdeľovač zvislú polohu a byť pretekaný zhora dolu.

Odbočky zložitých potrubných sietí s väčším počtom prípojných miest

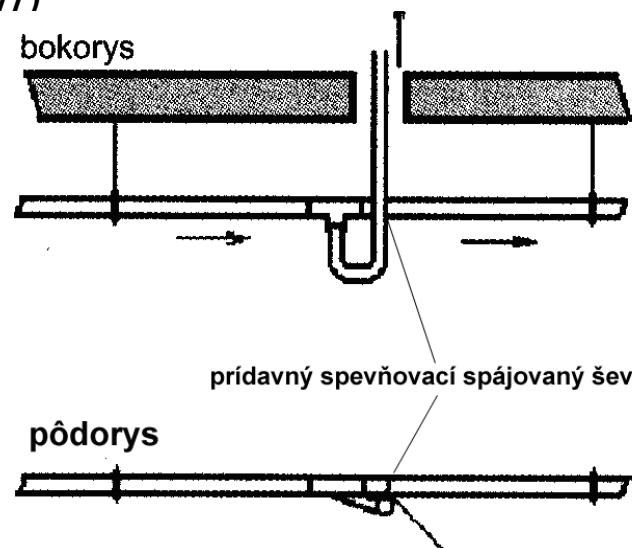
- odbočky z kvapalinového potrubia vykonávať **len zdola** a **zásadne** nepoužívať 45° kolená. Eliminácia teplotných rozťažností oboch sekcií v prípade vertikálnych odbočiek,
- čím dlhšia je vertikálne vedená odbočka odvedená z rovnako dlhého úseku kvapalinového potrubia (*to znamená, že teplotná dilatácia oboch častí bude za prevádzky značná*), tým viac je vlastný spoj medzi hlavným potrubím a odbočkou mechanicky namáhaný (*na krut*). Tým väčšie je potenciálne nebezpečenie jeho poškodzovania majúce za následok únik chladiva. Riešenie- spevňovací zvar.
- v prípadoch podchladenia kvapaliny o viac ako 20 K je treba eliminovať pôsobenie eventuálne kvapalinových rázov „klznými“ držiakmi (*Hilti*)



nesprávna
montáž odbočky
kvapalinového potrubia pod uhlom 45 °

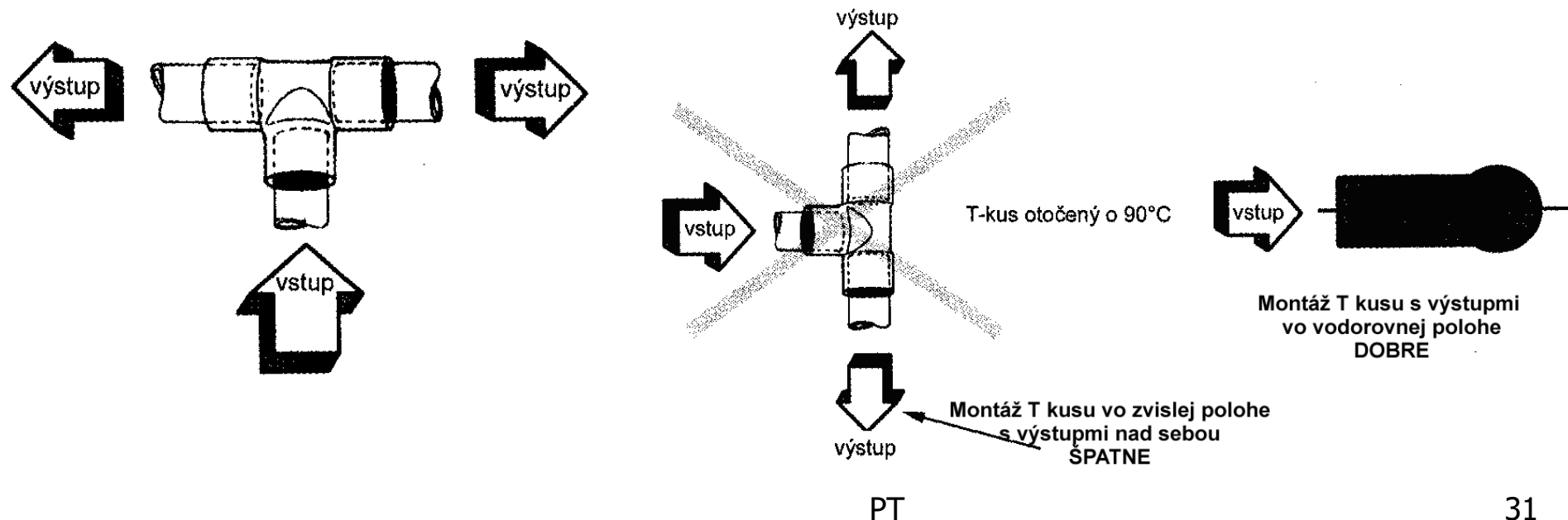


správna
montáž odbočky kvapalinového
potrubia kolienkom 90 °



Pri delení kvapalinového potrubia pomocou T – kusov dodržiavať tieto zásady:

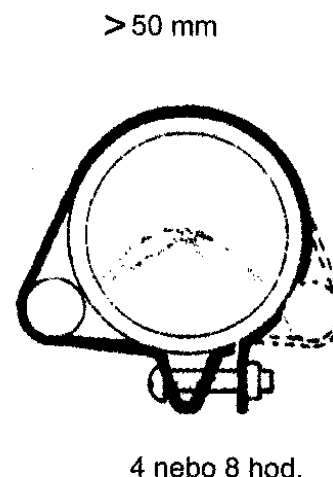
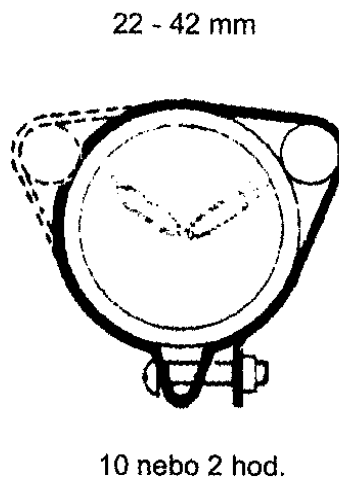
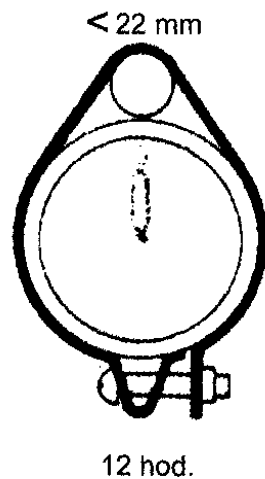
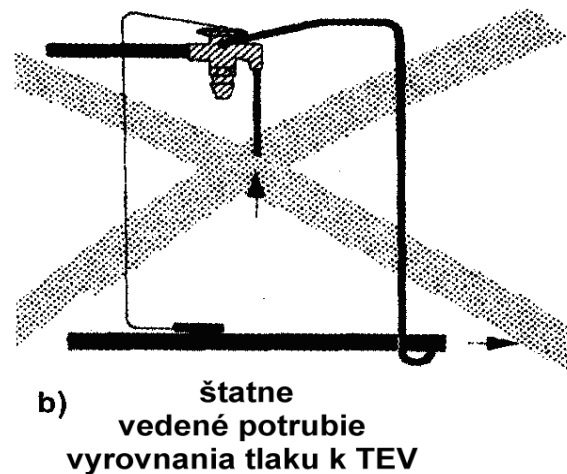
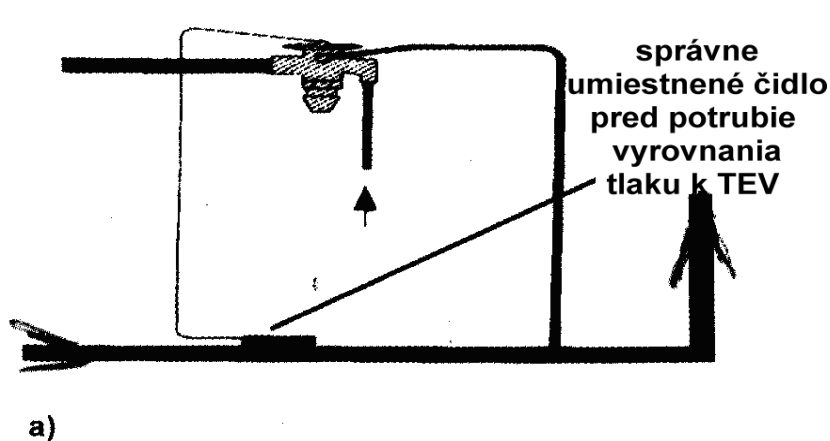
- *prostrednú vývodku T – kusu vykonávať vždy ako **vstup**, bočné vývodky ako **výstupy***
- *výstupy T kusov vykonať vždy **vodorovne**, nikdy nie zvisle nad sebou.*



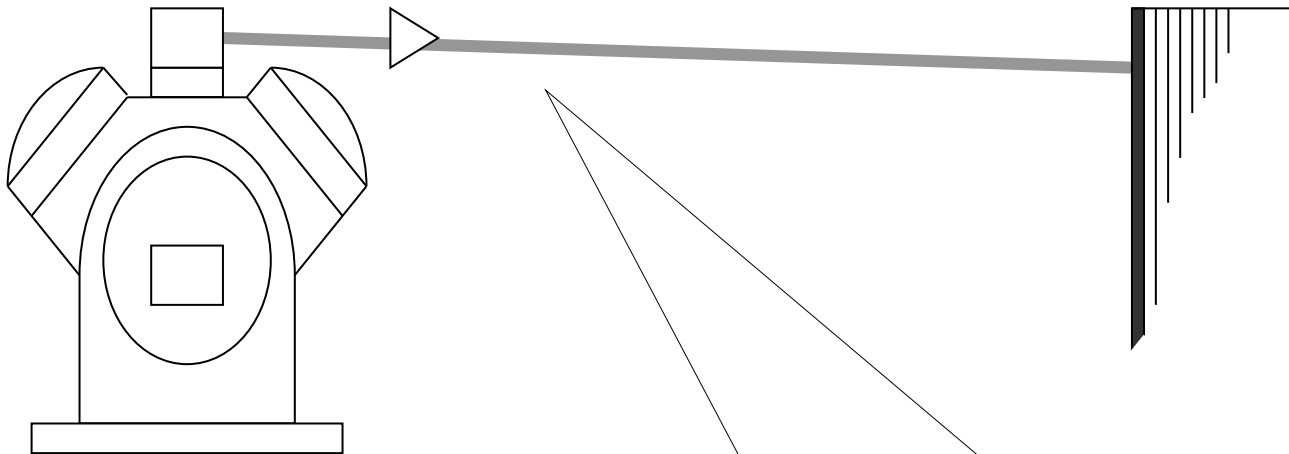
Zásady platné pre termostatické expanzné ventily

- v jednotlivých miestach rešpektovať návody výrobcu ventilov a predpis projektu. Z obecných platných zásad treba dodržiavať:
 - čidlo umiestňovať vždy na vodorovný hladký úsek sacieho potrubia tak, aby dĺžka takéhoto vodorovného úseku bola minimálne desať násobkom priemeru potrubia,
 - u termostatických expanzných ventilov s vonkajším vyrovnávaním tlakov **musí** byť čidlo umiestnené vždy **pred** prípojkou vonkajšieho vyrovnania (*v smere prúdenia chladiva*) tak, ako je znázornené na obrázku 15 a) = správne a 15 b) = špatne (*v špatnom prevedení je pri netesných odtlačných kolíkoch funkcia ventilu ovplyvňovaná kvapalným chladivom*),
 - čidlo pripevňovať **zásadne** kovovou sponou (*kovová spona sprostredkováva prestup podstatnej časti tepla z potrubia do tykavky*) a v závislosti na priemere sacieho potrubia v pozícii podľa obrázku 16,
 - čidlo nesmie byť ovplyvňované teplotou okolitého prostredia. Preto sa doporučuje zaopatríť čidlo s príslušnou časťou sacieho potrubia tepelnou izoláciou časti sacieho potrubia tepelnou izoláciou – nikdy však **nezapeňovať !!!**,
 - expanzný ventil umiestňovať **prednostne** pre prietok tryskou smerom zhora dolu (*odstráni sa tak nebezpečie zanášania trysky prípadnými nečistotami*).

Pripojenie potrubia vonkajšieho vyrovnania tlakov a umiestnenie čidla podľa priemeru sacieho potrubia

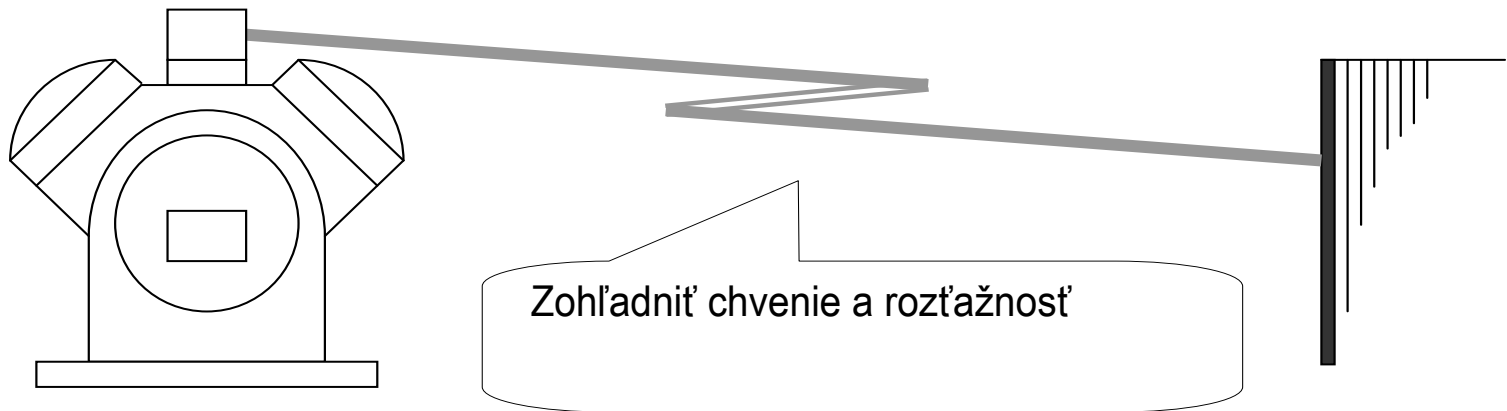
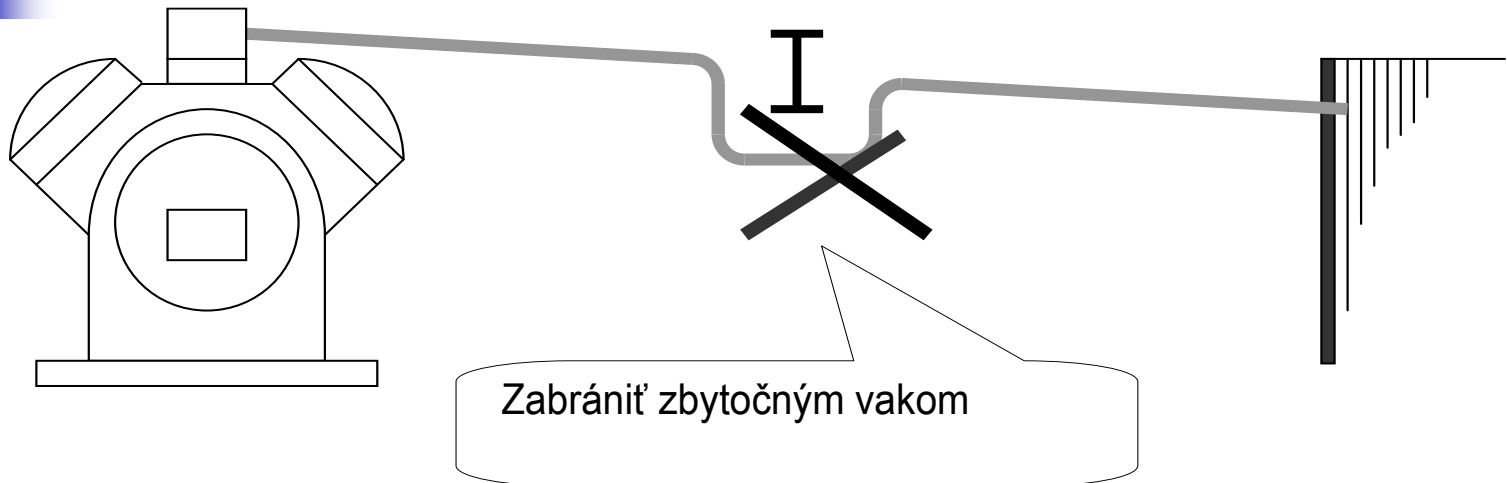


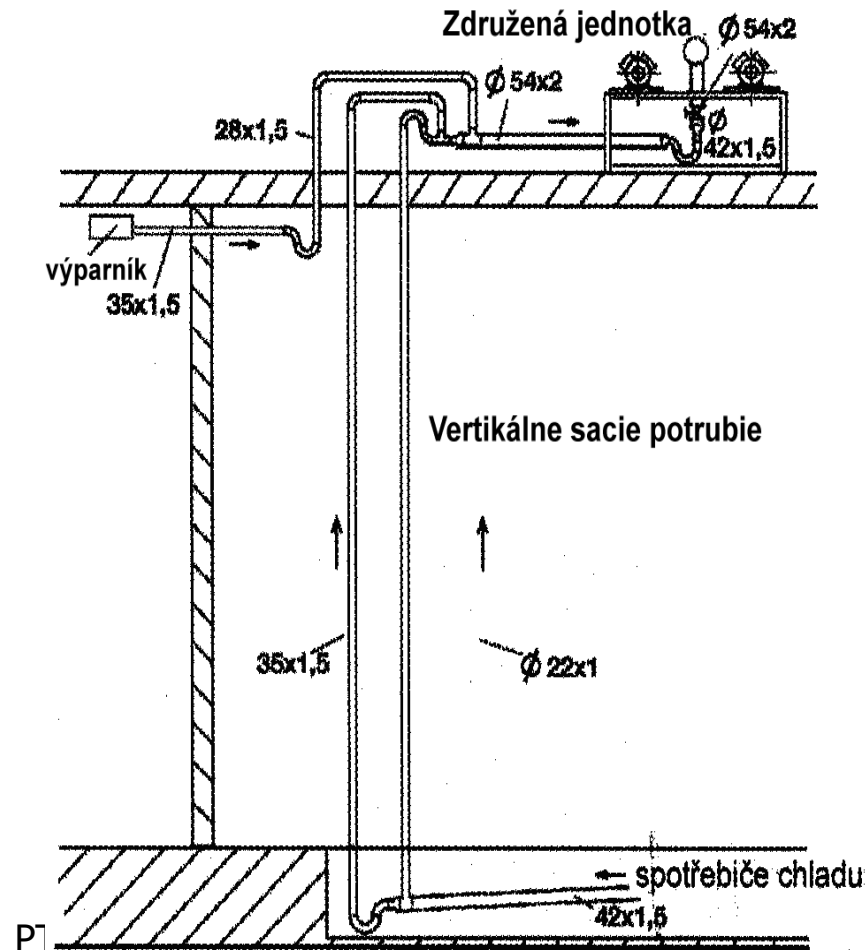
Výtlačné potrubie



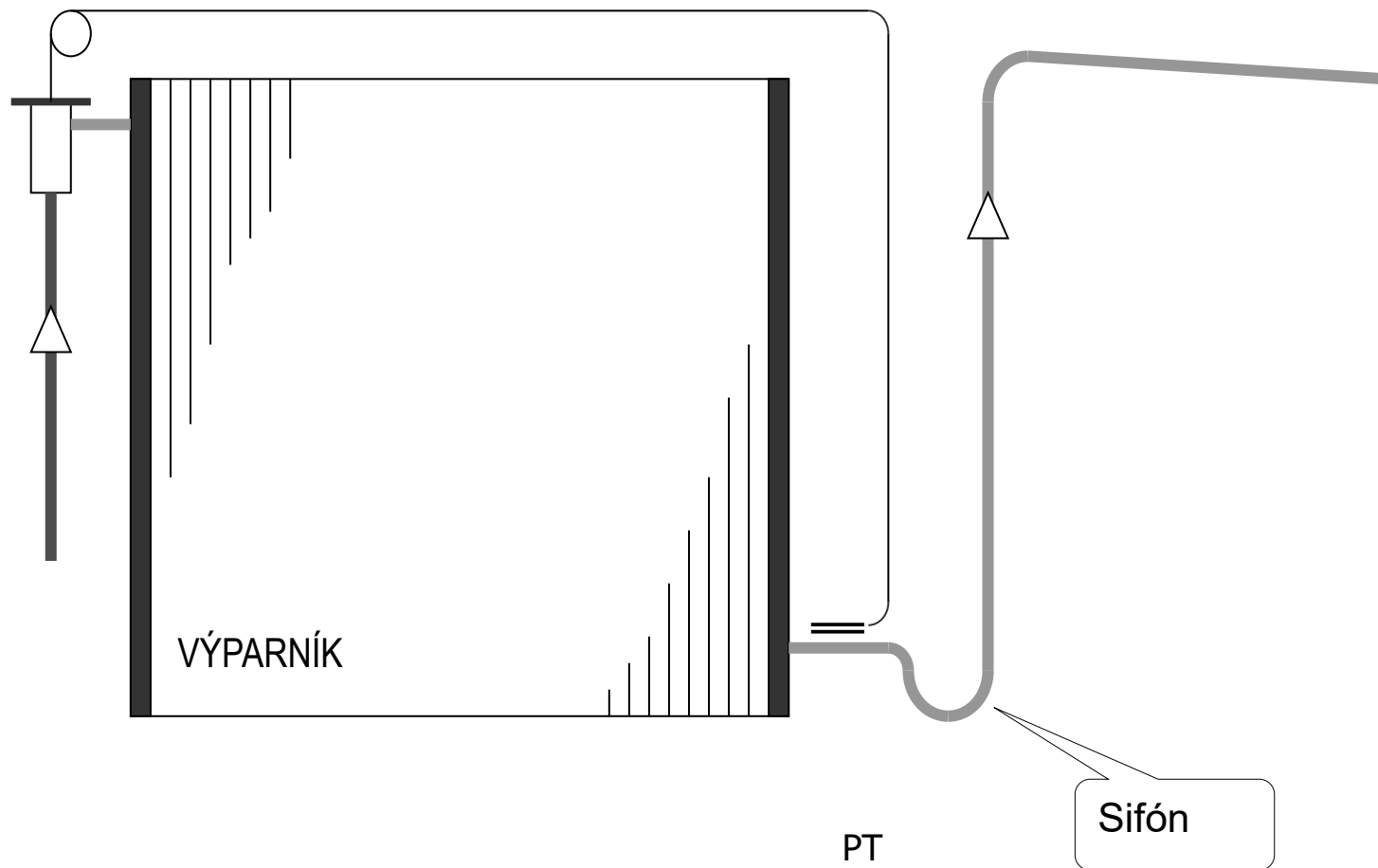
Hlavná zásada
udržiavať spád v smere prúdiaceho chladiva

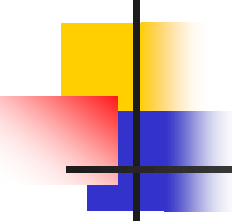
Výtlačné potrubie





Sacie potrubie





Stúpajúce sacie potrubie

Správne

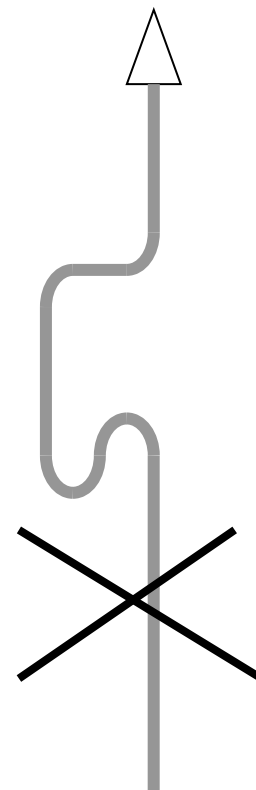


Správne

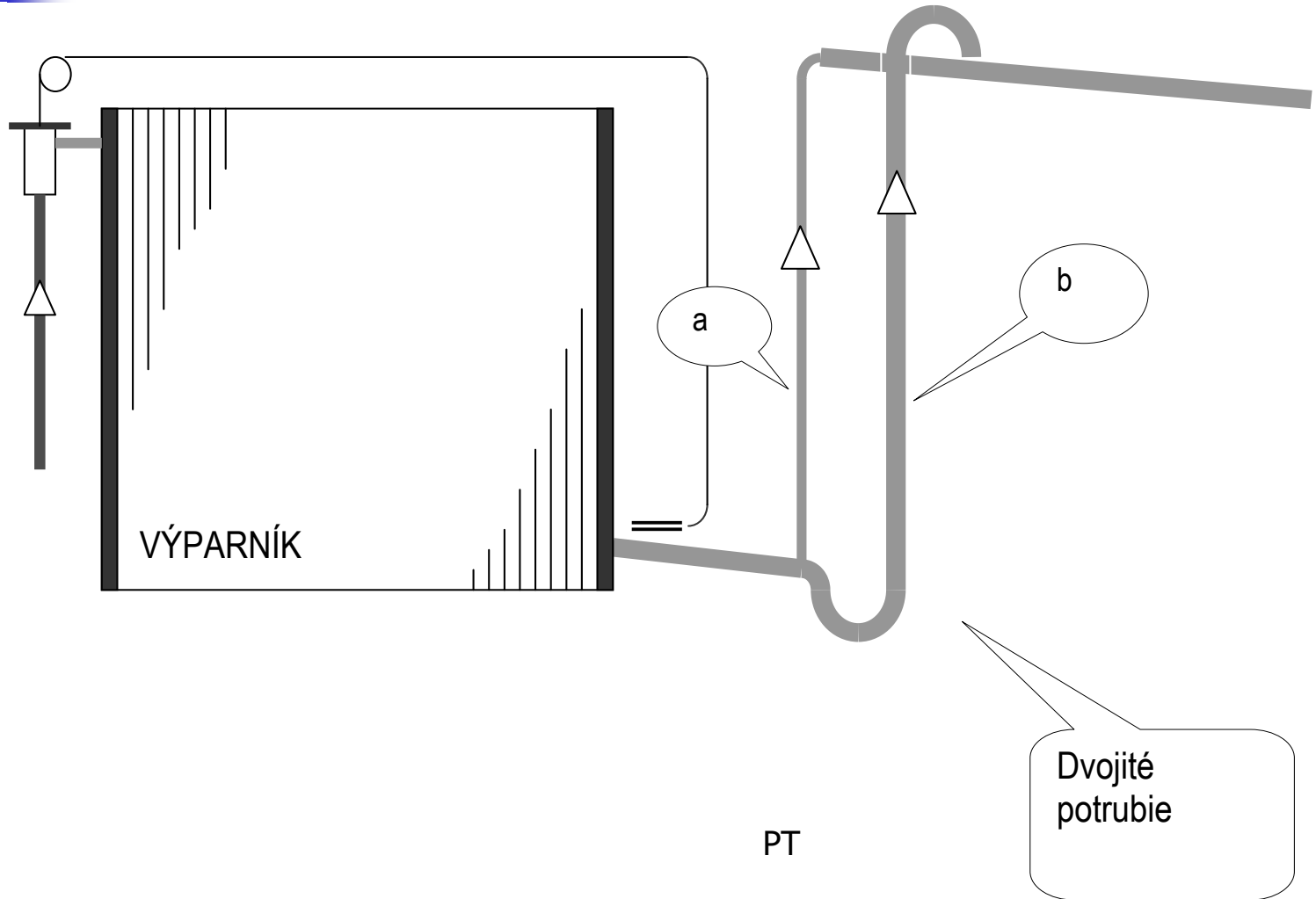


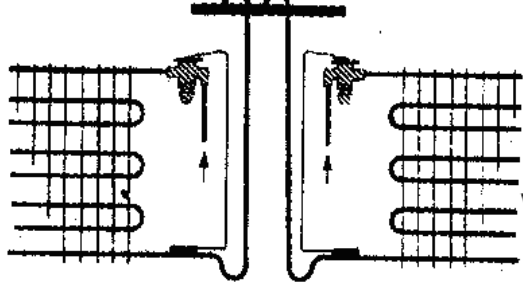
PT

Zle



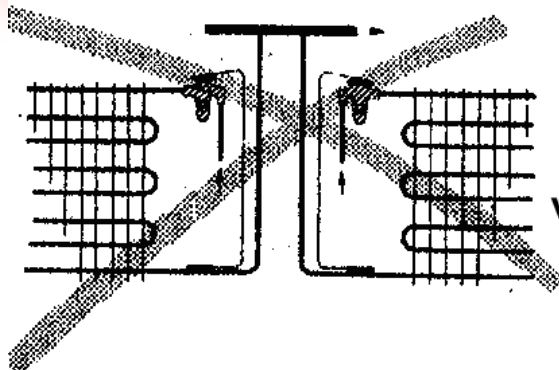
Sacie potrubie s regulovaným výkonom kompresora





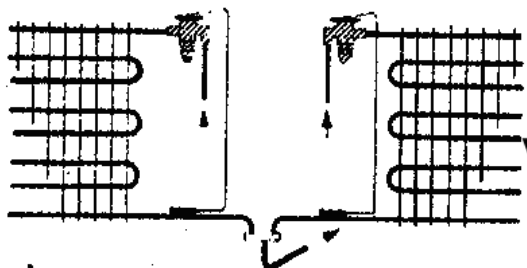
správne
pripojené sanie
vzájomné ovplyvňovanie
výparníkov je vylúčené

a)



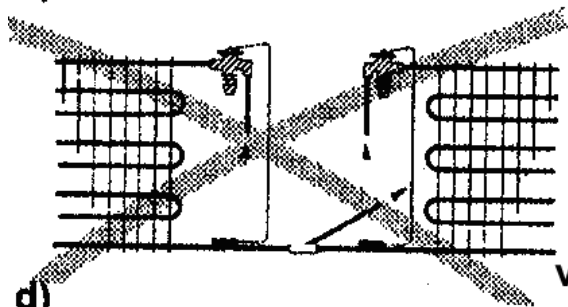
špatne
pripojené sanie
výparníky sa navzájom
ovplyvňujú olejom
i chladivom

b)



správne
pripojené sanie
vzájomné ovplyvňovanie
výparníkov je vylúčené

c)

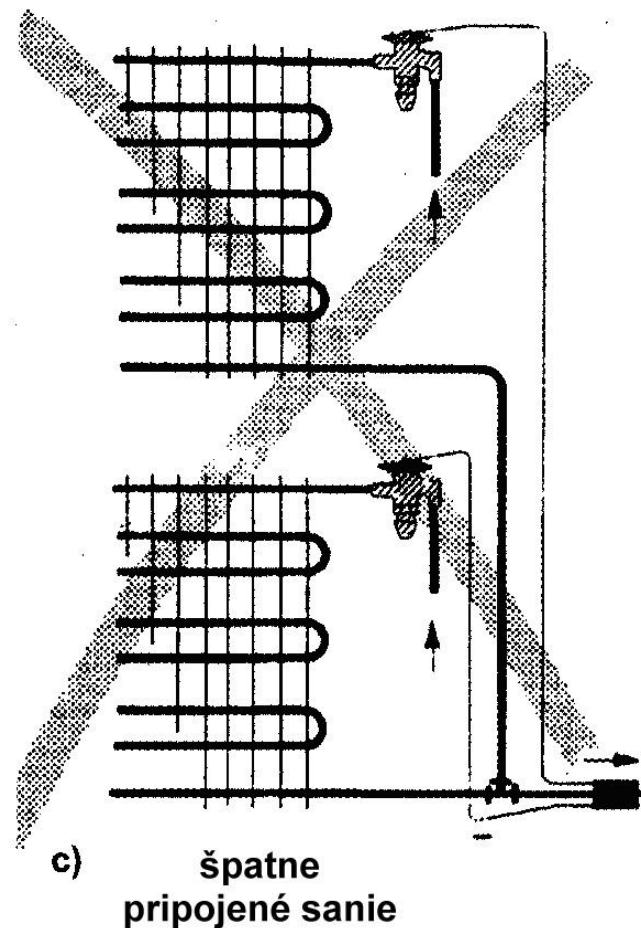
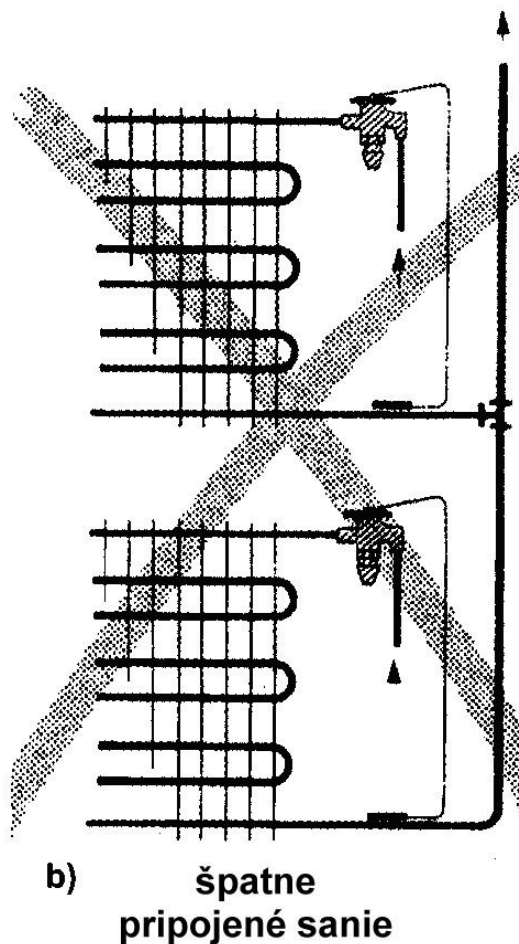
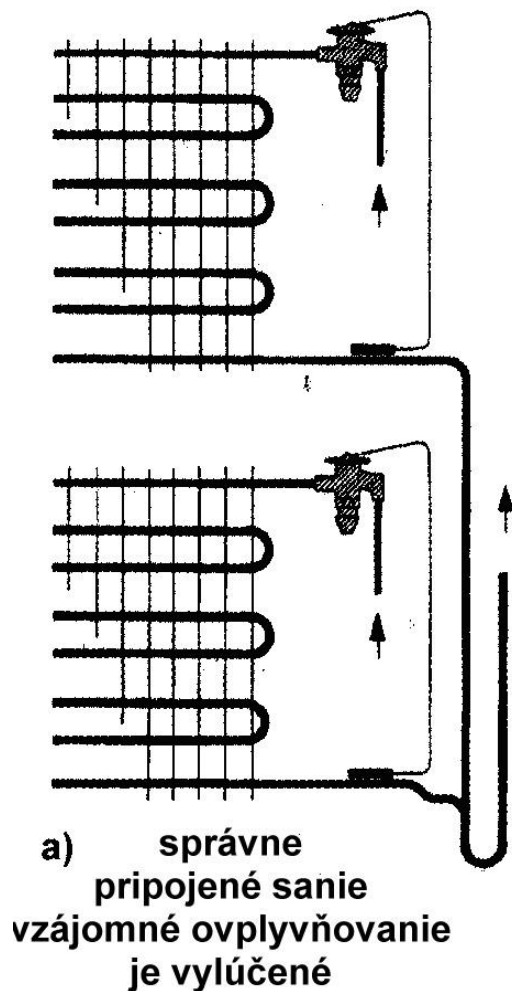


špatne
pripojené sanie
na zbernom potrubí
nie je vytvorený sifón:
vzájomné ovplyvňovanie

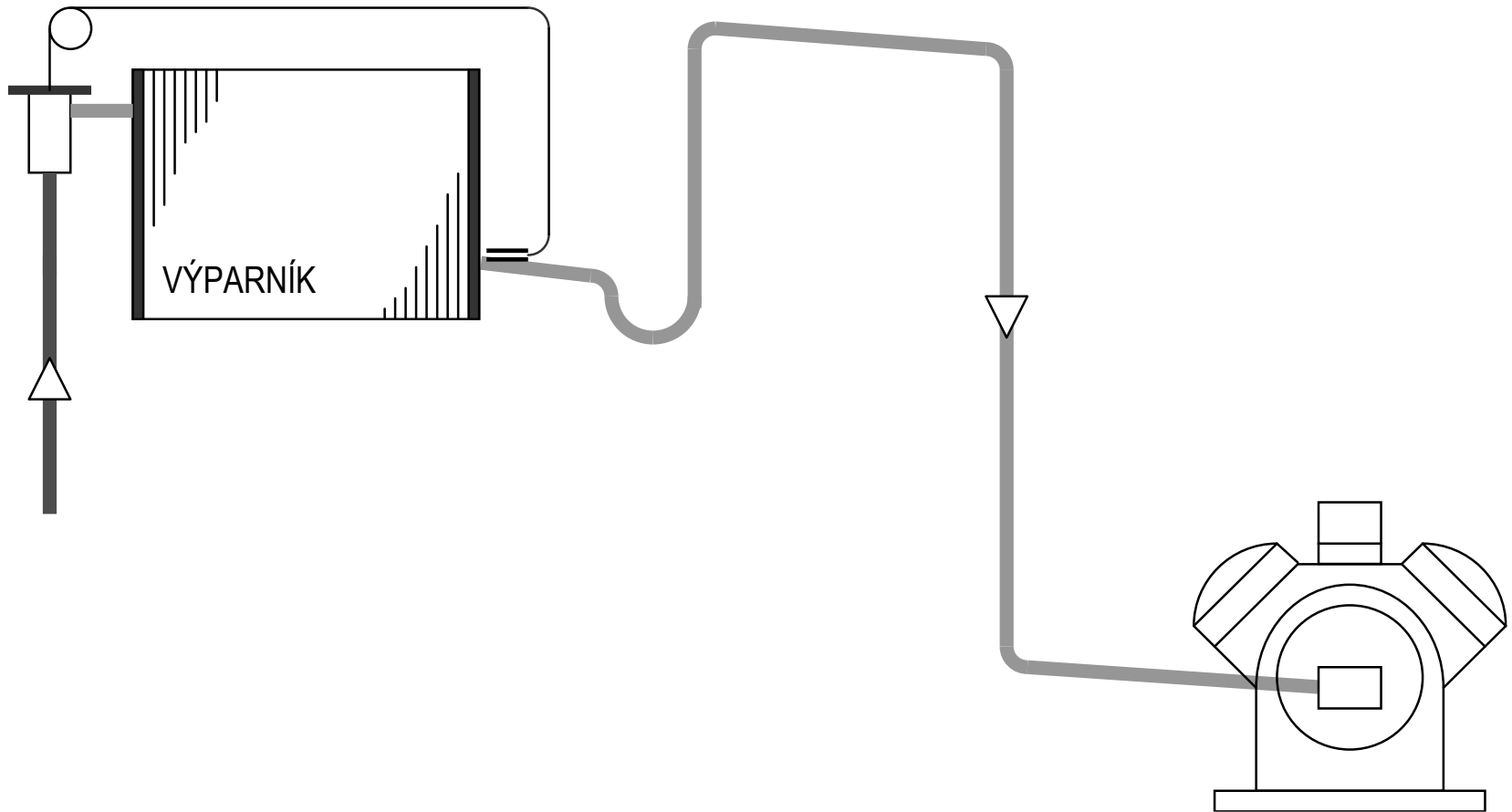
d)

Príklady správneho a špatného pripojenia dvoch výparníkov vedľa seba

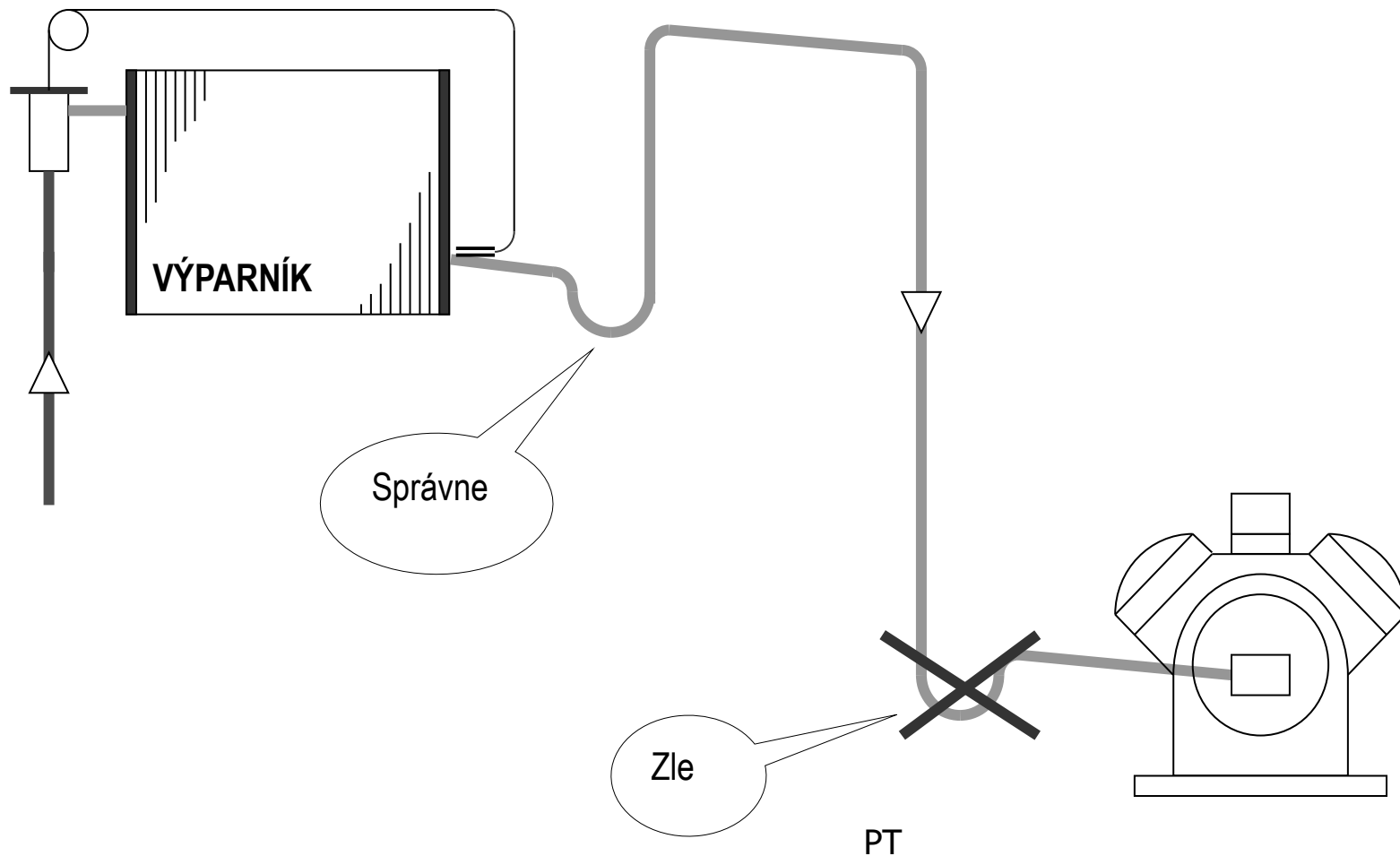
Príklady správneho a špatného pripojenia sania dvoch výparníkov umiestnených nad sebou



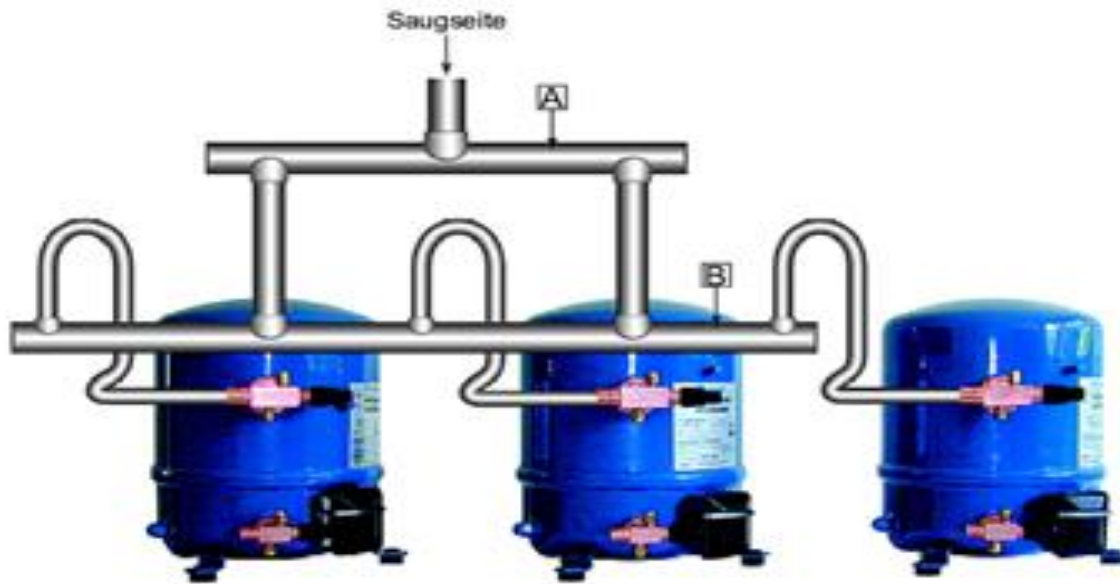
Kompresor pod výparníkom



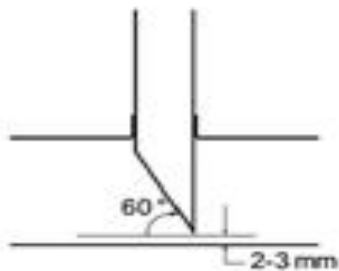
Sifón v sacom potrubí



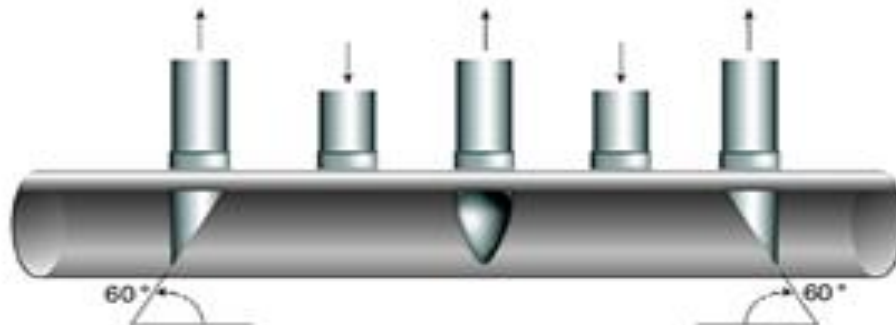
Sacie potrubie k združenej kompresorovej jednotke



Empfohlene Konstruktion der Saugsammelleitung und den Saugleitungen



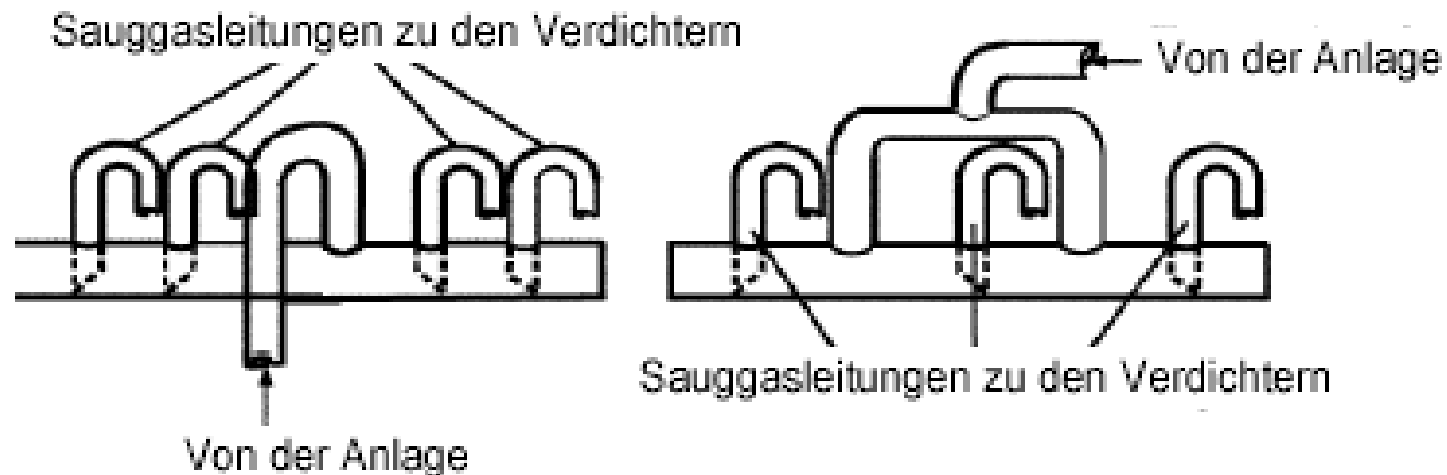
Querschnitt der Saugsammelleitung



Ausführung der Saugsammelleitung

Odporúčaná prívod sacieho potrubia k ZKJ

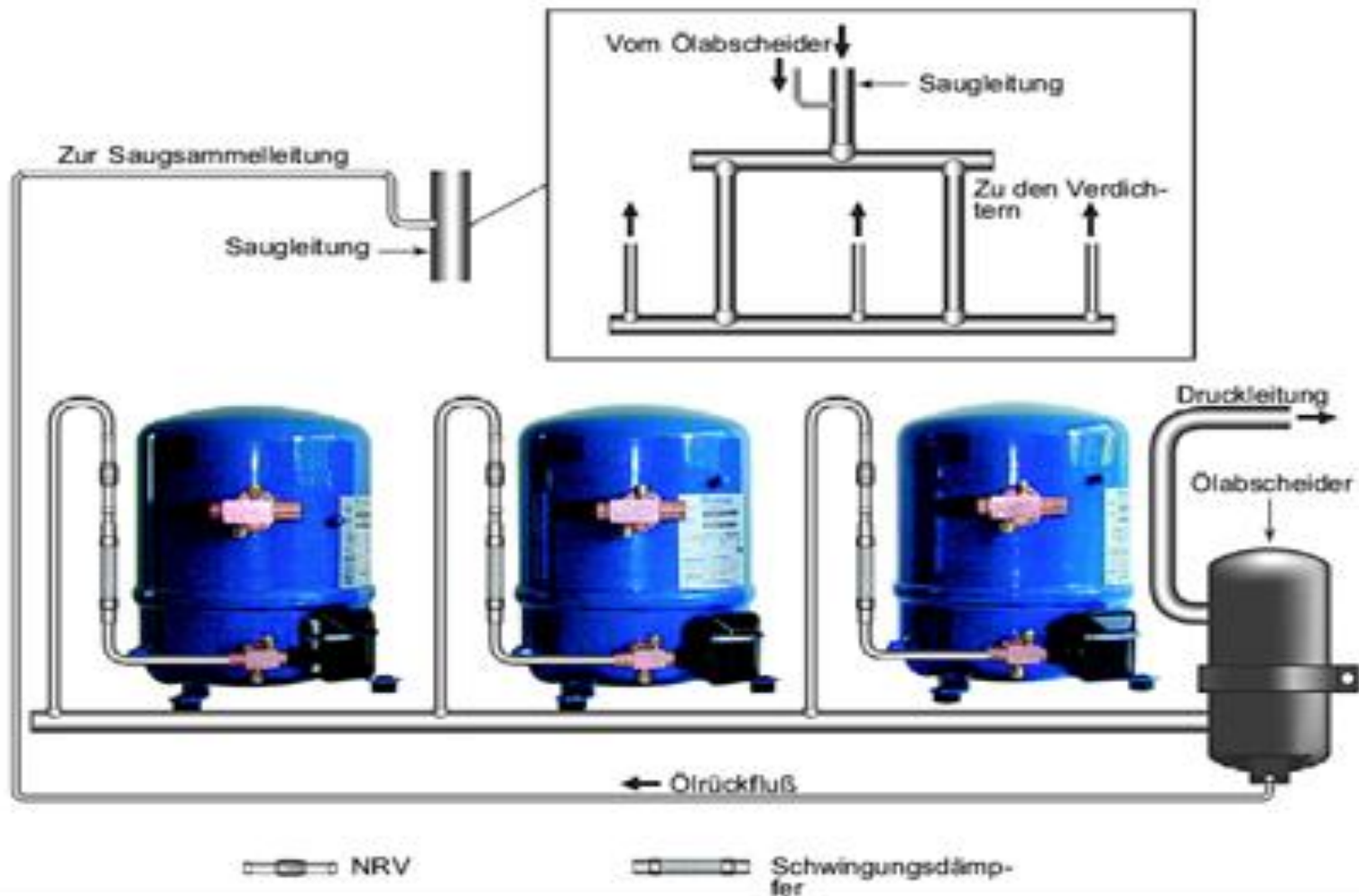
Empfohlen! !



nicht Empfohlen!



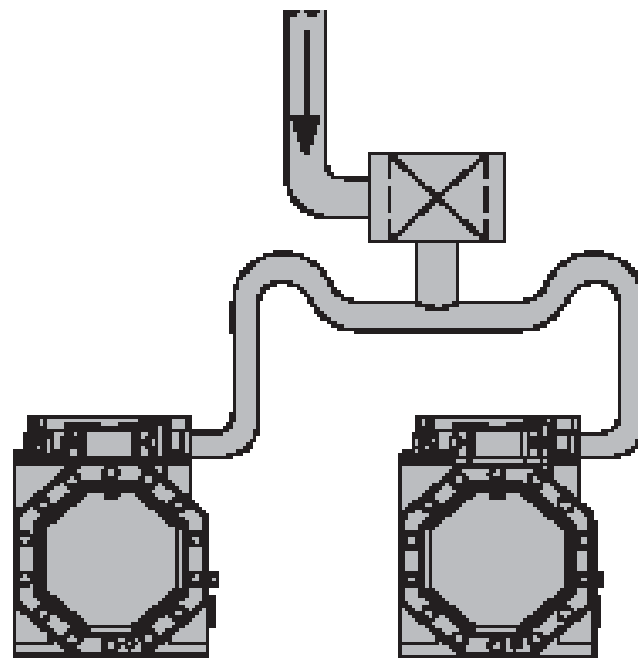
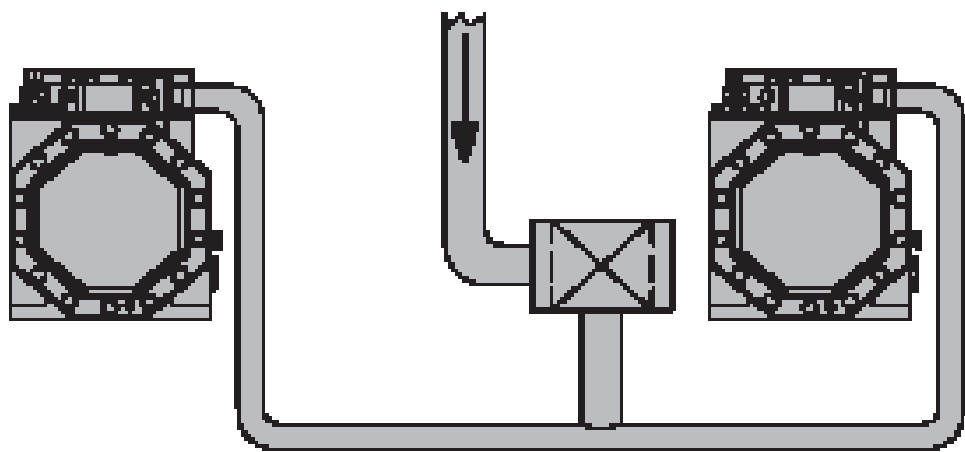
Rozvod oleja v ZKJ



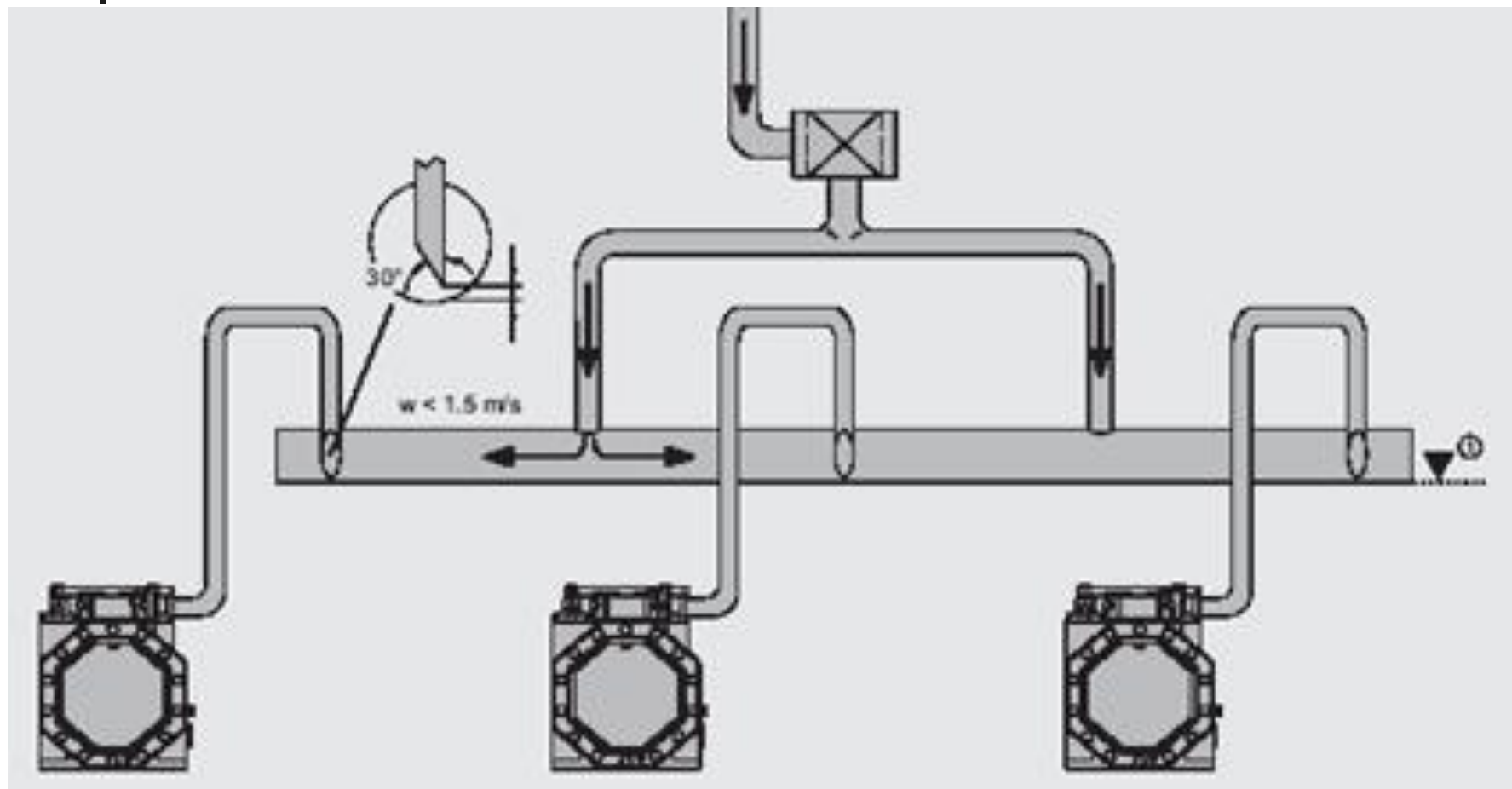
Rozvod oleja k regulátorom hladiny



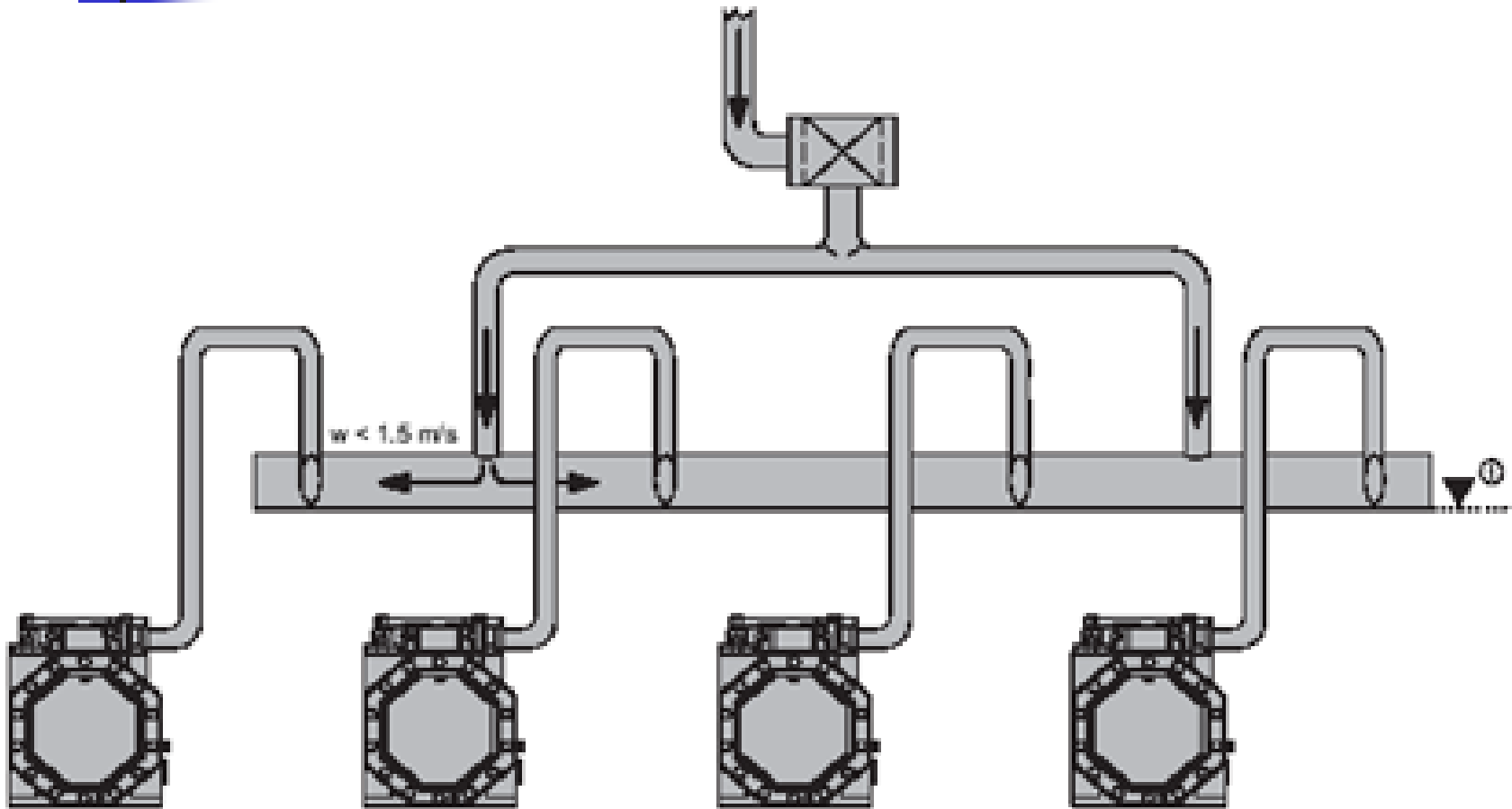
Sacie potrubie k dvom kompresorom



Sacie potrubie pre ZKJ s tromi kompresormi



Sacie potrubie pre ZKJ so štyrmi kompresormi

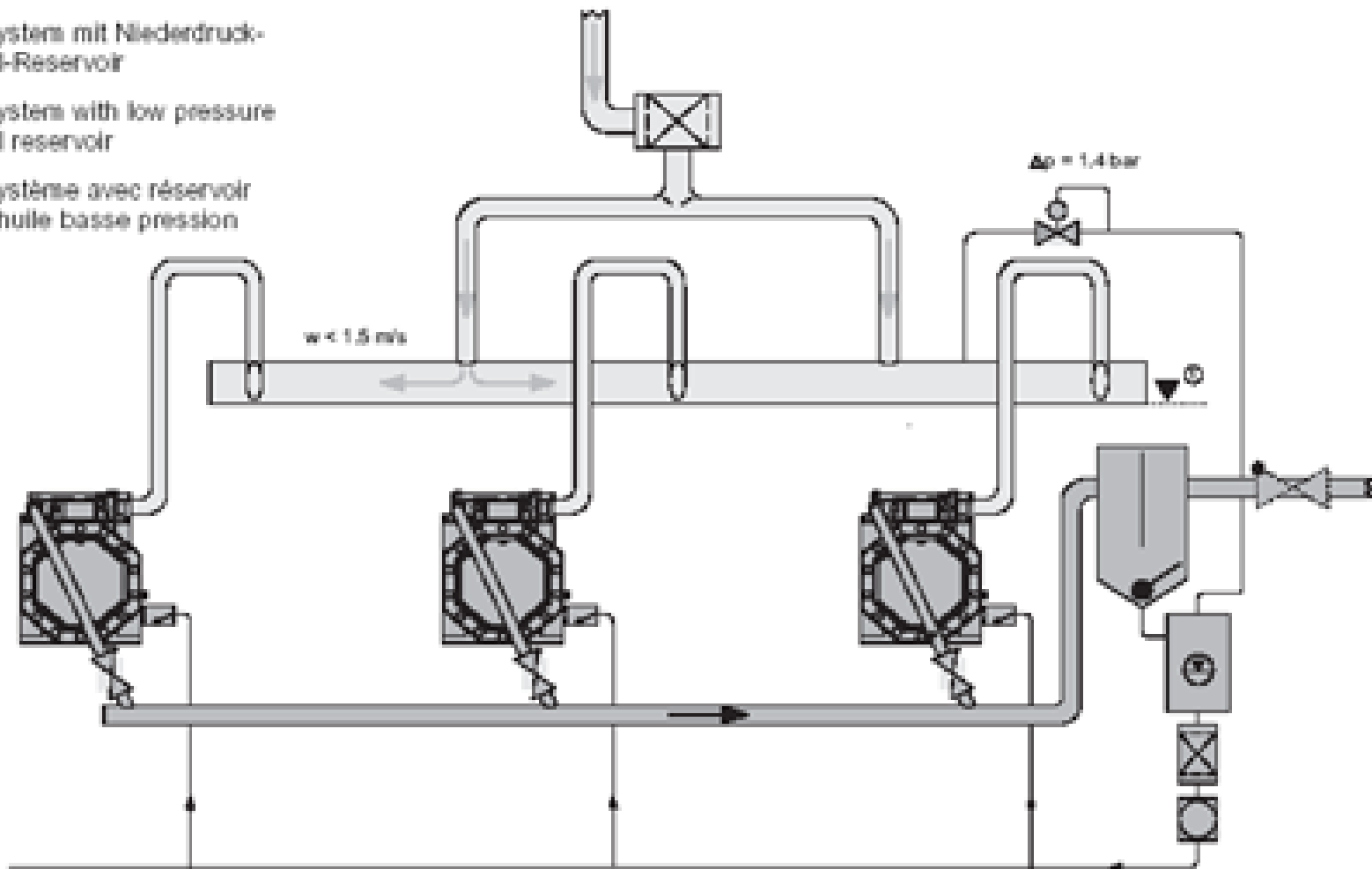


System s nízkotlakým zásobníkem oleja

System mit Niederdruck-
Öl-Reservoir

System with low pressure
oil reservoir

Système avec réservoir
d'huile basse pression

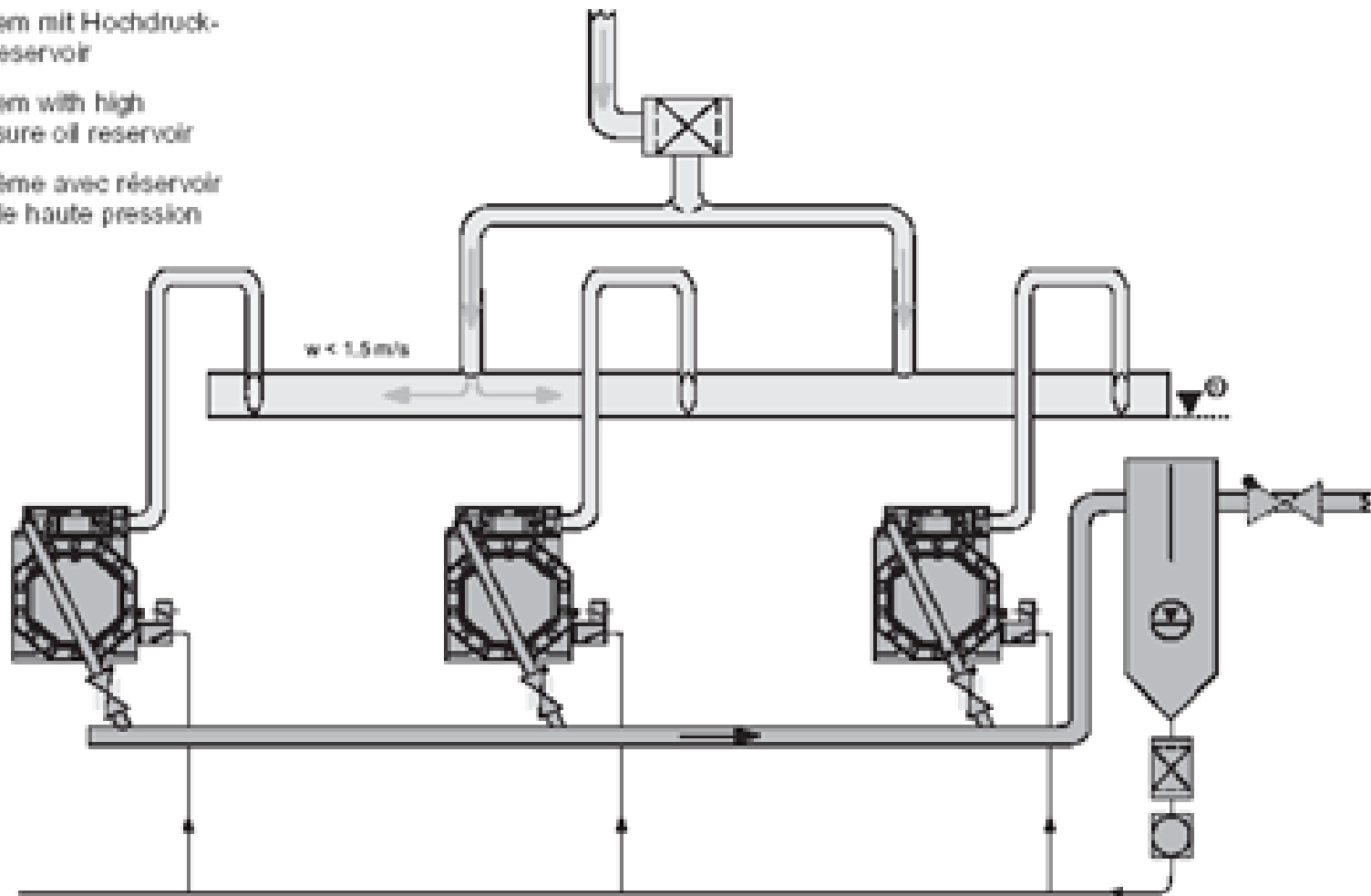


System s vysokotlakým zásobníkom oleja

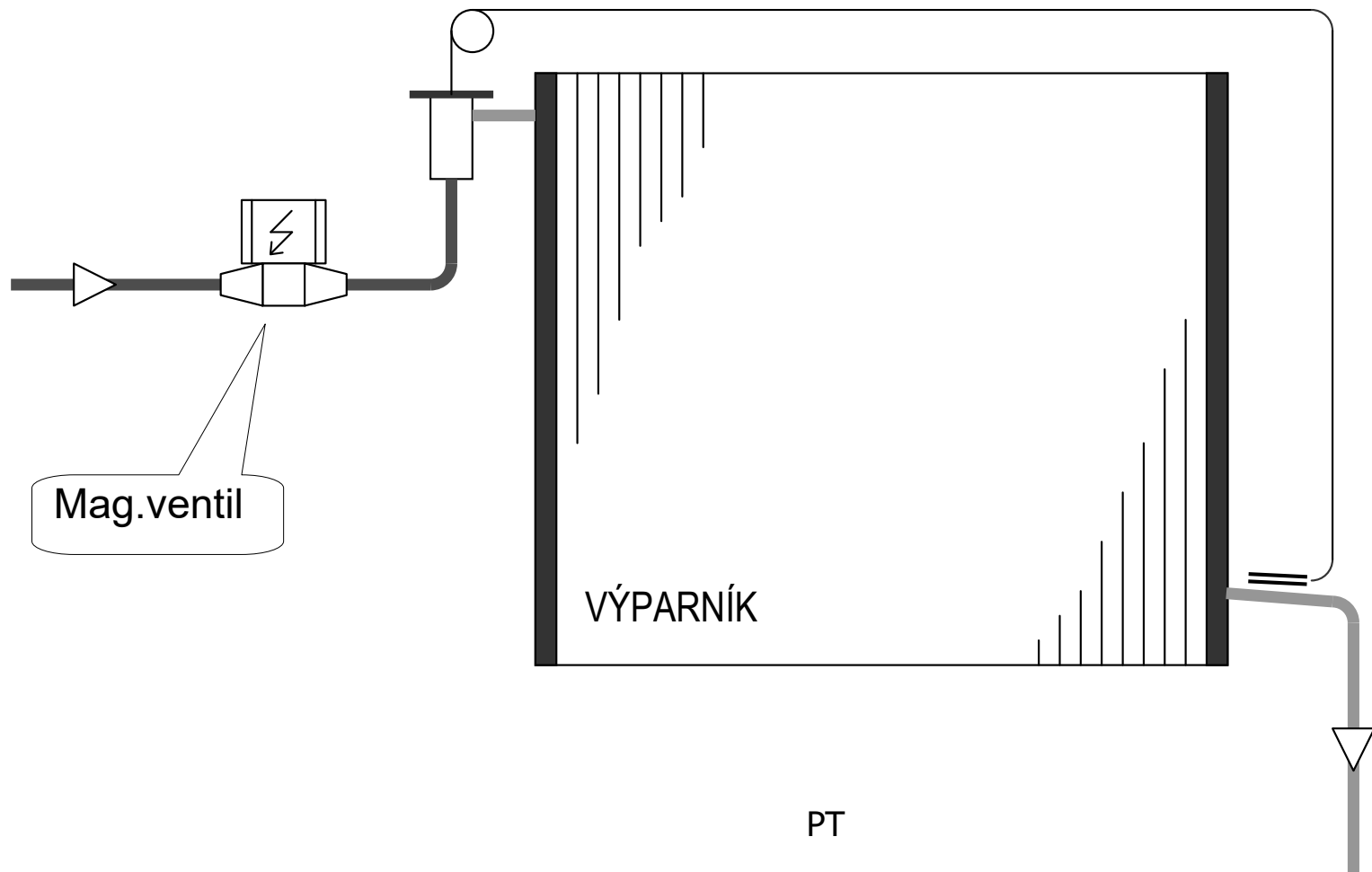
System mit Hochdruck-
Öl-Reservoir

System with high
pressure oil reservoir

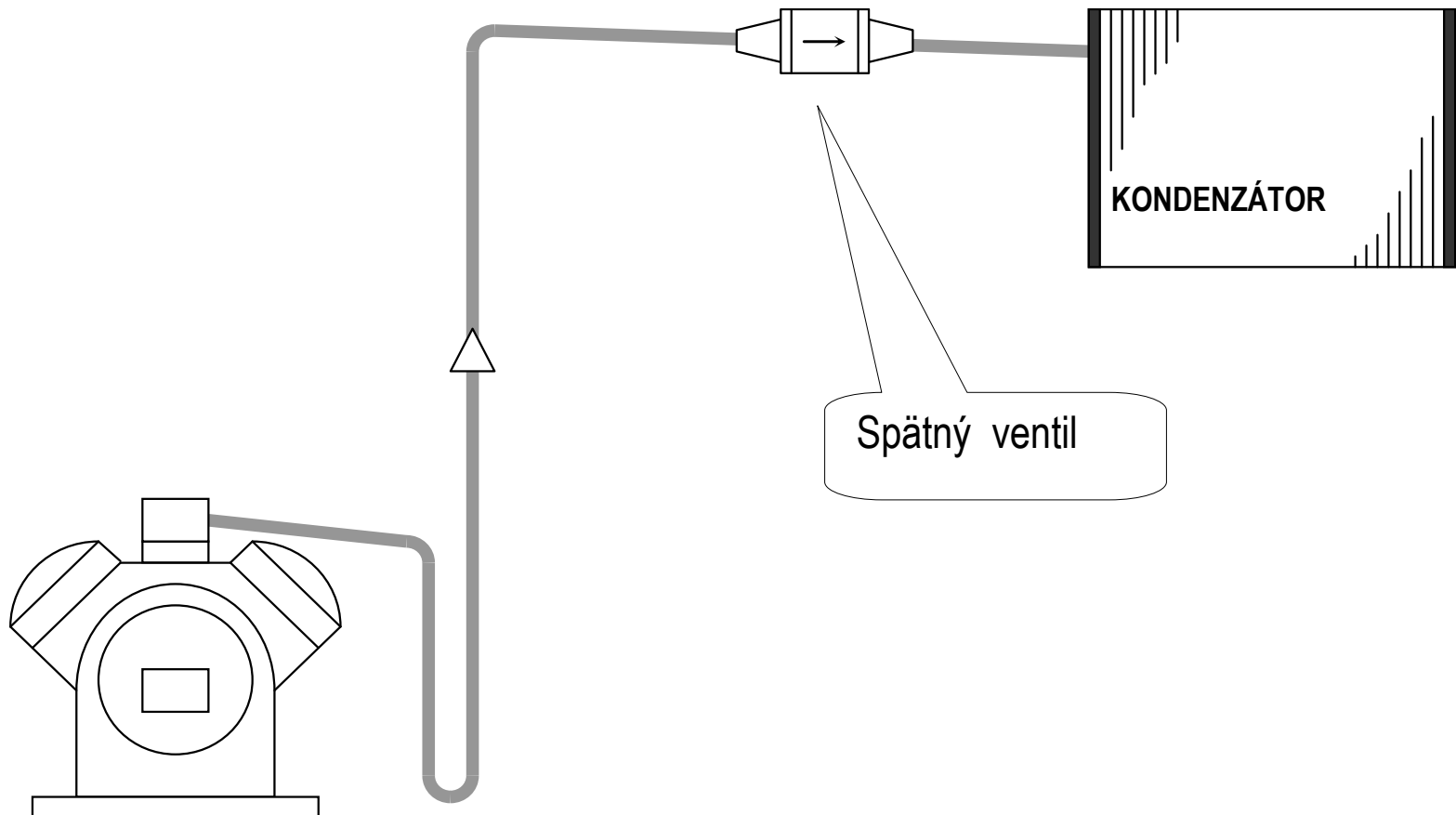
Système avec réservoir
d'huile haute pression



Magnetický ventil v kvapalinovom potrubí - Pump Down

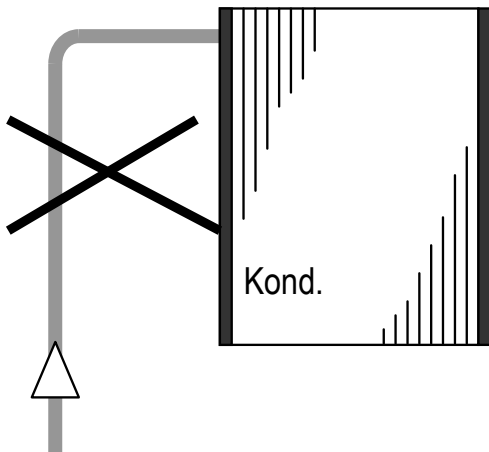


Spätný ventil vo výtlačnom potrubí

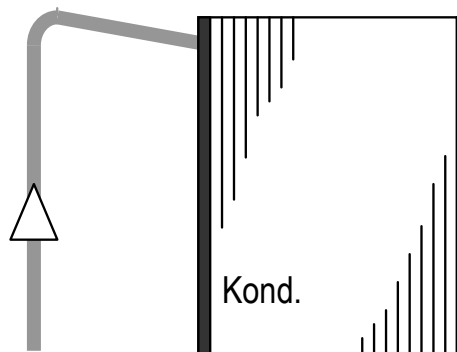


Prívod výtlačného potrubia do kondenzátora

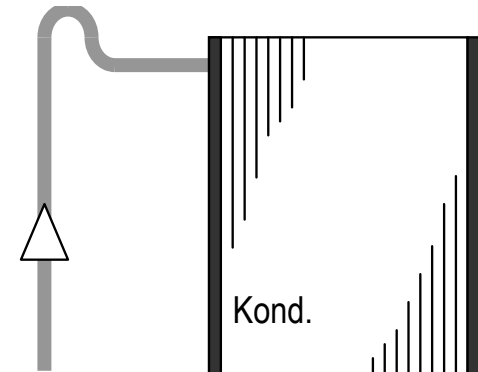
Zle



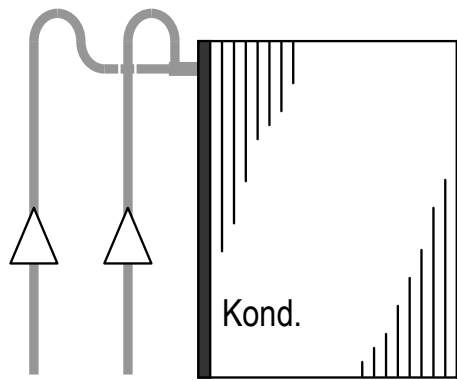
Správne



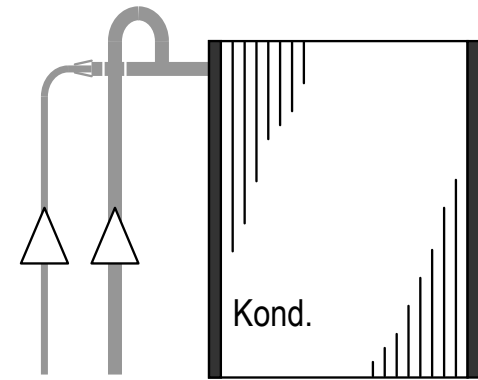
Správne



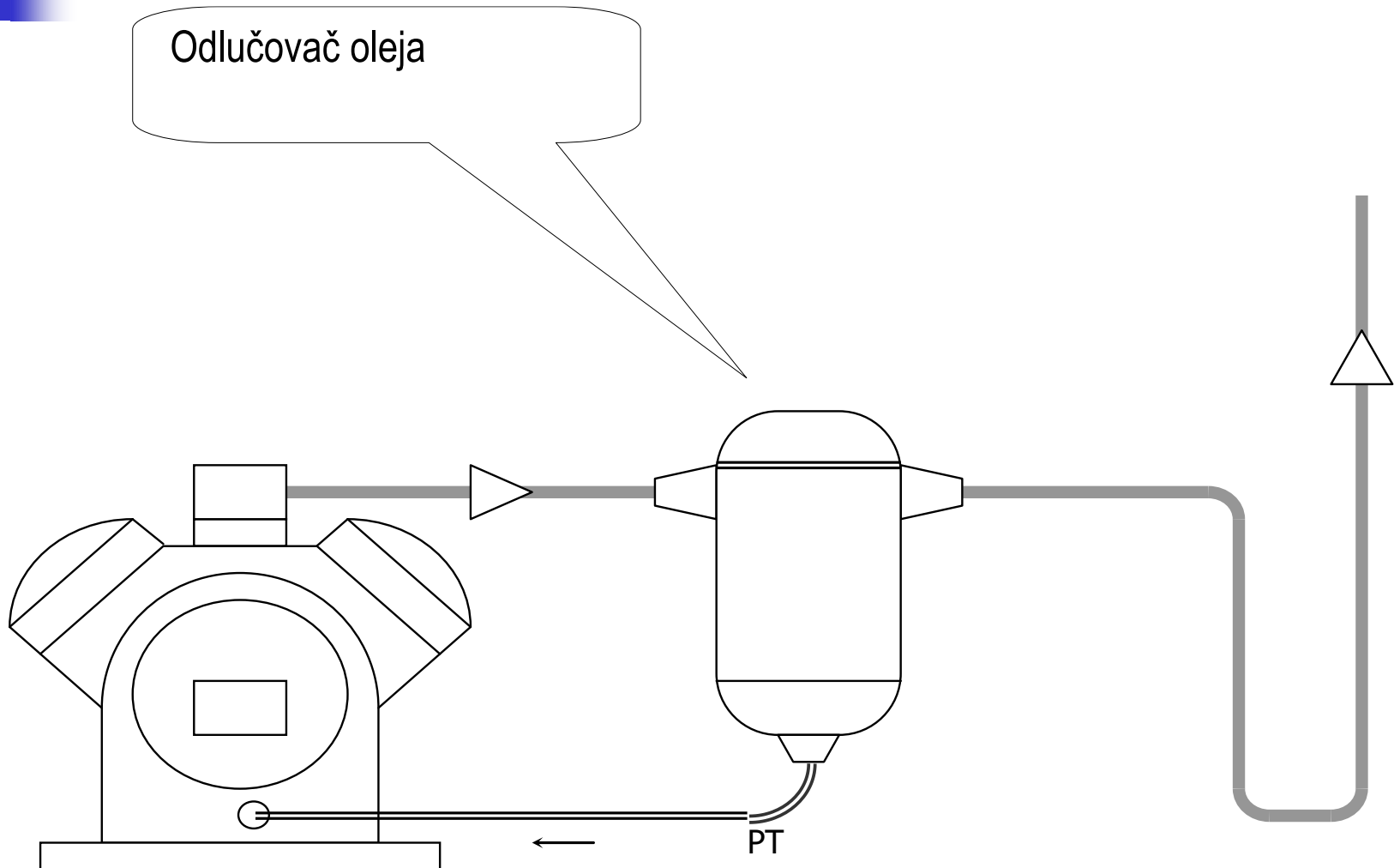
Správne



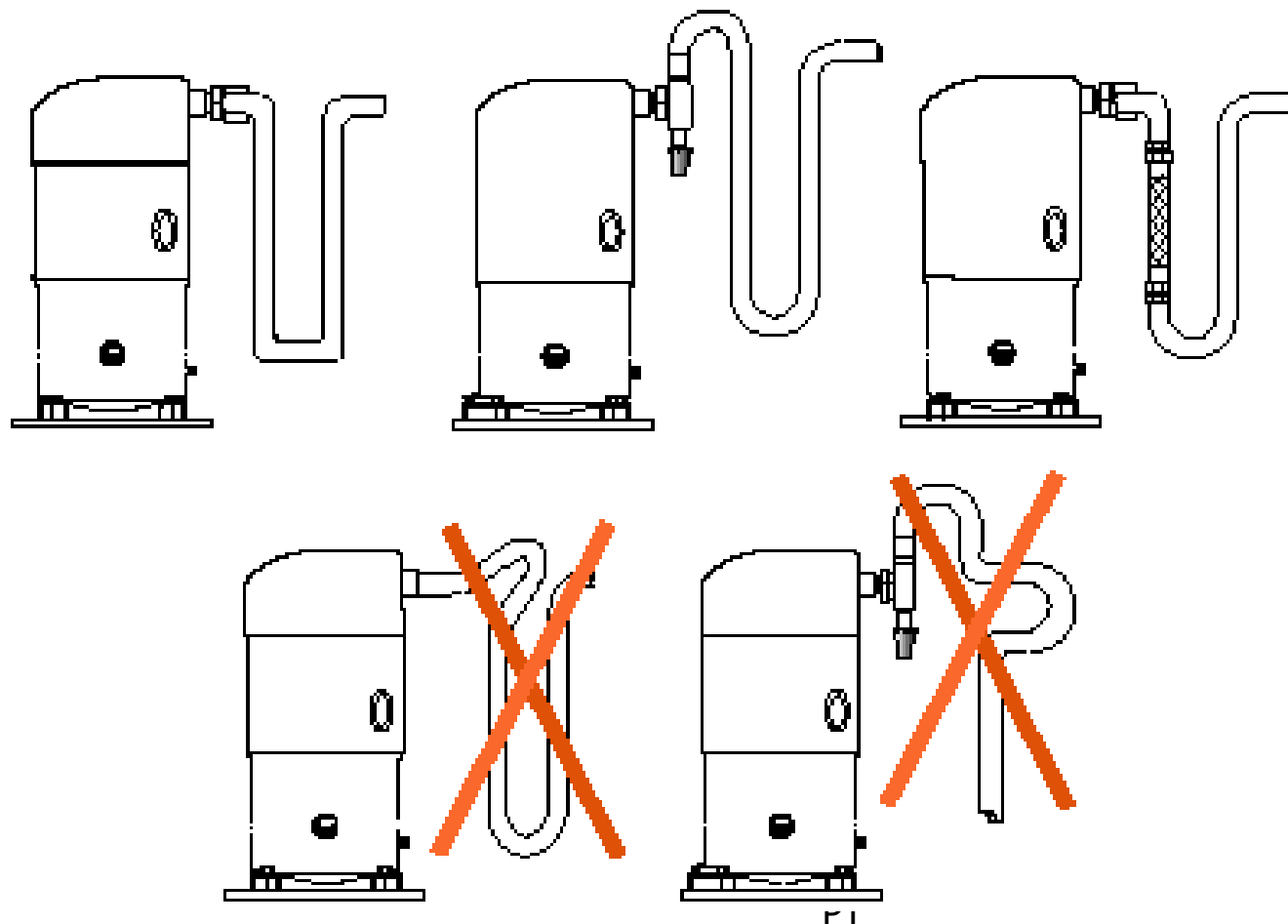
Správne



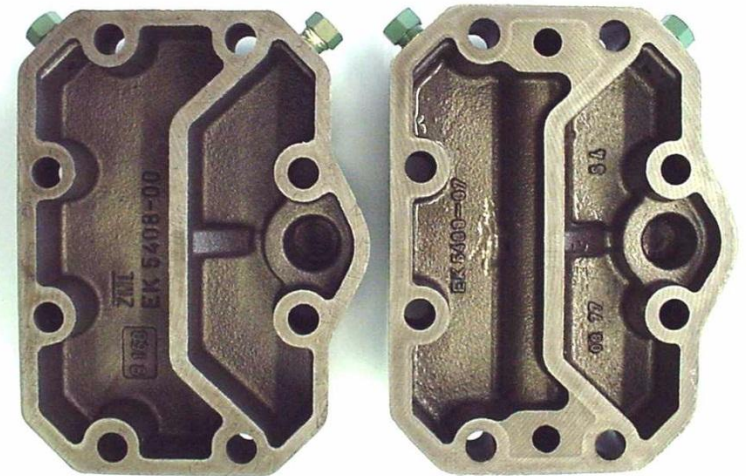
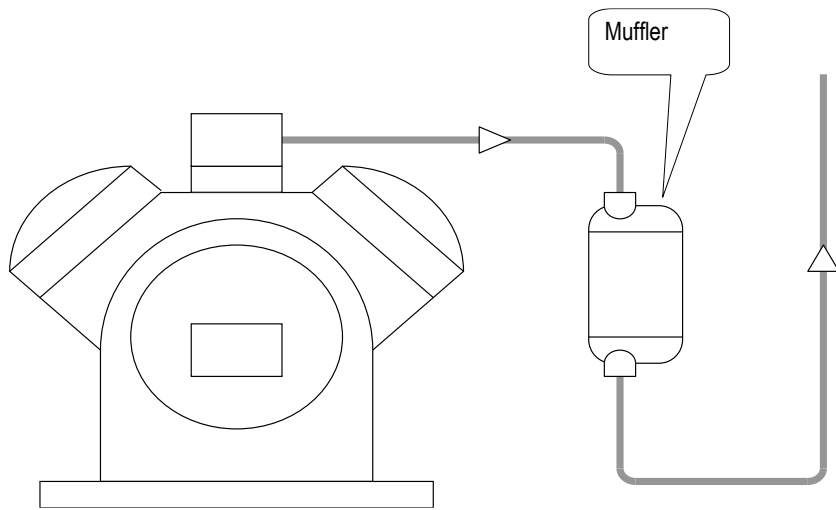
Odlučovač oleja vo výtlačnom potrubí



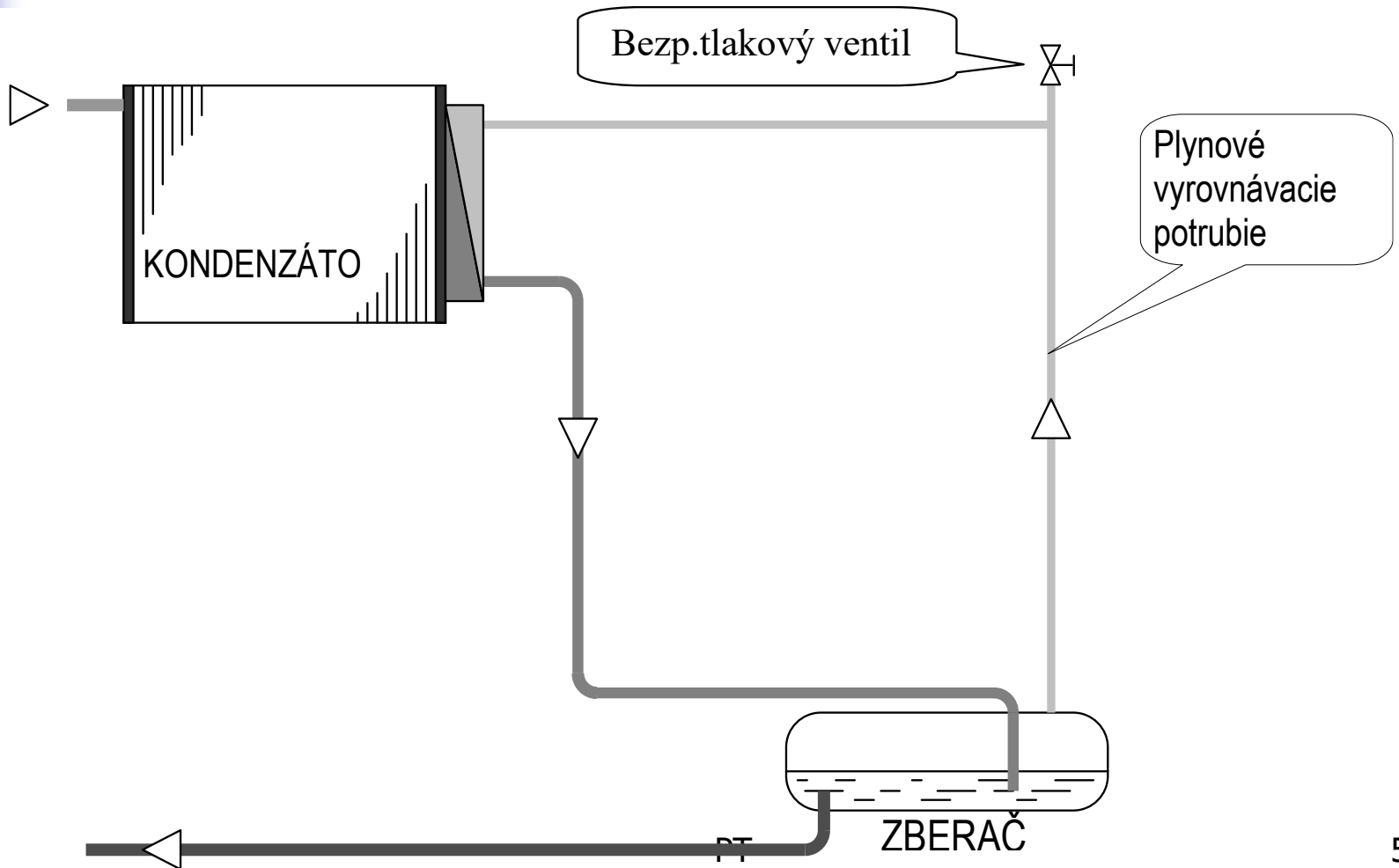
Výstup z kompresora

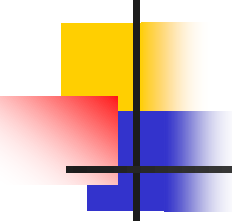


Mufler vo výtlačnom potrubí alebo v hlave kompresora



Umiestnenie bezpečnostného ventilu





Zásady pre vedenie a upevňovanie potrubia

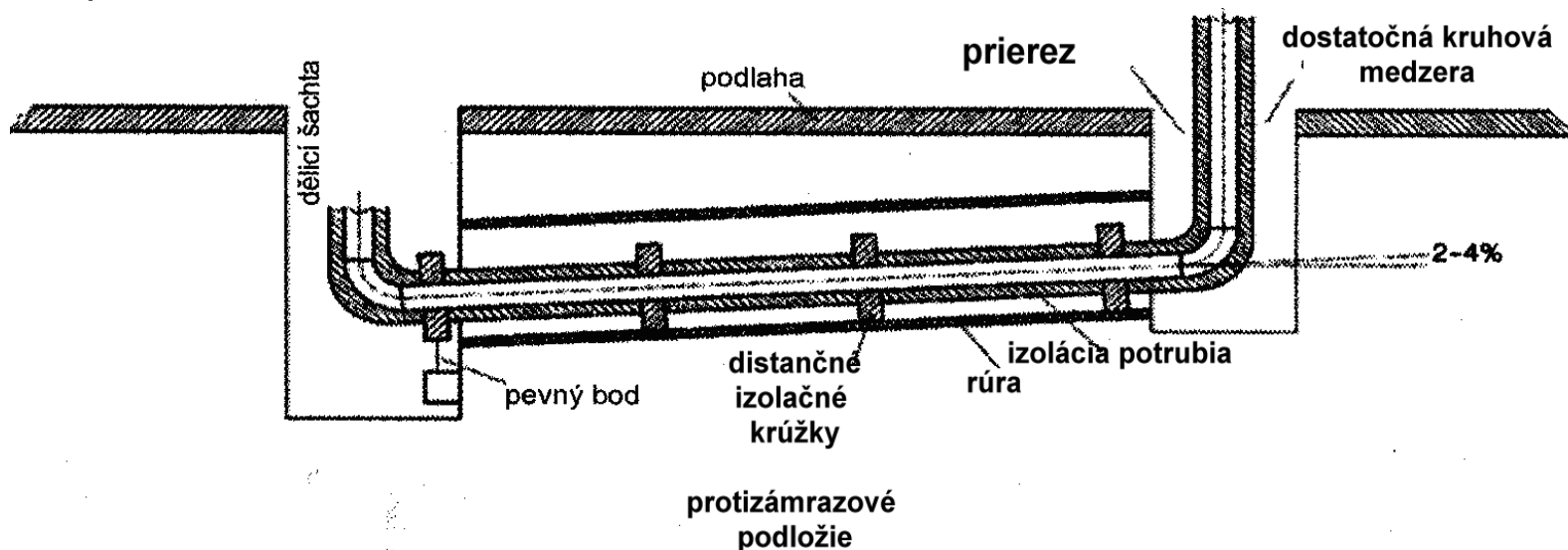
- V zásade je možné potrubie viesť tromi základnými spôsobmi:
 - pod podlahou:
 - *v pomocných rúrach*
 - *v kanáloch*
 - po stenách,
 - pod stropmi.

Chladivové potrubia pod podlahami

- Nesmie byť ovplyvňované ostatnými inžinierskymi sieťami, ktoré sa nachádzajú rovnako pod podlahou. Za dostatočnú vodorovnú vzdialenosť od týchto „konkurenčných“ sietí sa považuje 1 m na obe strany,
- používanie rozoberateľných spojov v priestoroch kanálikov či pomocných rúr **je neprípustné**,
- pretože v priestore kanálikov a rúr sa väčšinou vyskytuje vlhkosť a veľakrát obmedzená cirkulácia vzduchu, potrubie v rúrach a kanálikoch sa izoluje hadicami triedy T, s hrúbkou steny 32 až 45 mm,
- prierezy pre vyústenie potrubia z kanálikov alebo pomocných rúr sa vykonávajú tak, aby zostali zachované všetky stupne voľnosti, ktoré potrubiu umožňujú použité príchytky. Pevné uzatvorenie a utesnenie týchto priechodov pre potrubie **je neprípustné**,
- potrubie do kanálov **sa nekladie** voľne. Používajú sa príchytky!,
- Vhodné sú pevné, dostatočne vetrané kanály,
- len vo zvláštnych prípadoch (*predpísaných projektov*), sa vedie potrubie v pomocných rúrach
- jednou rúrou je prípustné viesť vždy **len jedno chladivové potrubie!** To znamená napríklad, že ak je do rovnakého miesta vedené sacie, kvapalinové a odmrázovacie potrubie, musí byť použité troch samostatných pomocných rúr!,
- priemer pomocných rúr dimenzujte vždy o 33 % väčšie, ako je priemer ukladaného potrubia (*vrátane izolácie*). To znamená, že pre potrubie o priemere 28 mm, ktoré je opatrené izoláciou o priemere 54 mm, musí byť (*z dôvodu ľahkej montáže a potrebného odvetrania vnútorného priestoru rúry*) použitá pomocná rúra o vnútornom priemere minimálne 110 mm,

Chladivové potrubia pod podlahami

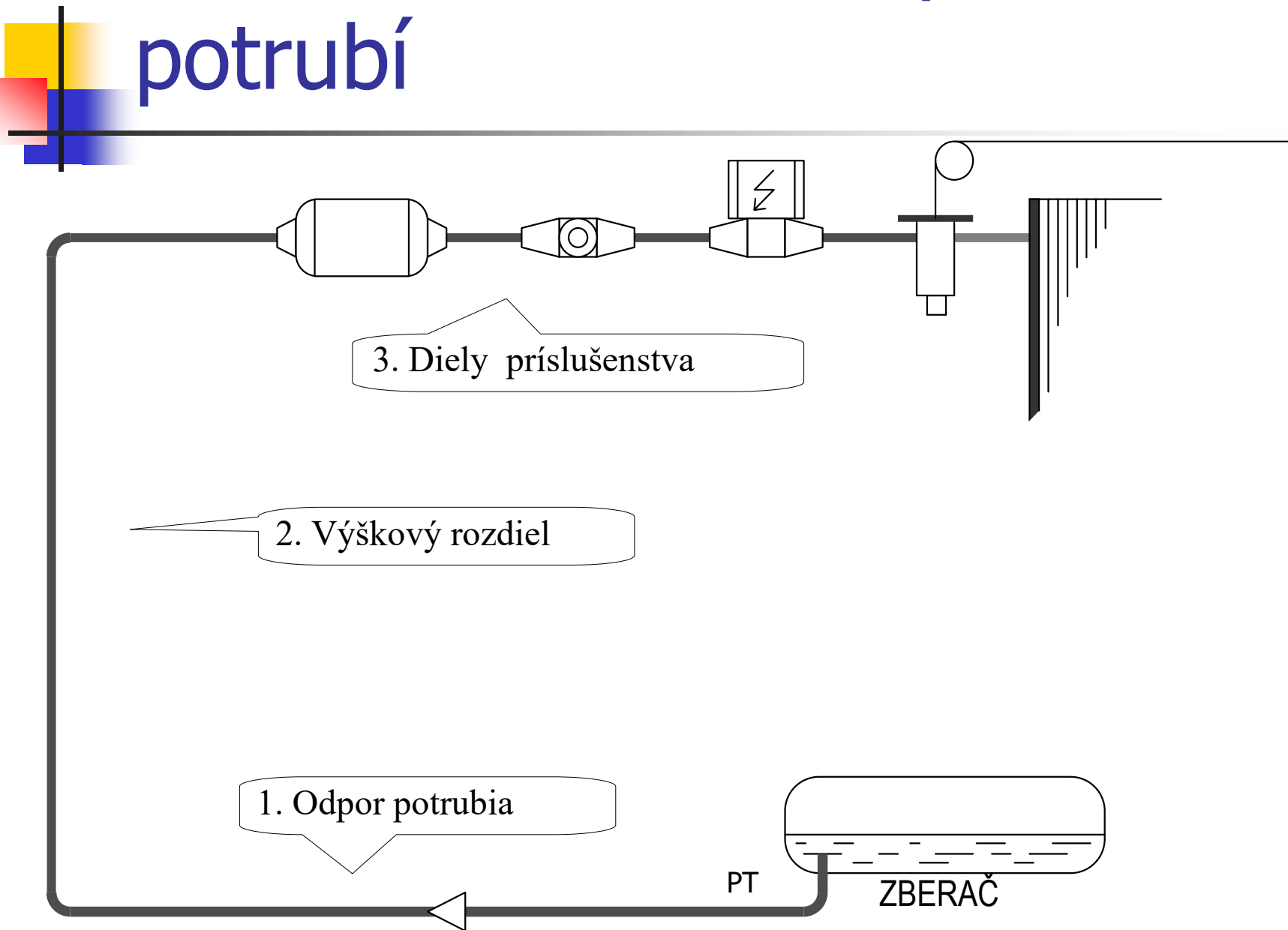
- pomocné rúry klad'te **vždy** so sklonom (v smere prúdenie chladiva) 2 až 4 %. To väčšinou postačuje aj k dostatočnému odvetrávaniu vnútorného priestoru,
- pokiaľ aj cez tieto opatrenia dôjde v pomocnej rúre k tvorbe kondenzátu, je nutné vnútorný priestor rúry odvetrávať prídavným ventilátorom,
- aby sa potrubie v rúrach neprehýbalo a nedochádzalo k poškodeniu izolácie už pri nasúvaní, používajte distančných izolačných krúžkov z tvrdej peny vzdialenými:
 - pre potrubie do priemeru 28 mm vzdialenými 2 m,
 - pre potrubie do priemeru 35 mm vzdialenými 4 m,
- potrubie na vstupe do rúrky ukotvujte vždy pevne (*pevný bod*) a výstup ukončíte posuvne.

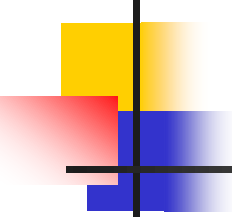


Kladenie potrubí v Tescu



Tlaková strata v kvapalinovom potrubí





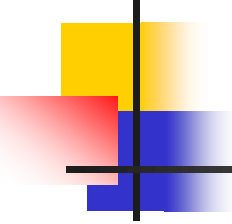
Tlakové straty

Sú závislé od:

- Mernej hmotnosti, viskozity média,
- Rýchlosti média,
- Dĺžky a výškového rozdielu potrubia
- Prekážok, ohybov v potrubí

Všeobecne tlakové straty by nemali prekročiť:

- | | |
|-------------------------|--------------|
| ■ V sacom potrubí: | 0,15-0,3 bar |
| ■ Kvapalinové potrubie: | 0,35 bar |
| ■ Výtlačné potrubie: | 0,3 bar |



Hydraulický výpočet

- Prietochné odpory majú vplyv na dimenzovanie potrubí, voľbu TEV a kompresora.
- Pri n -násobnom zvýšení prietoku sa:
 - n -násobne zvýši prietočná rýchlosť,
 - ale len $n^{0,5}$ až $n^{0,8}$ zvýšenie súčiniteľa α ,
 - prietokové odpory sa zvýšia n^2 a
 - príkony čerpadiel, ventilátorov n^3 krát.

Výpočet tlakovej straty v potrubí

- Pre turbulentné prúdenie v rúrkach pre tlakovú stratu platí:

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{L}{d_h} \cdot \rho \cdot \frac{w^2}{2}$$

- Kde ξ je súčiniteľ trenia, L dĺžka, d_h priemer

- súčiniteľ trenia ξ závisí od:

- pri laminárnom prúdení od hodnoty RE ($\xi = 64/\text{Re}$)

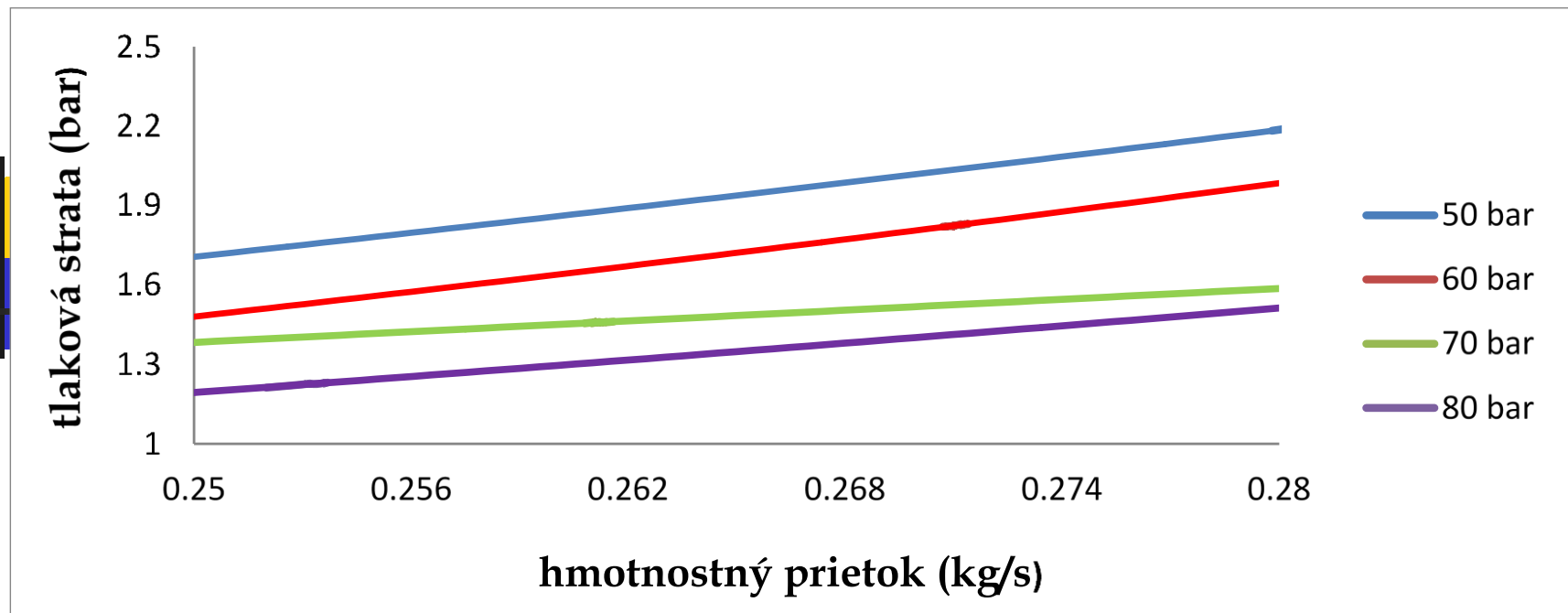
- Pri turbulentnom prúdení

$$\frac{1}{\xi^{0.5}} = 1.14 - 2 \log \varepsilon$$

pre hladké steny ak $\varepsilon \leq \frac{30}{\text{Re}^{0.875}}$

$$\frac{1}{\xi^{0.5}} = 2 \cdot \log(\text{Re} \cdot \xi^{0.5}) - 0.8$$

- Kde ε je pomerná drsnosť (pomer skutočnej drsnosti k prietochnému prierezu)



- Závislosť tlakových strát v chladiacom CO₂ od hmotnostného prietoku pri rôznych tlakových úrovniach

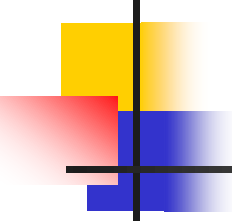
Tlakové straty vradenými odpormi (kolená, ventily, ...)

- Platí pre tlakové straty vradenými odpormi

$$\Delta p = \xi^{\text{N}} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho$$

- Pre bezrozmerný súčiniteľ ξ^{N} vradeného odporu (*zistovaný experimentálne*) platí vzťah:

$$\xi^{\text{N}} = \xi_1^{\text{N}} \cdot \left(\frac{w_1}{w_2} \right)^2 = \xi_1^{\text{N}} \cdot \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2$$



Tlakový rozdiel pri voľbe TEV

$$\Delta p_{\text{TEV}} = (p_k - p_v) - (p_{\text{potrub}} + p_{\text{prvky}} + p_{\text{rozdelovac}} + p_{\text{ostatne}})$$

■ *Príklad pre chladivo R134a:*

$$Q_o = 7 \text{ kW}$$

$$P_o = 2 \text{ bar}$$

$$P_k = 10 \text{ bar}$$

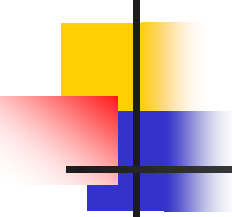
$$P_{\text{potrub}} = 1,2 \text{ bar}$$

$$P_{\text{prvky}} = 0,2 \text{ bar}$$

$$P_{\text{rozdel}} = 0,5 \text{ bar}$$

Hnací rozdiel tlakov musíme zmenšiť o prietokový odpor:

$$\Delta p_{\text{TEV}} = (10 - 2) - (1,2 + 0,2 + 0,5) = 6,1 \text{ bar}$$



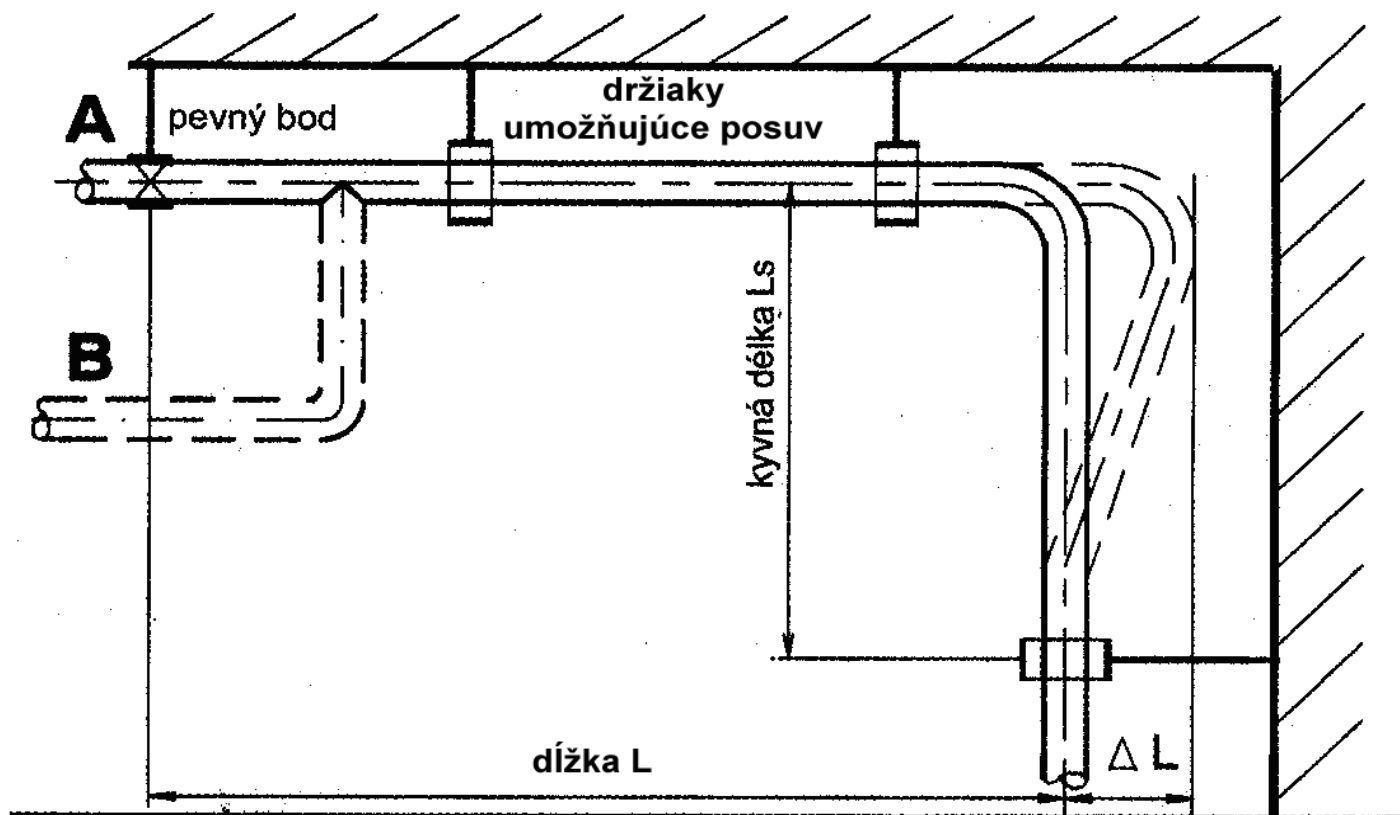
Tlakové straty a TEV

POZOR na minimálne podchladenie:

- **V pri tlakovej strate 2 bary v kvapalinovom potrubí je minimálne podchladenie 6 K (*teoretická hodnota*) inak by dochádzalo k varu chladiva k vzniku bublín ešte pred TEV**
- *Pozor EEV môžu pracovať s menším rozdielom tlakov*

Dížková roztřažnosť

$$\Delta L = \lambda \cdot L \cdot \Delta T$$



Vzdialenosti držiakov (*platí pre podpery pri vodorovnom skladovaní potrubia*)

podľa EN 378-2

- Určovanie správnych miest pre pevné držiaky potrubia (*pevné body*) aj držiaky umožňujúce pozdĺžny posuv potrubia (*dilatáciu*) je rozhodujúce pre kompenzáciu teplotnej rozťažnosti príslušných úsekov potrubia,
- Pri rozmiestňovaní držiakov, umožňujúcich pozdĺžny posuv potrubia, zásadne dodržiavajte dostatočnú „kývnu“ dĺžku

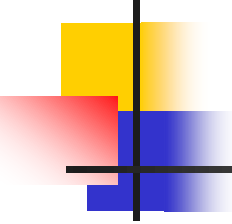
Vonkajší priemer (mm)	Vzdialenosť držiakov a podpier
15-22 mm mäkké	2 m
22-54 mm polotvrdé	3 m
54-64 mm polotvrdé	PT 4 m

DIMENZOVANIE POTRUBIA

- **Q_o** závisí od hmotnostného prietoku chladiva **m** a mernej chladivosti **q_o** :

$$Q_o = \frac{m \cdot q_o}{3,6} \quad [W]$$

- Q_o - chladiaci výkon $[W]$
- m - hmotnostný prietok chladiva $[kg/h]$
- q_o - merná chladivosť $[kJ/kg]$
- $3,6 \text{ kJ/Wh}$ prepočítávací súčiniteľ



Dimenzovanie potrubia

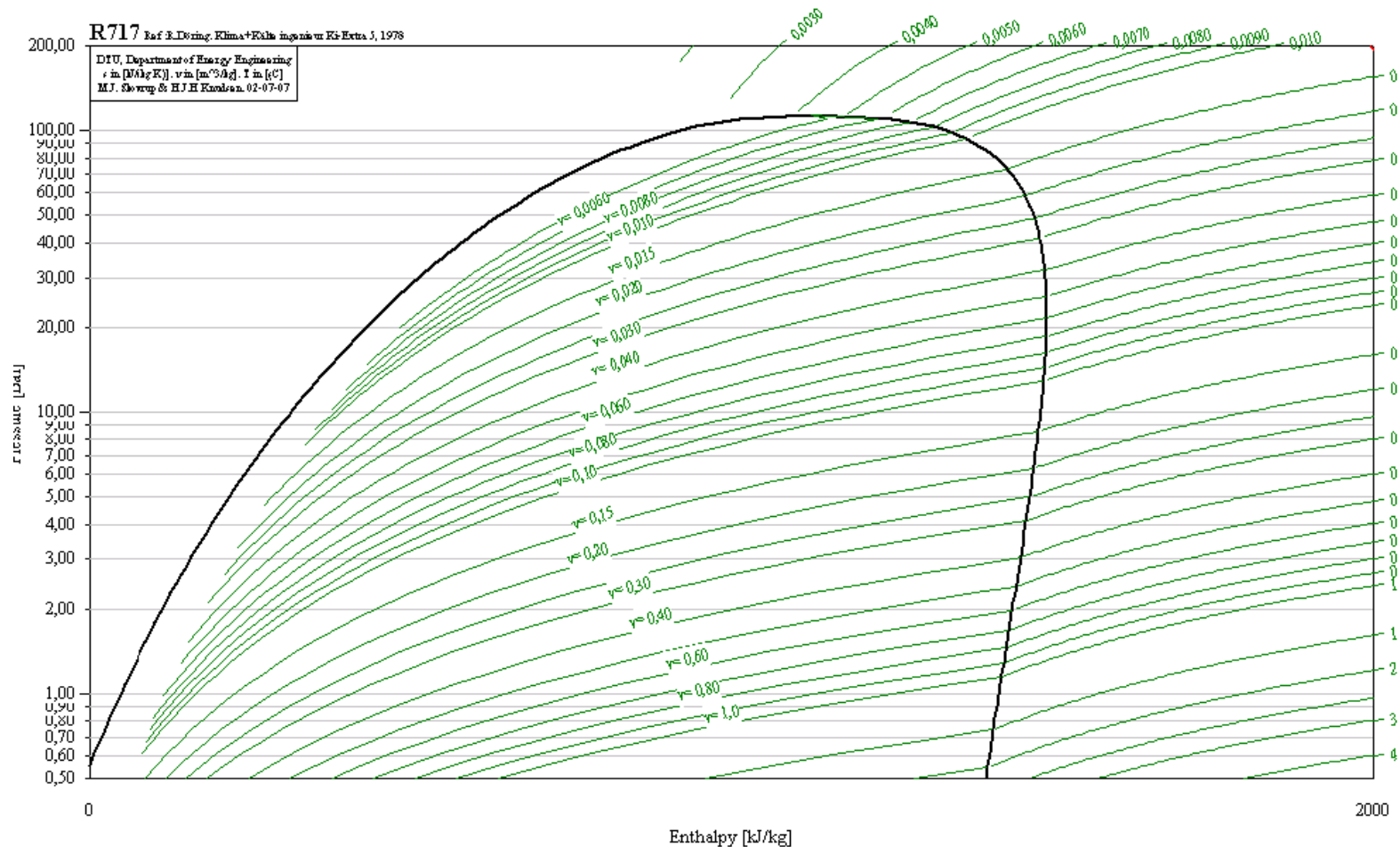
- Pritom je **q_o** rozdiel merných entalpií. Potom hmotnostný prietok chladiva:

$$m = \frac{Q_o 3,6}{q_o} \quad [\text{kg/h}]$$

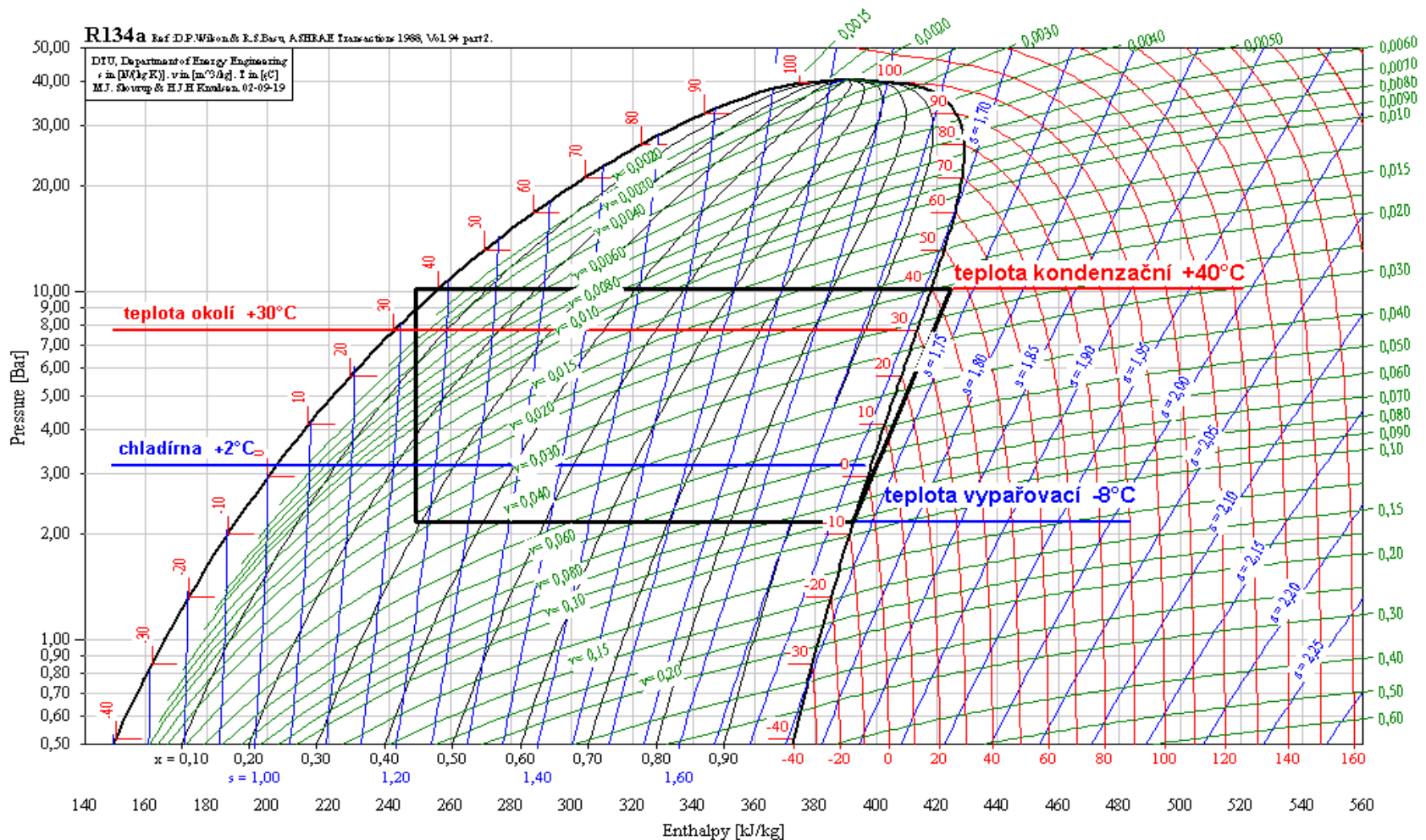
Hmotnostný prietok chladiva zostáva v celom chladiacom okruhu konštantný, vo forme pary i kvapaliny. Avšak podľa stavu, teploty a tlaku chladiva sa mení merný objem (*hustota*) a tým tiež objemový prietok chladiva. Hodnoty merných objemov sa dajú odpočítať pre jednotlivé stavy chladiva z diagramu $h - p$ alebo z parných tabuliek.

Objemový prietok

Izochory $V=\text{konst}$



Úplný diagram p-h





Objemový prietok V

- Vyplýva z hmotnostného prietoku a mernej objemovej hmotnosti

$$V = m.v = \text{kg/h} \cdot \text{m}^3/\text{kg} = \text{m}^3/\text{h}$$

- Dá sa podľa rovnice kontinuity vyjadriť v závislosti na voľnom priereze S a na rýchlosti w :

$$V = S.w.3600 \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- S - prierez potrubia $[\text{m}^2]$
- w - rýchlosť prietoku $[\text{m/s}]$

Výpočet prierezu potrubia

- Z rovnice sa vypočíta potrebný prierez potrubia, ak sa stanoví rýchlosť prúdenia W

$$S = \frac{V}{w \cdot 3600} \quad [\text{m}^2]$$

Hospodárne rýchlosti prúdenia v potrubíach m/s

Úsek potrubia	Optimálna rýchlosť prúdenia chladiva			
	NH3	R22	R134a	R404A
Výtláčné potrubie	16-25 m/s	10-15 m/s	10 –14 m/s	10 –15 m/s
Potrubie kondenzátu	< 0,3-0,5 m/s pre všetky chladivá			
Kvapalinové potrubie	< 0,4-0,8 m/s pre všetky chladivá			
Sacie potrubie	15-20 m/s	7-11 m/s	8-11 m/s	8-15 m/s

1	Aké princípy sa využívajú na konštrukciu rozdeľovačov a. Venturiho dýza alebo rozdeľovač s clonou a vírivou komôrkou b. kombinácia Venturiho dýzy s vírivou komôrkou c. hmotnostný princíp	a
2	Aký typ TEV sa vyžaduje pri použití rozdeľovača chladiva a. s vnútorným vyrovnaním tlaku b. s vonkajším vyrovnaním tlaku c. s adsorpčnou náplňou	b
3	Rozdeľovač sa správne montuje v polohe a. zvislej b. horizontálnej c. v závislosti od konštrukcie výparníka buď vo zvislej alebo horizontálnej polohe	a

1	Sacie potrubie je - rovnakého $\varnothing$ ako výtlačné - väčšieho $\varnothing$ - menšieho $\varnothing$	b
2	Potrubie na saní musí mať: - spád smerom ku kompresoru - spád smerom ku kondenzátoru - vodorovné	a
3	Sifón na sacom potrubí - pomáha vracať olej do kompresora - zrýchľuje prúdenie chladiva okruhu a tým návrat oleja - zrýchľuje účinnosť kompresora	a
4	Výtlačné potrubie má priemer trubiek - väčšieho priemeru - menšieho - rovnakého	b
5	Dehydrované trubky sú - zbavené mech. nečistôt - zbavené vlhkosti - zbavené nečistôt a vlhkosti	b
6	Trubky vychádzajúce z rozdeľovača majú byť - rovnakého priemeru, dĺžka nerozhoduje - rovnakej dĺžky nerozhoduje priemer - rovnakého priemeru a rovnakej dĺžky	c
7	Pri spájkovaní plameňom bránime vzniku okují vo vnútri trubky - ochrannou atmosférou vodíka - ochrannou atmosférou buď dusíka, argónu alebo CO₂ - pretlakom vzduchu	b

8	Pre kapilárne spájkovanie med'-med' použijeme: - Ag 19 s tavidlom - Ag 45 s fosforom - Ag 15 bez tavidla	c
9	Hermetizácia chladiaceho okruhu je po výbere prvkov a správnej technológii spájania: - tlakovanie chladiaceho okruhu - zaradenie hermetických nádob - obmedzenie počtu, až vylúčenie rozoberateľných spojov	c
10	Horizontálne potrubia majú mať : - mať sklon ku kompresoru - mať sklon od kompresora - mať sklon v smere prúdiaceho chladiva	c
11	Sacie potrubia sú navrhované obyčajne pre pokles tlaku: - od 0,07 bar - od 0,14 bar - od 1 K (vzťahnuté k teplote nasýteného plynu)	c
12	Prevýšenie sacieho potrubia má byť vedené: - až po podlahu - až po vrchnú hranu výparníka 2,5 m vysoko	b
13	Olejové vaky v sacom potrubí sú potrebné: - vždy pred každým stúpaním - nikde - na vertikálnych potrubíach	a
14	Vo vysokotlakom (výtlakovom) potrubí použijeme spätný ventil, keď: - je kompresor umiestnený na chladnom mieste - je kompresor umiestnený nižšie ako kondenzátor - má potrubie väčší priemer ako 38 mm	a
15	Predčasná expanzia v kvapalinovom potrubí: - udržiava kvapalné chladivo chladným - je spôsobená veľkým množstvom chladiva - znižuje výkon chladiaceho zariadenia	c
16	Príčiny predčasnej expanzie môžu byť: - stúpajúce potrubia - tepelné výmenníky - elektrické prístroje	a

17	Izoluje sa najčastejšie: a. kvapalinové potrubie b. sacie potrubie c. vysokotlaké potrubie (výtlak)	b
18	Pri realizovaní všetkých spojoch tvrdým spájkovaním je nutné : a. chladiť kompresor vlhkou handrou b. spoje vopred naolejovať c. vytvoriť ochrannú atmosféru dusíkom	c
19	Dvojité stúpajúce potrubia realizujeme pri zariadeniach : a. s veľkým výkonom b. s malým výkonom c. s premenlivým výkonom	c
20	Potrubie kondenzátu sa nachádza medzi : a. výparníkom a kompresorom b. kompresorom a kondenzátorom c. kondenzátorom a zberačom	c
21	Pri stúpajúcich potrubíach nad 4 m umiestňujeme sifón každé 3m ak ide o : a. kvapalinové potrubie b. sacie potrubie c. potrubie kondenzátu	b

POTRUBIA - Skúšobné otázky:

- Príliš malé priemery potrubia vedú k **veľkým** tlakovým stratám a tým **k poklesu výkonu** chladiaceho zariadenia.
- Spätné vracanie oleja ku kompresoru sa musí zabezpečiť pomocou **dostatočnej rýchlosti pár.**
- Tlaková strata spojovacieho potrubia a armatúr závisí v prvom rade od **rýchlosti prúdenia** média.
- Čiastočnému odpareniu chladiva pri dlhších stúpajúcich kvapalinových potrubiach sa dá zabrániť:
 - Zväčšením priemeru potrubia
 - U – oblúkmi
 - **Prídavným podchladením chladiva.**
- Po dlhšej prevádzkovej dobe vypne diferenčný istič tlaku oleja kompresor. Čo by mal montér najskôr preveriť? **Správnou vyparovaciou teplotu** – tzn. Či je predpoklad na dostatočný prietok chladiva
- Ak je také usporiadanie, že kompresor je nad výparníkom, potom je pre zabezpečenie návratu oleja pre prevádzkovanie s čiastočným zaťažením treba **zdvojiť stúpacie potrubie**
- Hlava rozdeľovača chladiva pri viacnásobnom vstreku má byť vodorovne/**zvisle**.
- Pri paralelnom zapojení dvoch kompresorov sa musia kľukové skrine prepojiť **vyrovnávacím potrubím**

POTRUBIA - Skúšobné otázky

- Mäkké a tvrdé spájkovanie sa v prvej rade rozlišujú podľa **pracovnej teploty**
- Preplachovaním potrubia neutrálnym plynom pri tvrdom spájkovaní sa zabráni **vzniku okují**
- Čo sa rozumie pri spájkovaní pojmom pracovná teplota?
 - najvyššia povrchová teplota spájkovaných materiálov, pri ktorých spájka tečie, rozprestrie sa po povrchu spoja a leguje ho,
 - teplota, pri ktorej spojované materiály tečú,
 - **najnižšia povrchová teplota spájkovaných materiálov, pri ktorých spájka tečie, rozprestrie sa po povrchu spoja a leguje ho,**

Príklad stanovenia priemerov potrubia

- **Zadanie – nakreslite chladiaci okruh pre dva kompresory (70 a 30%) s celkovým chladiacim výkonom 30 kW pre R134a**

Navrhnite sacie potrubia a vhodný výkon 2 kompresorov umiestnených 7 m nad výparníkom. Sacie potrubie pre dva kompresory (70 a 30%) s celkovým chladiacim výkonom 30 kW pre chladivo R134a s $v = 8\text{--}11\text{ m/s}$ $t_v = 0^\circ\text{C}$ a $t_k = 40^\circ$. Urobte výpočet a schému zapojenia.

Navrhnite výtlačné potrubia a vhodný výkon kompresorov umiestnených 7 m pod kondenzátorom. Výtlačné potrubia pre dva kompresory (70 a 30%) s celkovým chladiacim výkonom 30 kW pre chladivo R134a s $v = 10\text{--}14\text{ m/s}$ $t_v = 0^\circ\text{C}$ a $t_k = 40^\circ$. Urobte výpočet a schému zapojenia.

Výpočet

- $m = 30000 \cdot 3,6 : 202,5 = 533 \text{ kg/h} = 0,0087 \text{ m}^3/\text{kg}$
- Objemový prietok pre sacie potrubie
- $V = 533 \times 0.0078 = 4.16 \text{ m}^3/\text{h}$
- Prierez sacieho potrubia
- $S (100\%) = 4.2 : 10.3600 = 0.000016 \text{ m}^2$
- $D = \sqrt[4]{4 \times 0,0005 : \pi} = 0,012 \text{ m} = 12 \text{ mm}$
- $70 \% = 8.2 \text{ mm}^2$
- $30 \% = 3.8 \text{ mm}^2$

Príklad

- Je treba stanoviť potrebné prierezy potrubí chladiaceho zariadenia pre chladivo R22 pre
- $Q_0=21000\text{W}$ pri
- $t_0=-28^\circ\text{C}$,
- $t_k=40^\circ\text{C}$,
- s podchladením 5°C .
- Výpočet urobte pre sacie, výtlačné, kvapalinové
- Zvoľte prierezy Cu trubiek.