

Svaz chladící a klimatizační techniky ve spolupráci s firmou Schiessl, s.r.o

Diagram chladícího okruhu

Pro certifikaci dle Nařízení 303/2008/EK

2010-01

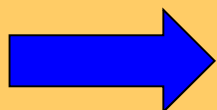
Ing. Jiří Brož

Úvod k prezentaci

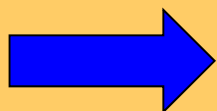
Tato jednoduchá prezentace je výukový materiál Svazu chladící a klimatizační techniky a slouží k vysvětlení a znázornění fyzikálních pochodů chladícího okruhu v i-log p diagramu.

(V anglo-saské literatuře je tento graf nazýván jako h-log p)

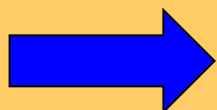
K čemu je dobré znát diagram??



Zobrazí fyzikální děje v chladícím okruhu



Slouží k technickým výpočtům



Má mnoho dalších možností použití



Každé chladio má svůj jedinečný diagram

Grafy všech chladiv jsou si ale podobné

Svislá a vodorovná osa diagramu

Tak jako každý diagram má i diagram i-log p dvě osy. Vodorovnou osu X, na kterou je vynesena enthalpie a svislou osu Y, na kterou je vynesena logaritmická stupnice tlaku.

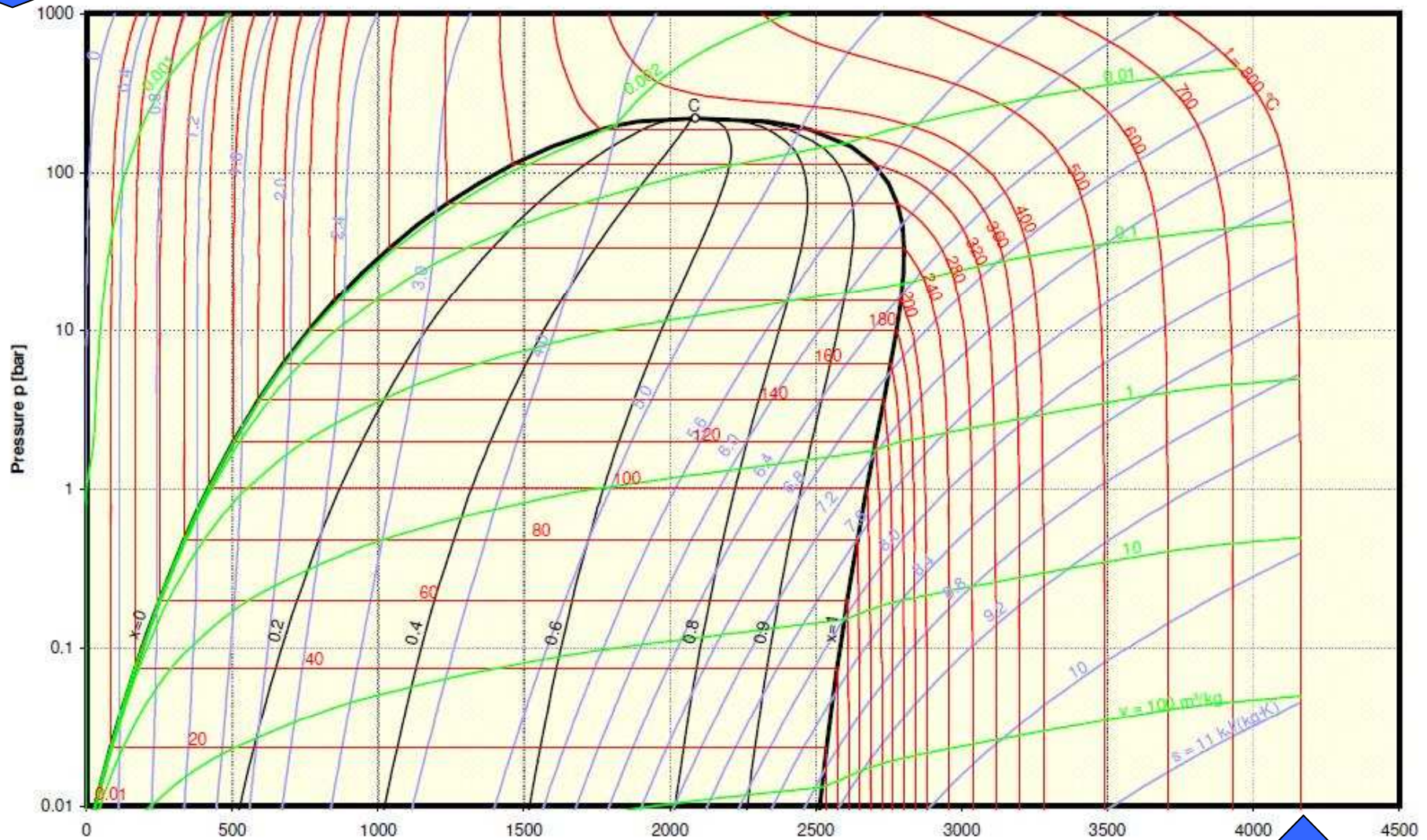
Logaritmická stupnice zobrazuje se stejným krokem jednotky, stovky a tisíce. Umožňuje tedy zobrazit velký rozsah hodnot na malé úsečce.

Entalpie je termodynamický název a zjednodušeně si jí lze představit jako tepelný obsah 1 kg chladiva.

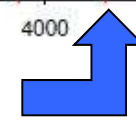
Hodnoty entalpie a měrného objemu jsou uvedeny v hodnotách pro 1 kg nebo 1m³

Viz další obrázek

Logaritmická stupnice tlaku



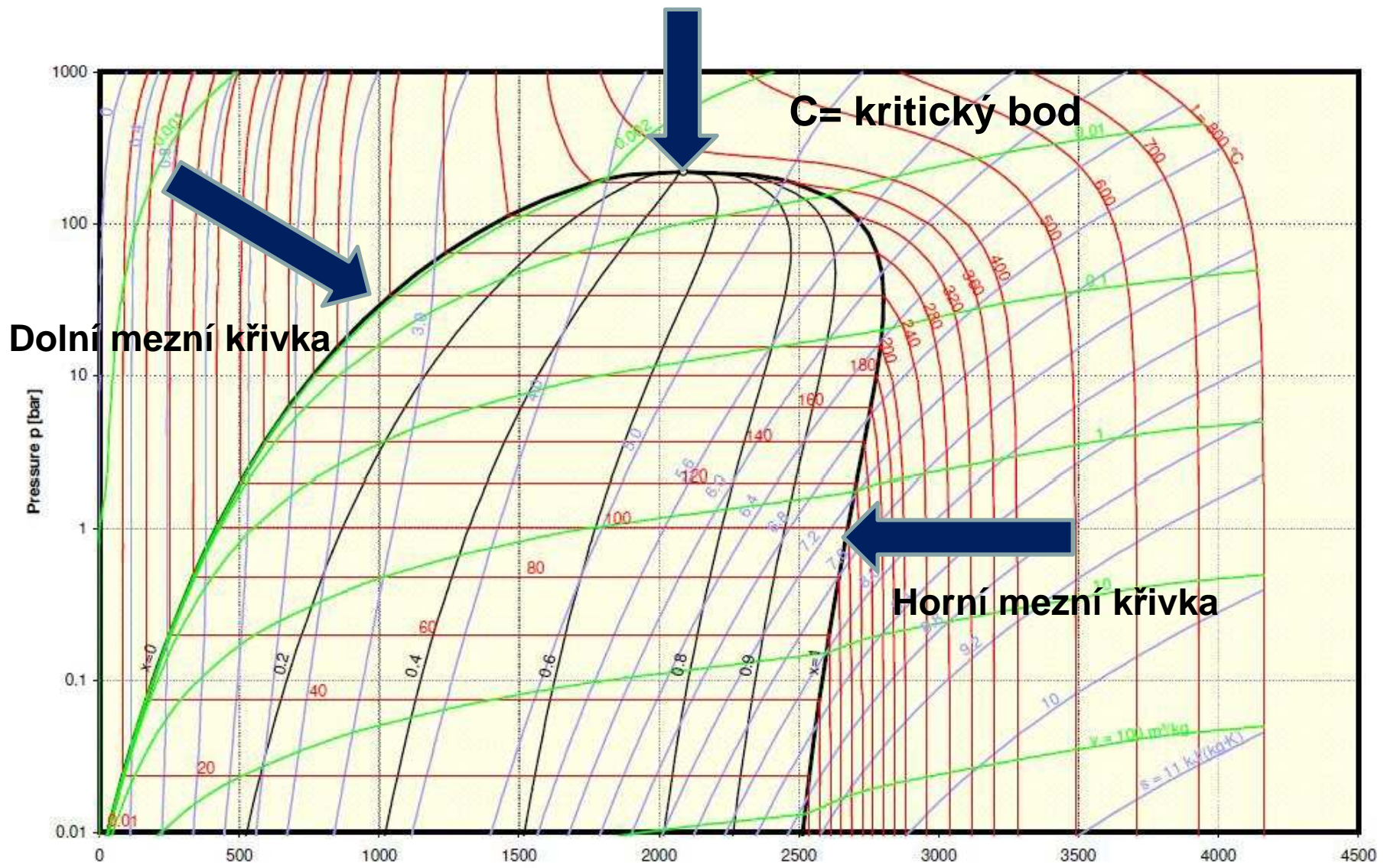
Vodorovná osa = enthalpie (tepelný obsah 1kg chladiva)



Mezní křivky a kritický bod

Nejvýraznější částí každého diagramu jsou jeho mezní křivky . Levá část se nazývá dolní mezní křivkou, pravá část horní, mezní křivkou. Dolní i horní mezní křivka se setkávají v nejvyšším bodě, který se jmenuje kritický bod.

Viz další obrázek



Mezní křivka a kritický bod

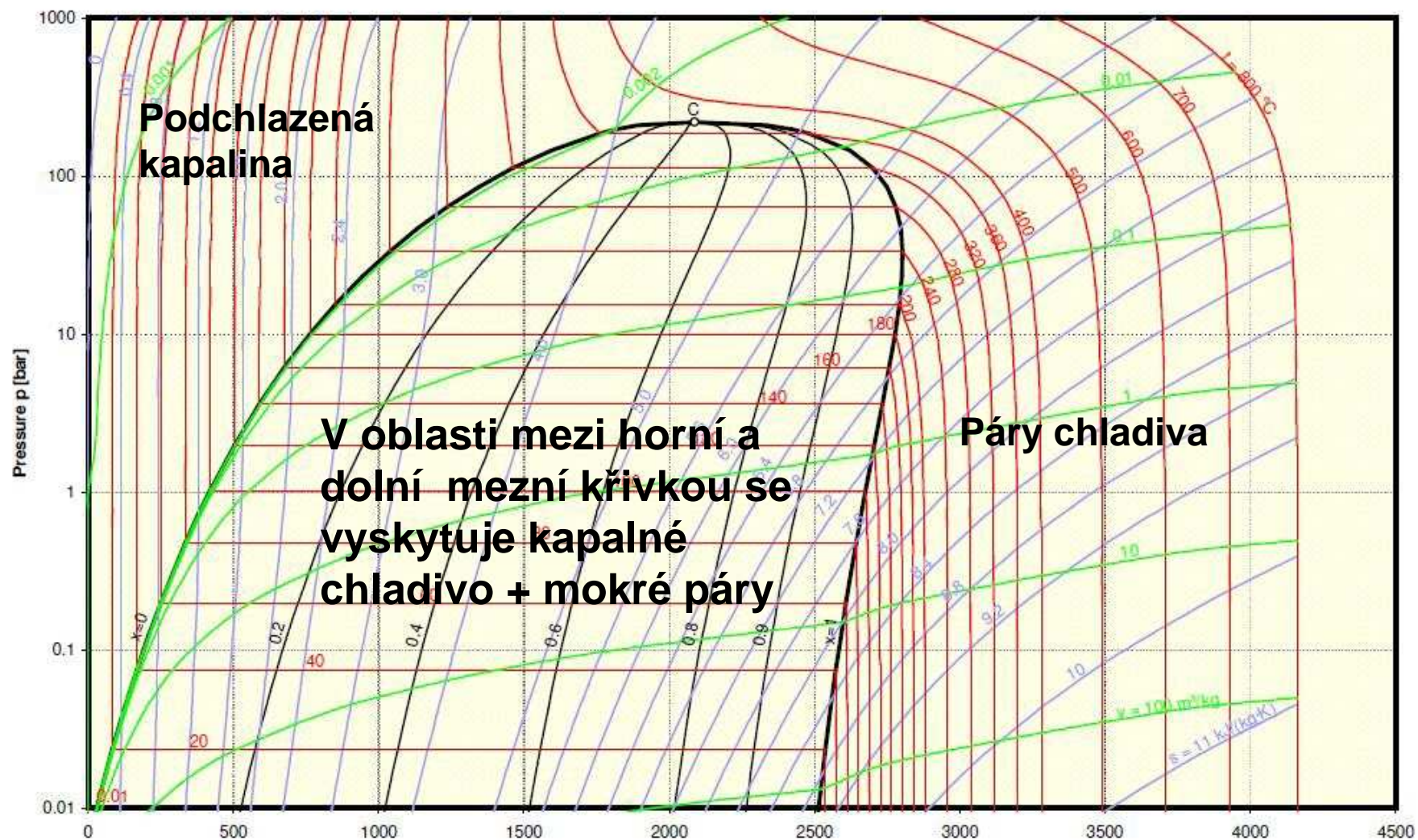
Oblast kapaliny a par

V oblasti diagramu mezi horní a dolní mezní křivkou se nachází chladivo v kapalném stavu. V oblasti vně mezních křivek se nachází chladivo pouze jako páry.

Pokud se teplota par pohybuje tak vysoko, že je v diagramu nad kritickým bodem a z tohoto důvodu neprotíná mezní křivky, nikdy nedojde ke kondenzaci chladiva. V těchto případech se musí horké chladivo nejdříve ochladit, aby se teplota dostala pod teplotu kritického bodu a byla možná kondenzace.

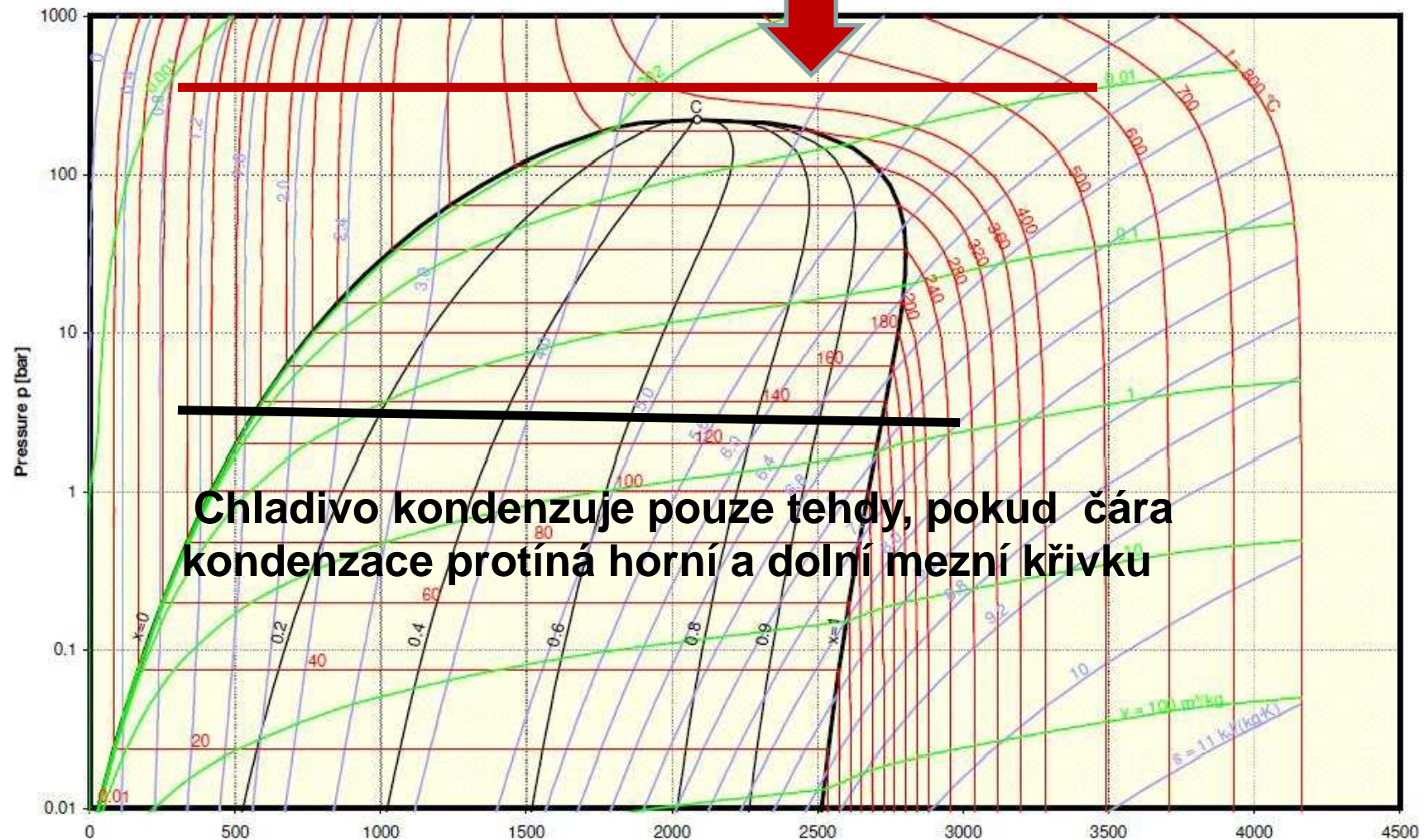
Viz další obrázky

Oblast par a kapaliny v diagramu



Důležitá poznámka ke kondenzaci

Pokud čára kondenzace neprotíná mezní křivky např.nad kritickým bodem, kondenzace nenastane.



Průběh křivek v diagramu

V diagramu je znázorněn průběh teplot, měrného objemu chladiva a entalpie.

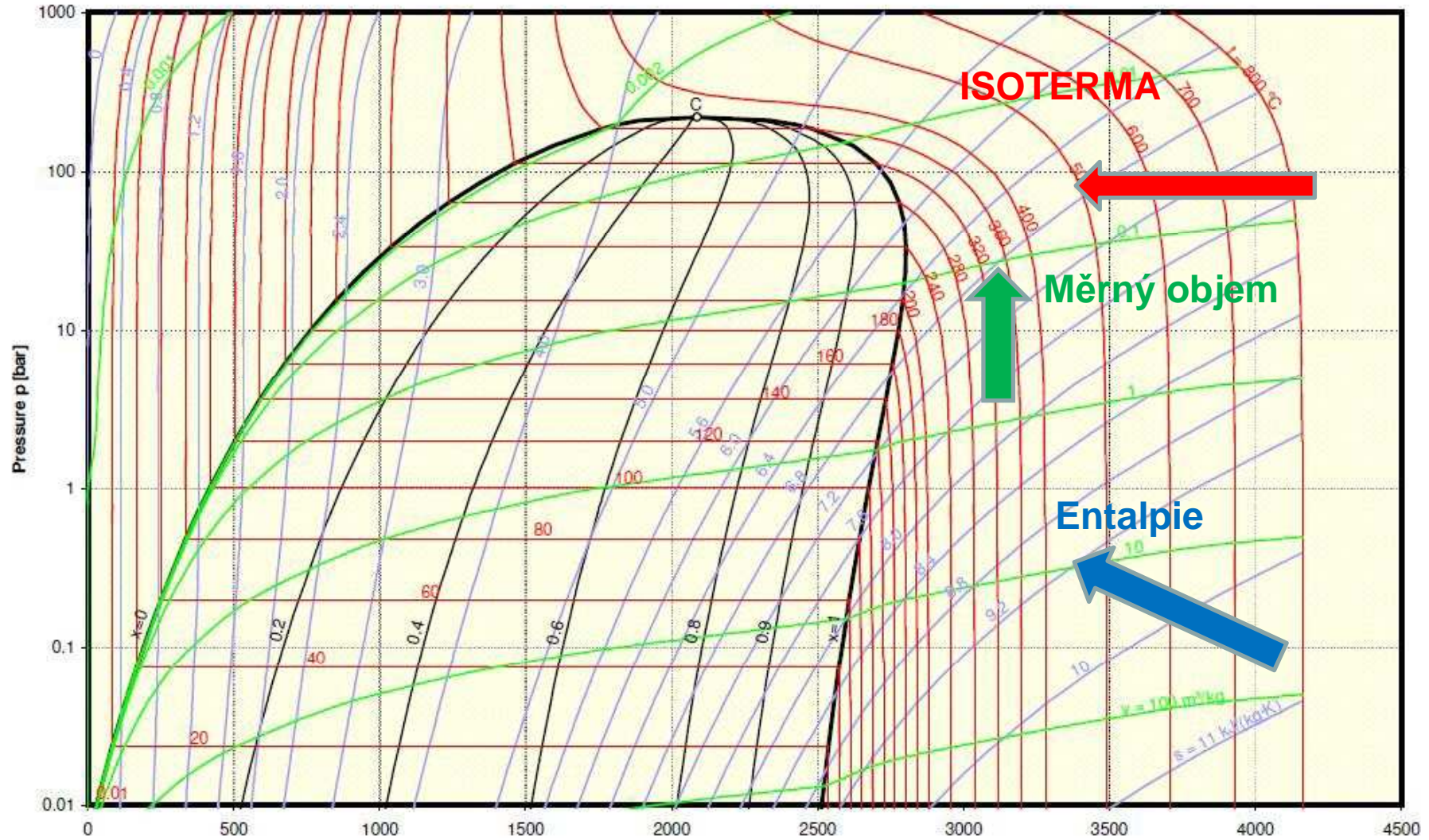
Pomocí těchto křivek lze ve skutečném diagramu odečítat hodnoty veličin v libovolném místě diagramu.

Isoterma = křivka stejné teploty

Isobara = křivka stejného tlaku

Viz další obrázek

Průběh křivek teploty, měrného objemu a entalpie



ISOTERMA = čára konstatní teploty

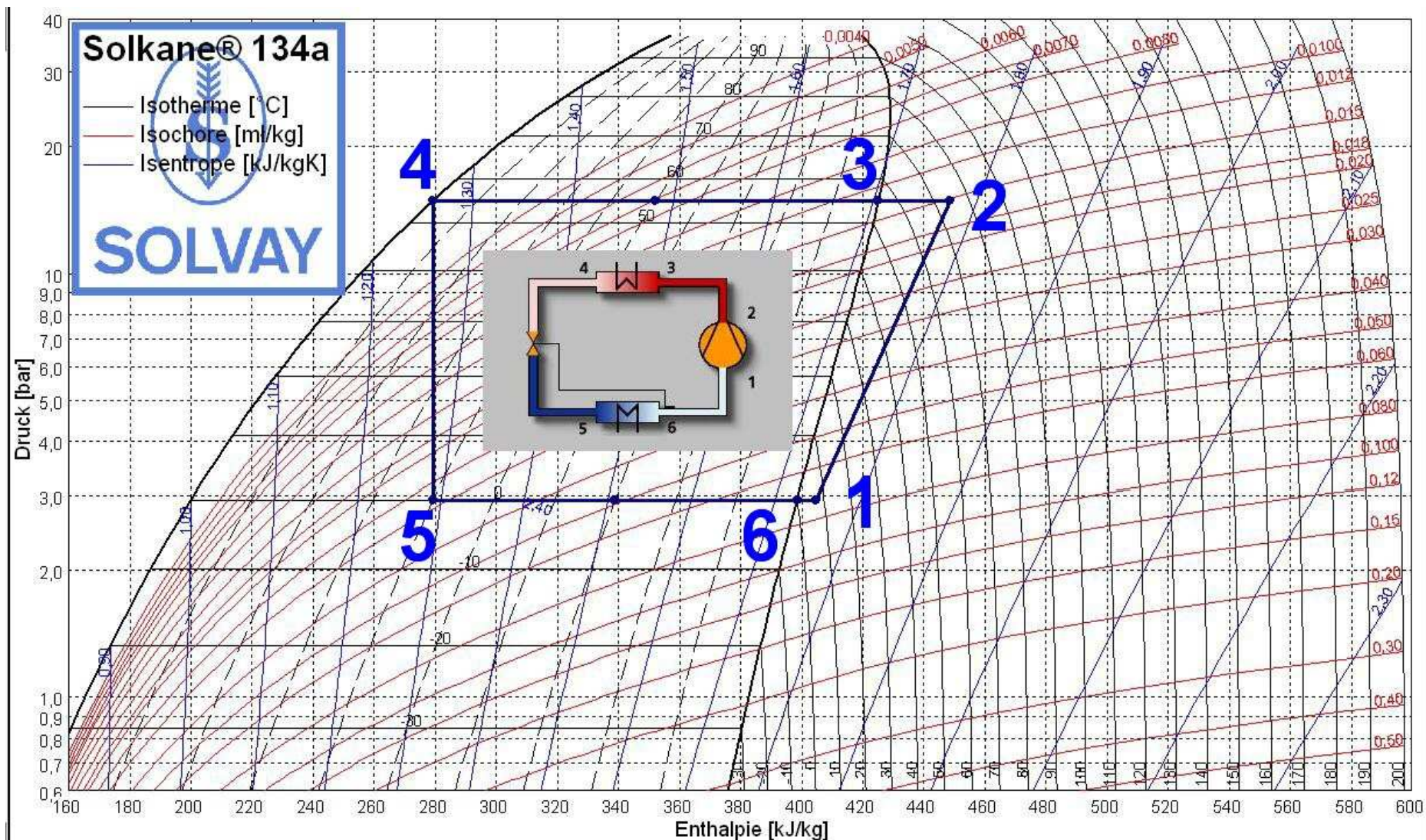
Fyzikální pochody chladicího okruhu

- ▶ Komprese (stlačení chladiva v kompresoru)
mezi body 1-2
- ▶ Kondenzace (ochlazení a zkapalnění chladiva v kondenzátoru)
mezi body 2-3 4
- ▶ Škrčení –změna tlaku z kondenzačního na vypařovací v
expanzním ventilu –mezi body 4-5
- ▶ Vypařování – ohřátí a odpaření kapalného chladiva
mezi body 5-6-1

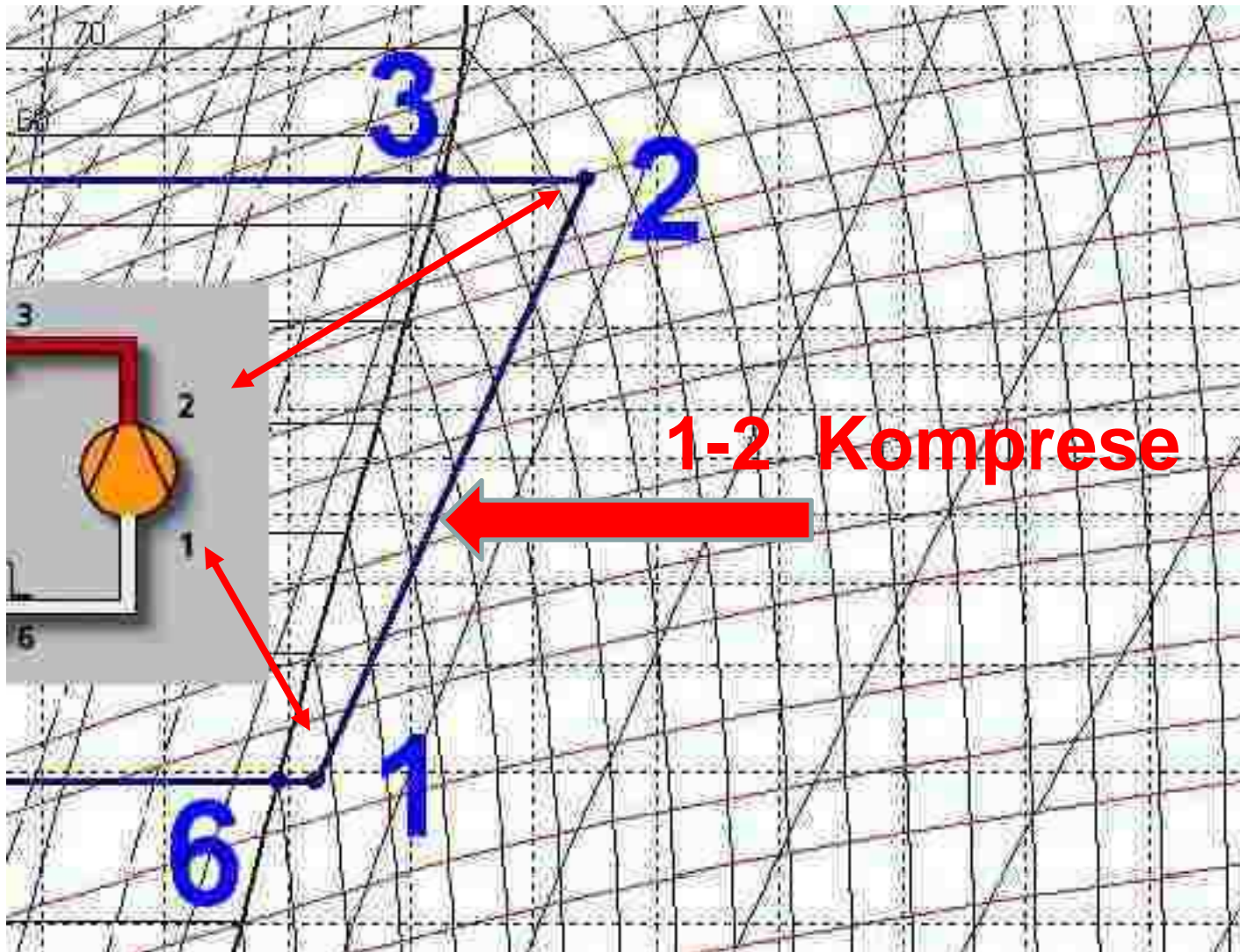
Bližší vysvětlení v dalších obrázcích. Čísla diagramu odpovídají číslům schematického, chladicího okruhu.

Viz další obrázky

Chladicí okruh znázorněný ve skutečném diagramu chladiva



Komprese



Ochlazení a kondenzace chladiva

V kondenzátoru dochází nejdříve k ochlazení horkých par chladiva z teploty konce komprese na teplotu horní mezní křivky. Ochlazují se páry a chladivo nekondenzuje. Tato část se nazývá ochlazení přehřátých par chladiva (mezi body 2-3) a probíhá na začátku kondenzátoru

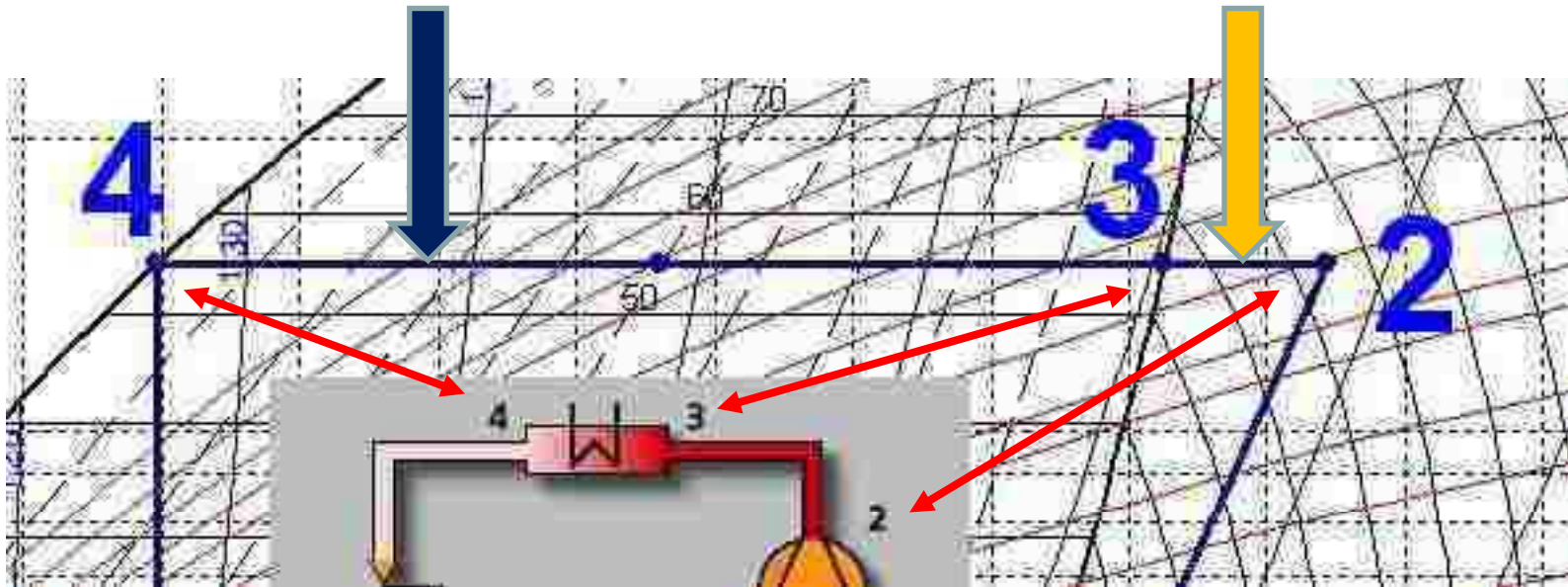
Kondenzace (zkapalnění) chladiva nastává mezi body 3-4 (horní dolní mezní křivkou).

Viz další obrázek

Ochlazování a kondenzace

Kondenzace

Ochlazení přehřátých par



Pochod kondenzace má dvě fáze

2-3 Ochlazení přehřátých par

3-4 Kondenzace –vlastní zkapalnění chladiva

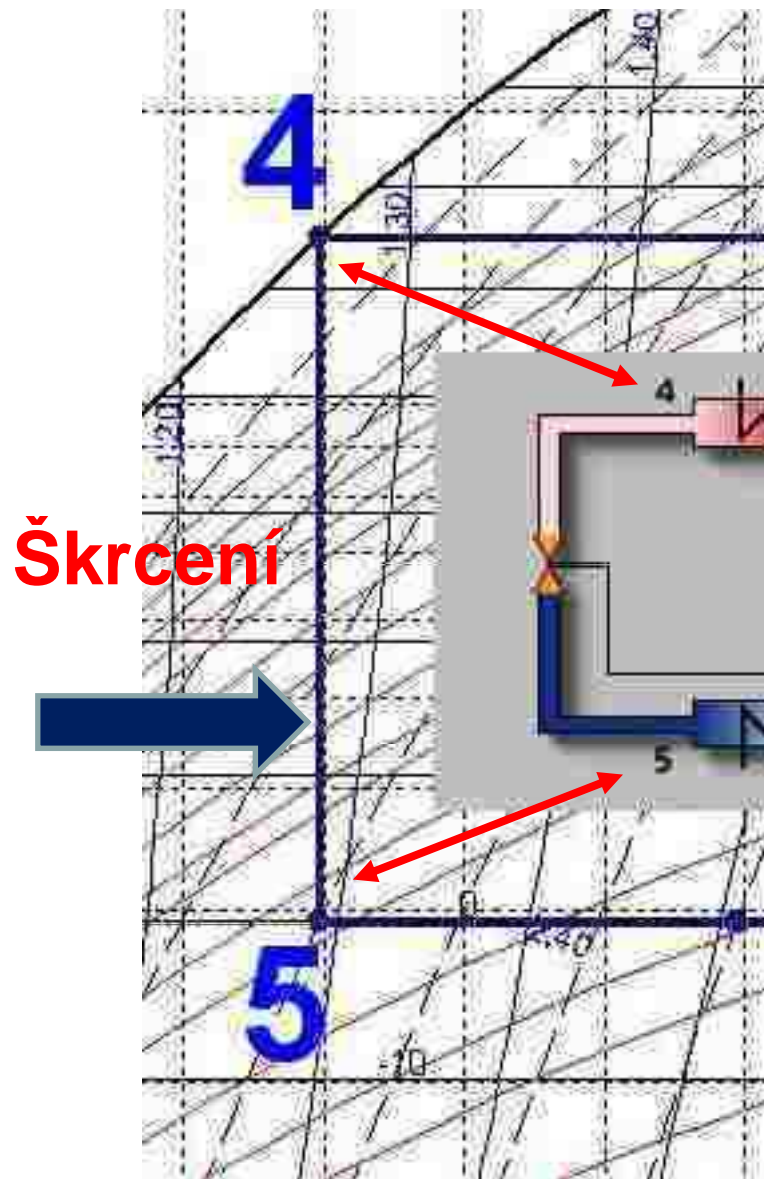
Škrčení chladiva

Na výstupu z kondenzátoru se chladivo nachází v kapalném stavu. Tento stav je možné nazvat pod tlakem zkapalněný plyn. Škrčením v expanzním orgánu (ventilu nebo kapiláře) dojde k prudkému poklesu tlaku.

Tato změna tlaku je s dostatečnou technickou přesností zaznamenána v diagramu jako svislice mezi body 4-5.

Bod 4 je průsečík kondenzačního tlaku a dolní mezní křivky.

Bod 5 je průsečík svislice z bodu 4 a čáry vypařovacího tlaku.



Škrčení kapalného chladiča

4-5 Škrčení kapalného chladiča

S dostatečnou technickou presnosťou sa zobrazuje v grafe ako svislice.

Vypařování a přehřátí

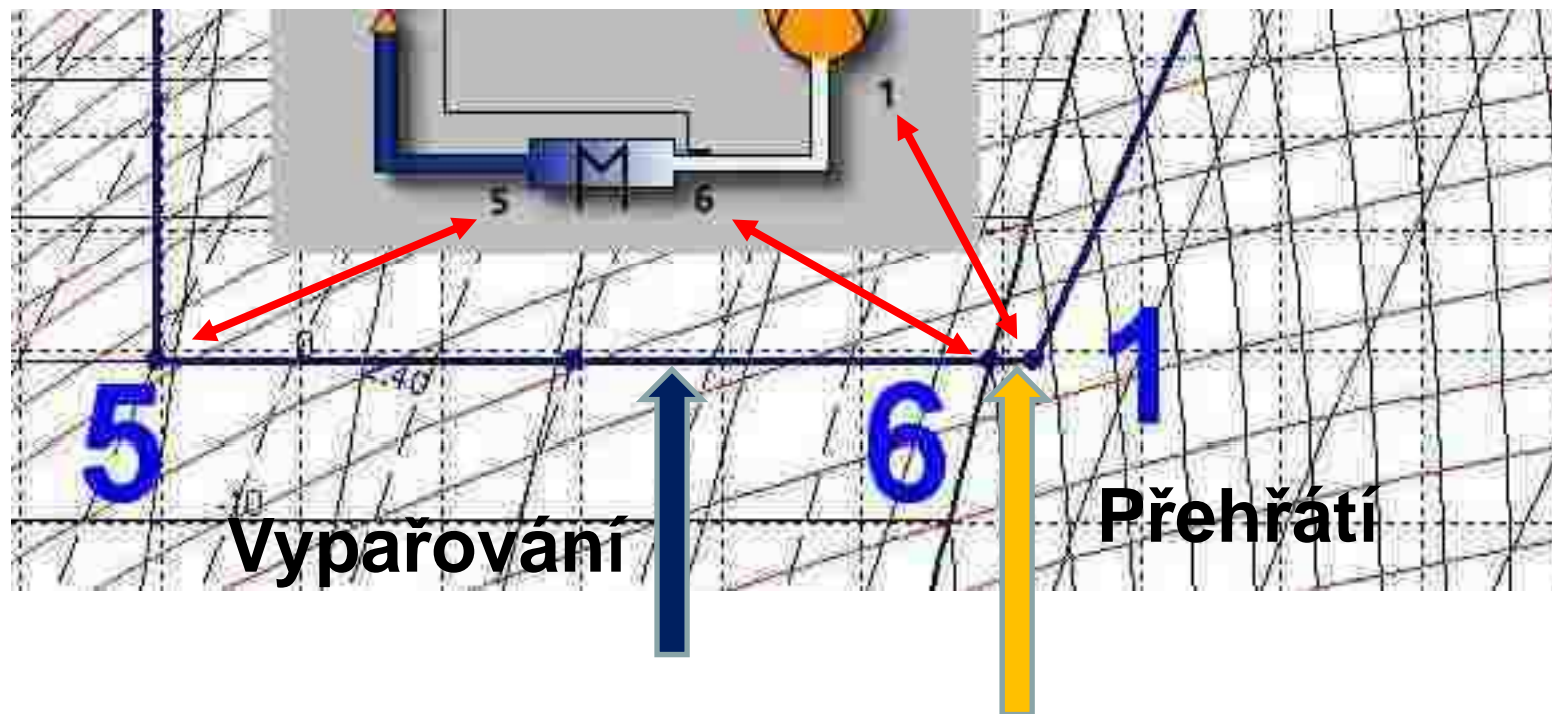
Do výparníku se nastříkuje směs kapaliny a tzv. mokrých par chladiva. Vypařování chladiva nastává mezi body 5-6. Chladivo při svém odpařování odnímá teplo svému okolí –ochlazuje ho. Tuto část je možné nazvat užitečným ohřátím chladiva.

Z výparníku vystupuje chladivo o vypařovací teplotě v bodě 6. Po odchodu z výparníku se chladivo dále ohřívá v potrubí mezi výparníkem a kompresorem a i v samotném kompresoru. Pro zjednodušení uvažujeme pouze s ohřátím chladiva v potrubí Teplota vstupu chladiva do kompresoru je bod 6.

Úsečka 6-1 se nazývá přehřátí chladiva v sání. Toto ohřátí chladiva je neužitečné ohřátí.

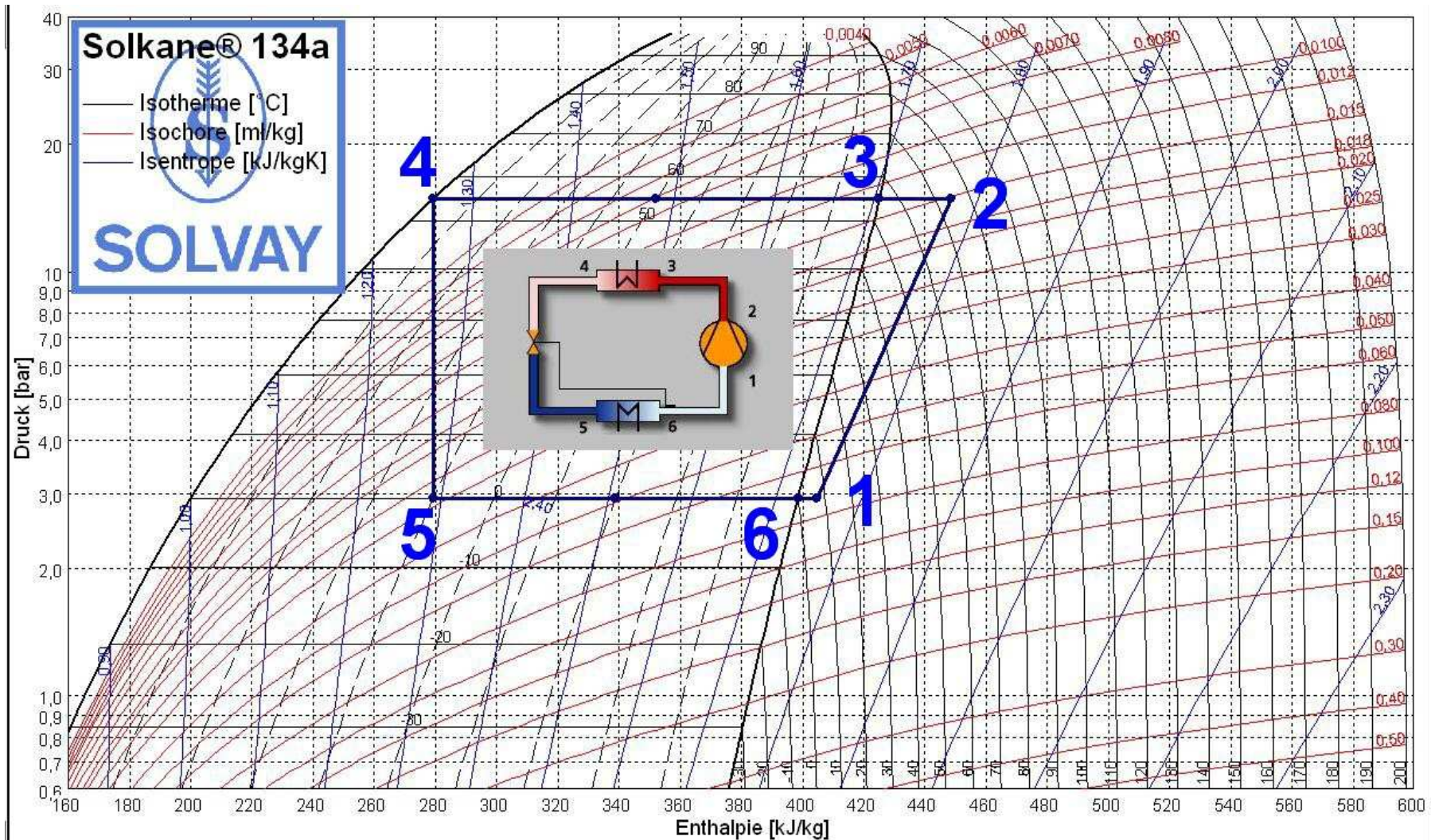
Viz další obrázek

Vypařování a přehřátí



5-6 Vypařování -výparníku 6 -1 Přehřátí chladiva v sání

Diagram i-log p se znázorněných chladícím okruhem



Co vyčteme z diagramu??

Diagram i-log p nám umožní názorně zobrazit působení změn teplot na chladicí okruh a tím i na efektivnost celého chladicího zařízení.

Následně si některé změny ukážeme na skutečném diagramu chladiwa R22

Nástřik chladiva do výparníku

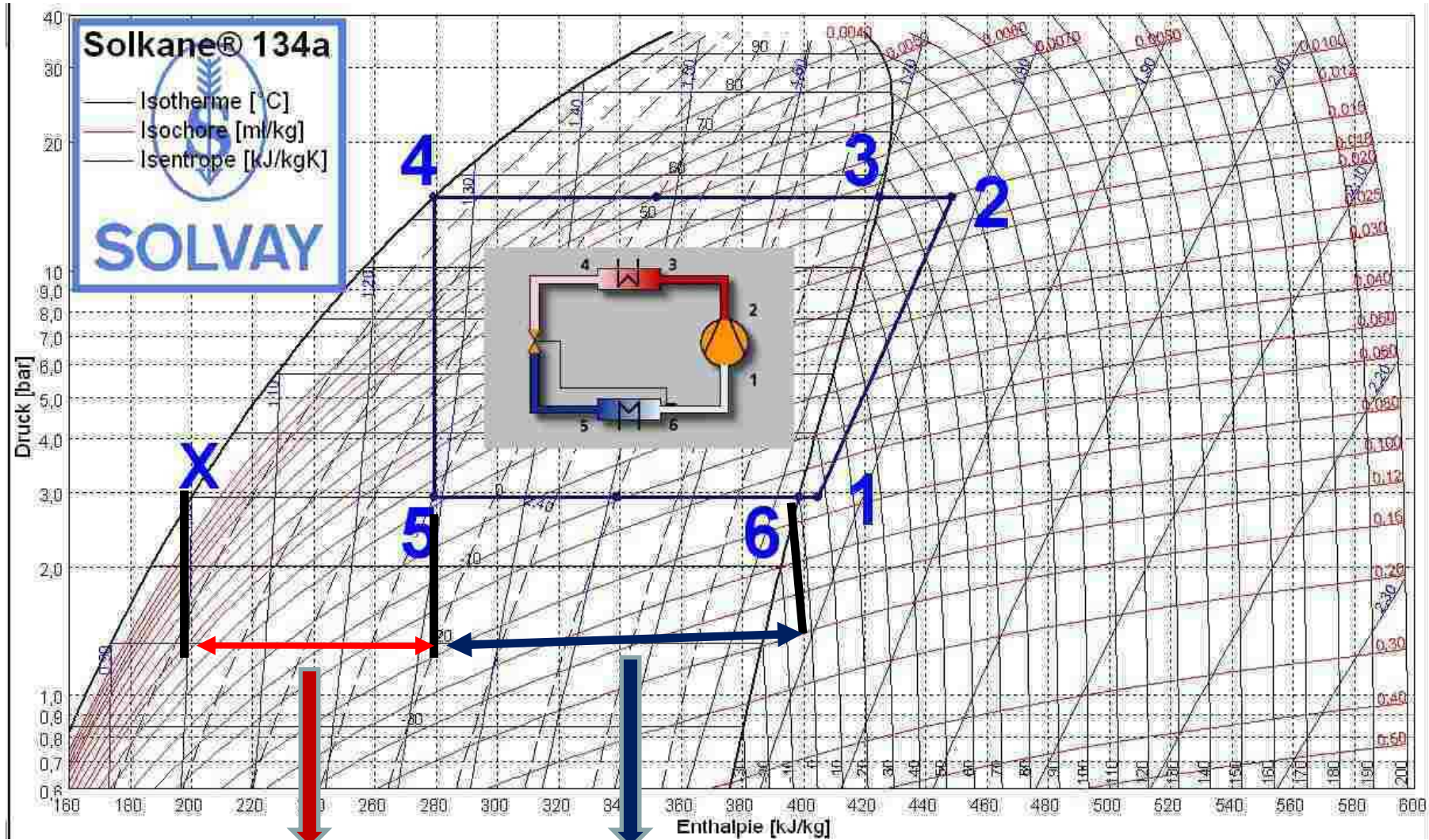
Do výparníku je nastřikována směs kapalného chladiva a mokrých par. To je fyzikální vlastnost procesu škrcení a nemůžeme s tím nic dělat.

Kapalné chladivo odpařením ochladí výparník. Toto chladivo je znázorněno v diagramu mezi body 5-6

Mokrá pára neochladí nic a bez užitku je nasáta do kompresoru. Množství mokré páry je v diagramu znázorněno mezi body X-5

Viz další obrázek

Do výparníku je nastříkována směs kapaliny a par chladiva



X – 5 neúčinné páry **5-6** účinné kapalně chlazení

Vliv kondenzační teploty

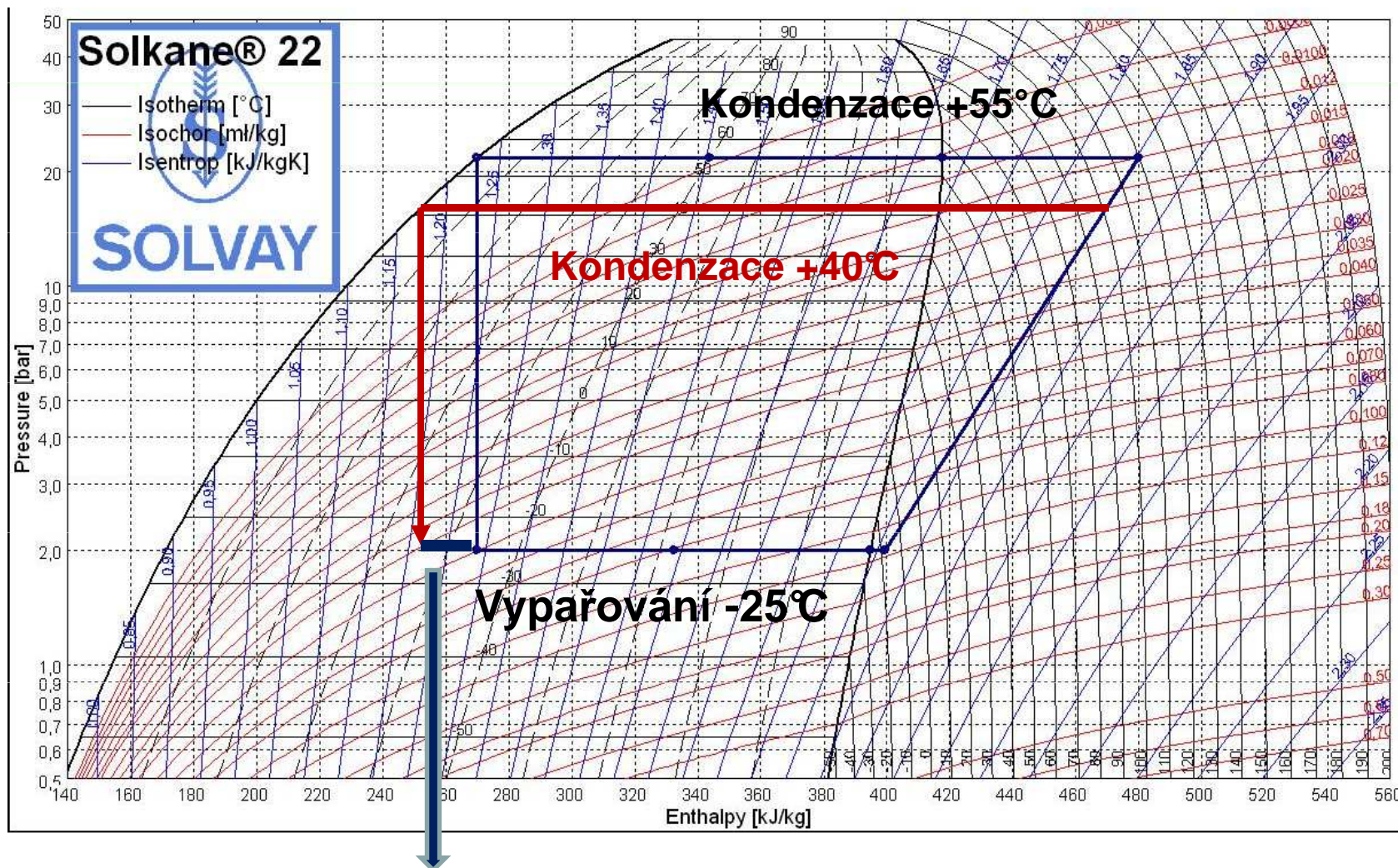
Kondenzační teplota výrazným způsobem ovlivňuje energetickou spotřebu a celkovou efektivitu chladicího okruhu.

Na obrázku jsou znázorněny skutečné poměry R22 při kondenzační teplotě $+55^{\circ}\text{C}$ a potom červenou čarou poměry při snížené kondenzační teplotě na $+40^{\circ}\text{C}$.

Na vypařovací teplotě je znázorněn zisk kapalného chladiva, které bude užitečně ochlazovat výparník. Tím se zmenší množství mokrých par, které bez užitku odcházejí z výparníku. Zařízení lépe chladí.

Viz další obrázek

Vliv snížení kondenzační teploty



Zisk kapaliny ve výparníku –lepší chladič

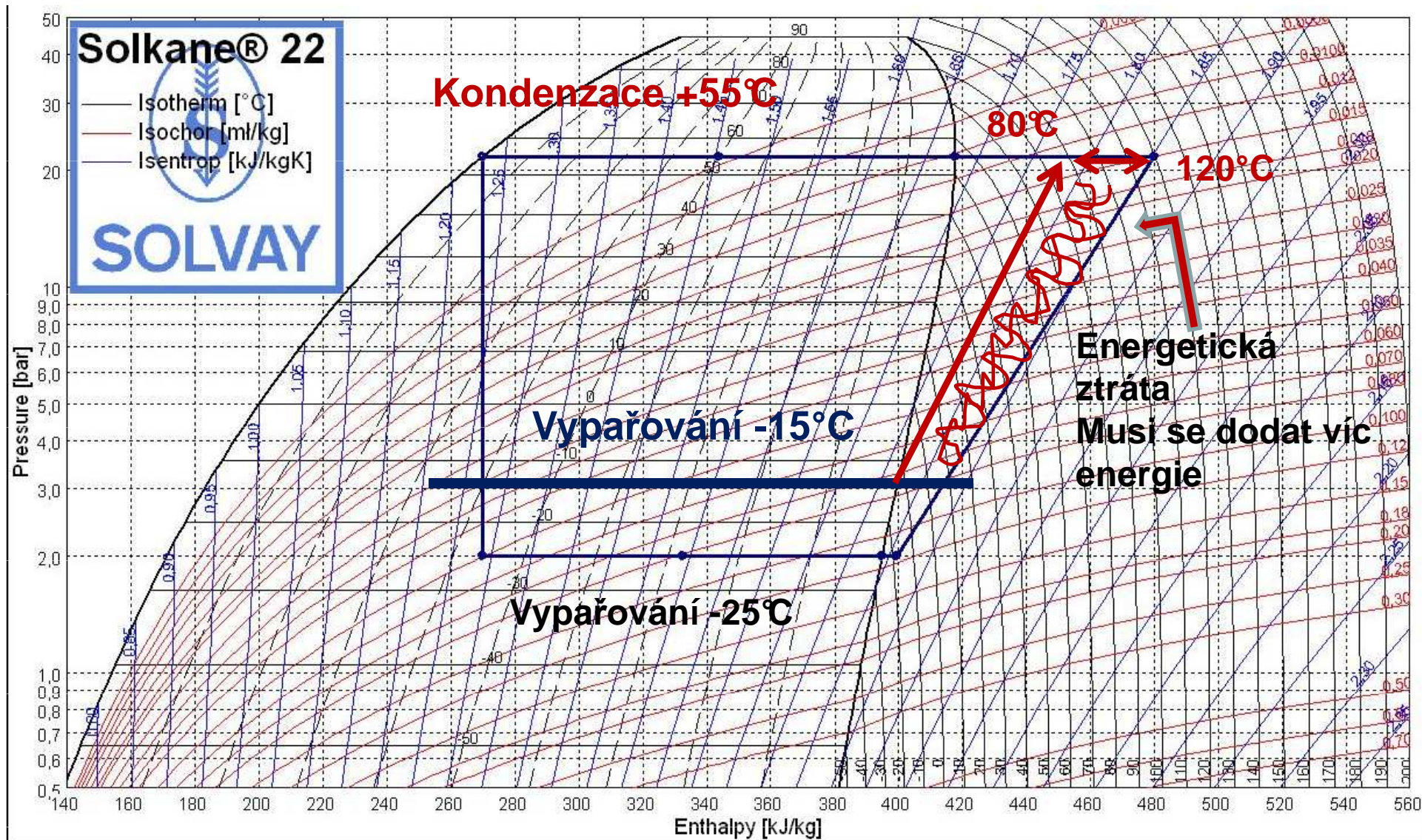
Vliv vypařovací teploty

Při původní vypařovací teplotě -25°C byla teplota horkého chladiva za Kompresorem (konec komprese) $+120^{\circ}\text{C}$. Zvýšením vypařovací teploty na -15°C klesne teplota chladiva za kompresorem (konec komprese) na $+80^{\circ}\text{C}$.

Začáranou oblast mezi kompresí z teploty -15°C a následně z teploty 25°C je možné s jistou nepřesností nazvat energetickou ztrátou. O toto pole musíme obrazně dodat více energie.

Viz další obrázek

Vliv vřepáovací teploty



Podchlazení kapaliny

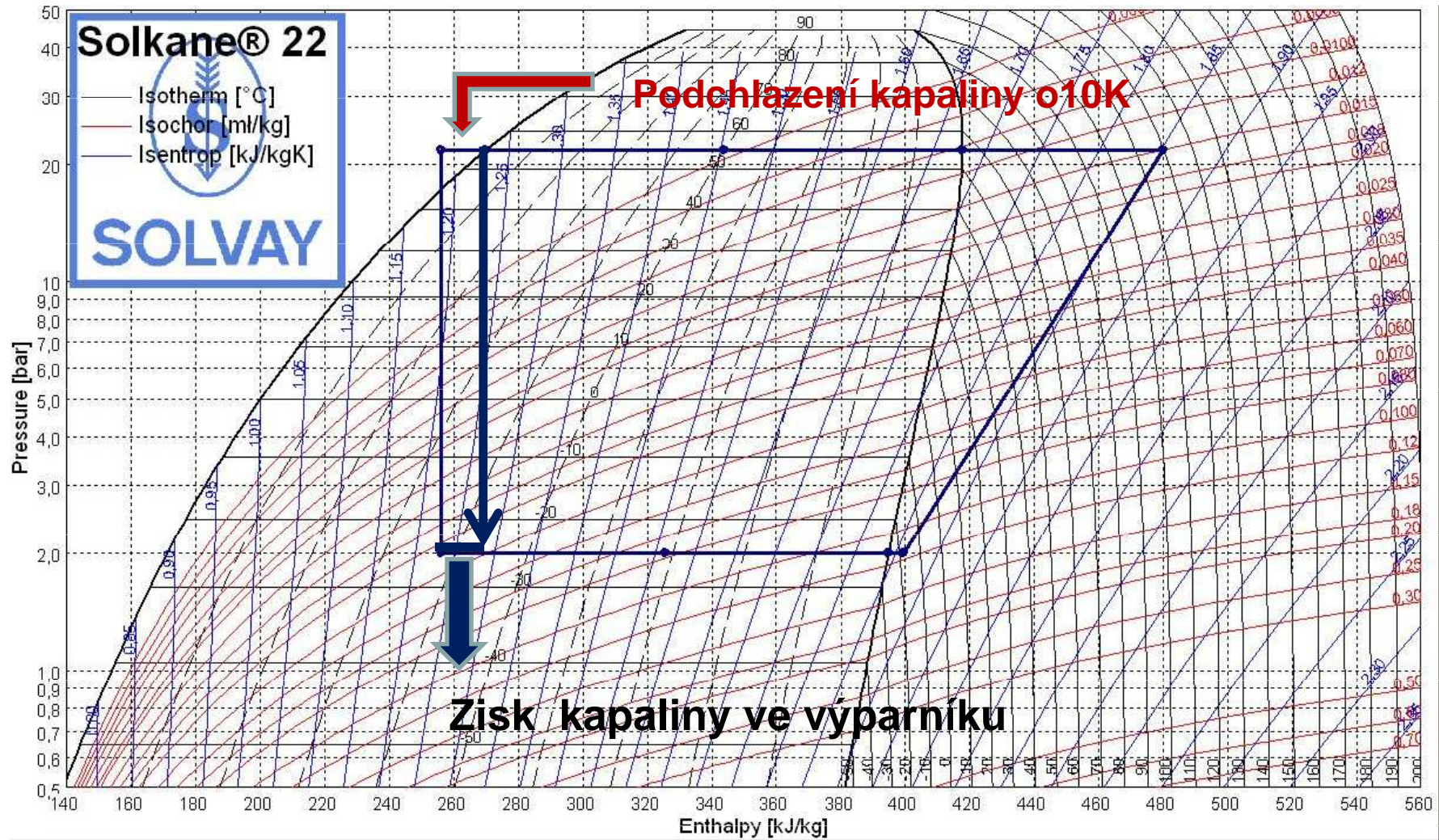
Z kondenzátoru vystupuje kapalně chladivo.

Jeho škrcením dostaneme při vypařovací teplotě přesně definovanou směs kapalného chladiva a mokrých par. (viz škrcení) Abychom zvýšili množství kapalného chladiva a snížili množství neužitečných mokrých par, musíme kapalně chladivo vystupující z kondenzátoru nějak dále ochladit.

Toto ochlazení za dolní mezní křivku se nazývá podchlazení kapalného chladiva.

Viz další obrázek

Vliv podchlazení kapaliny



Závěr

- ▶ Po této prezentaci by měl každý mechanik rozumět základům diagramu pro znázornění chladicího okruhu
- ▶ Toto je velmi zjednodušený výklad diagramu, který pro zjednodušení pomíjí některé technické detaily.