

Stlačený vzduch – příležitosti ke snížení nákladů



Stlačený vzduch

Aplikace stlačeného vzduchu

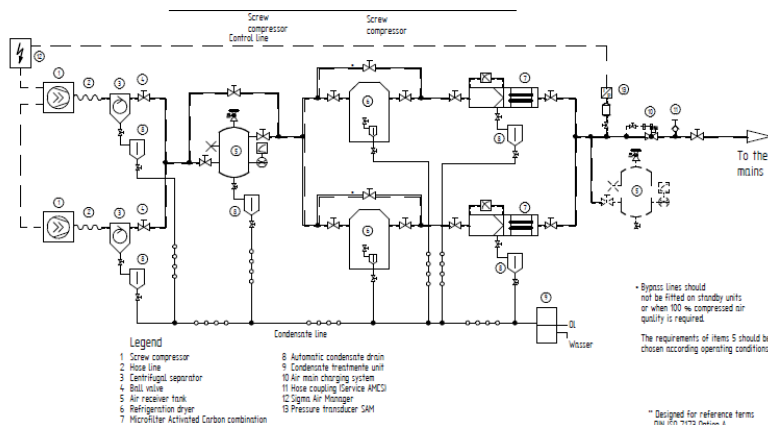
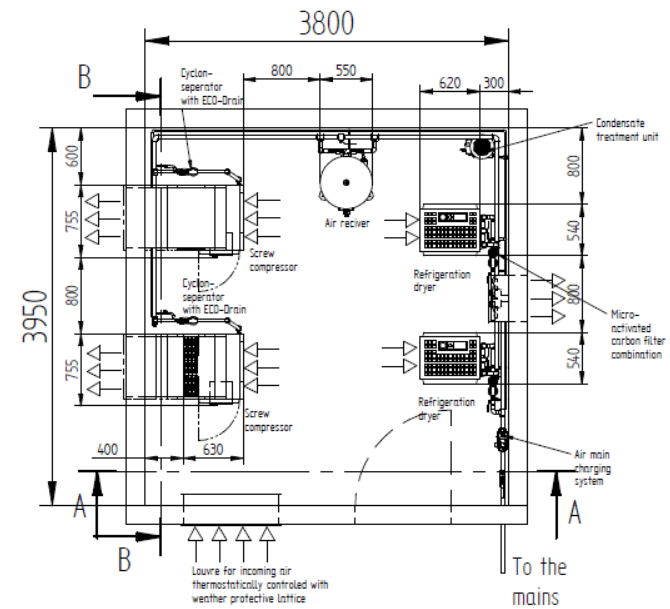
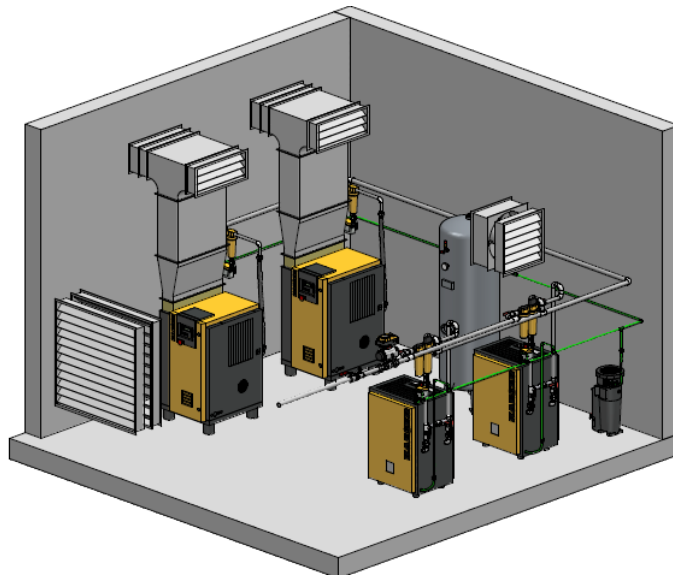
- Stavebnictví
- Hornictví
- Chemická výroba
- Energetika
- Zdravotnická zařízení
- Obchod a oprávenství
- Zpracování dřeva
- Zpracování a výroba plastů
- Výroba a zpracování potravin
- Výroba a zpracování papíru
- Textilní průmysl
- Technika životního prostředí
- Strojírenství
- Průmyslové plyny
- ...



Rozmanité aplikace

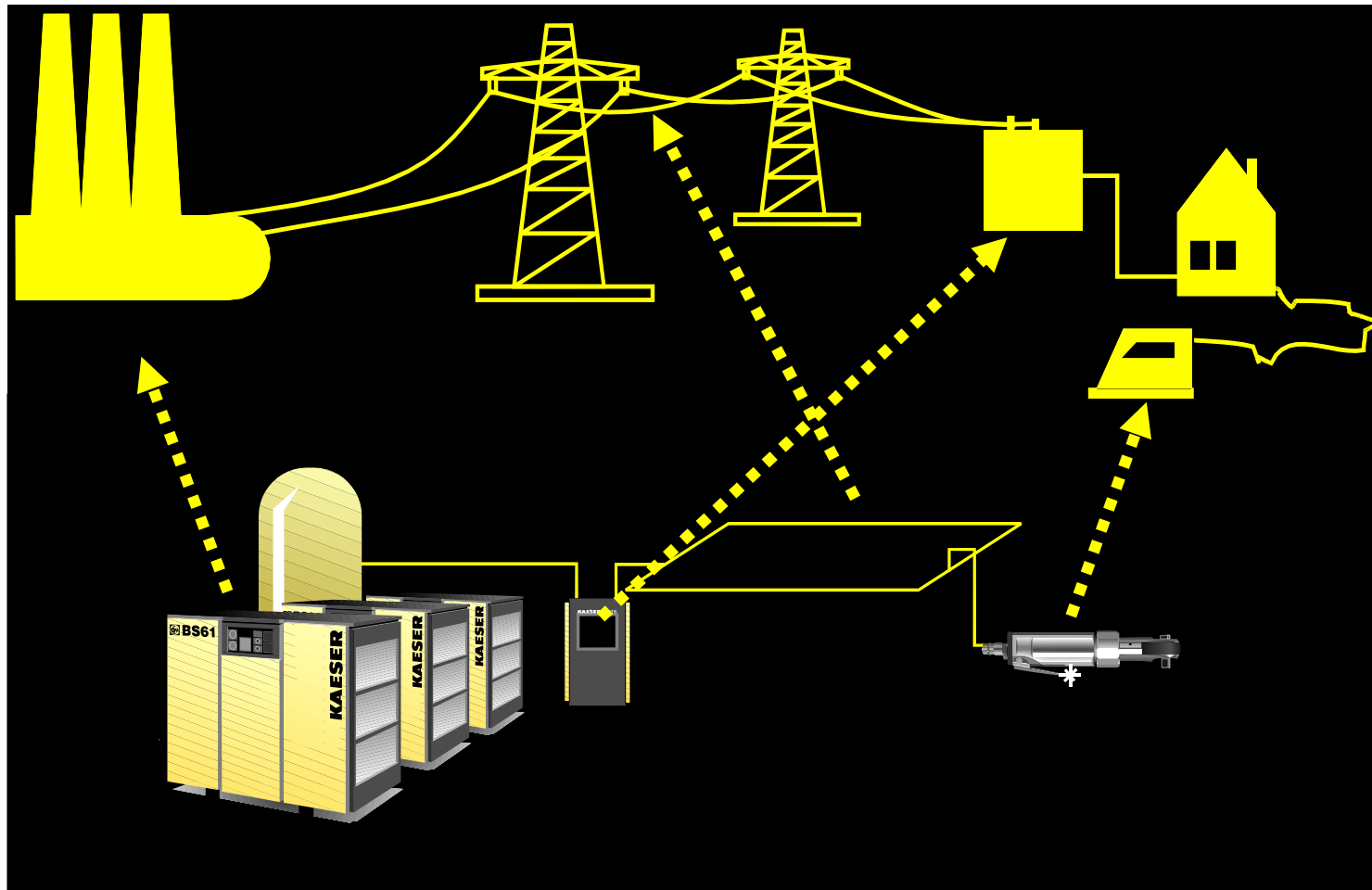
Kompresorová stanice

Energetické centrum



Důležité komponenty

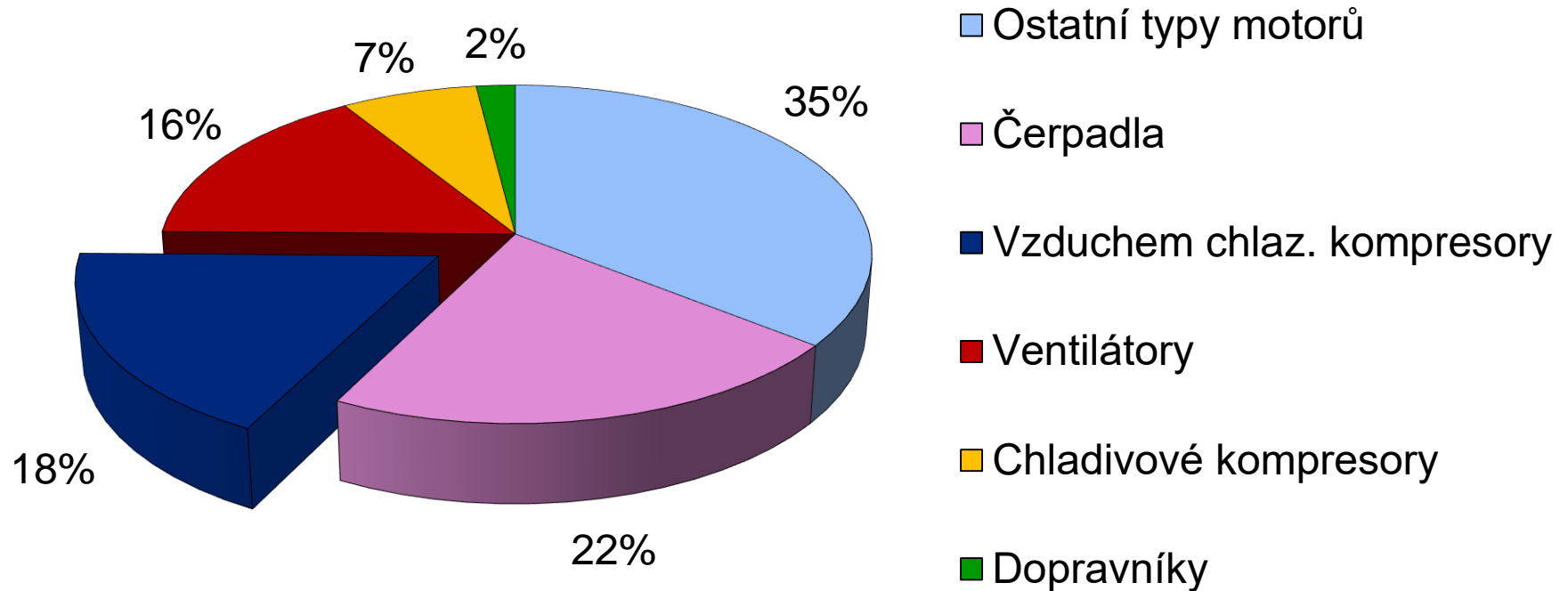
Výroba, úprava, distribuce, spotřeba



Energetické rozdělení spotřeby

Spotřeba energie elektromotorů v průmyslu (EU)

- Odhadovaná celková spotřeba energie v roce 2020 (EU): 133 miliard kWh

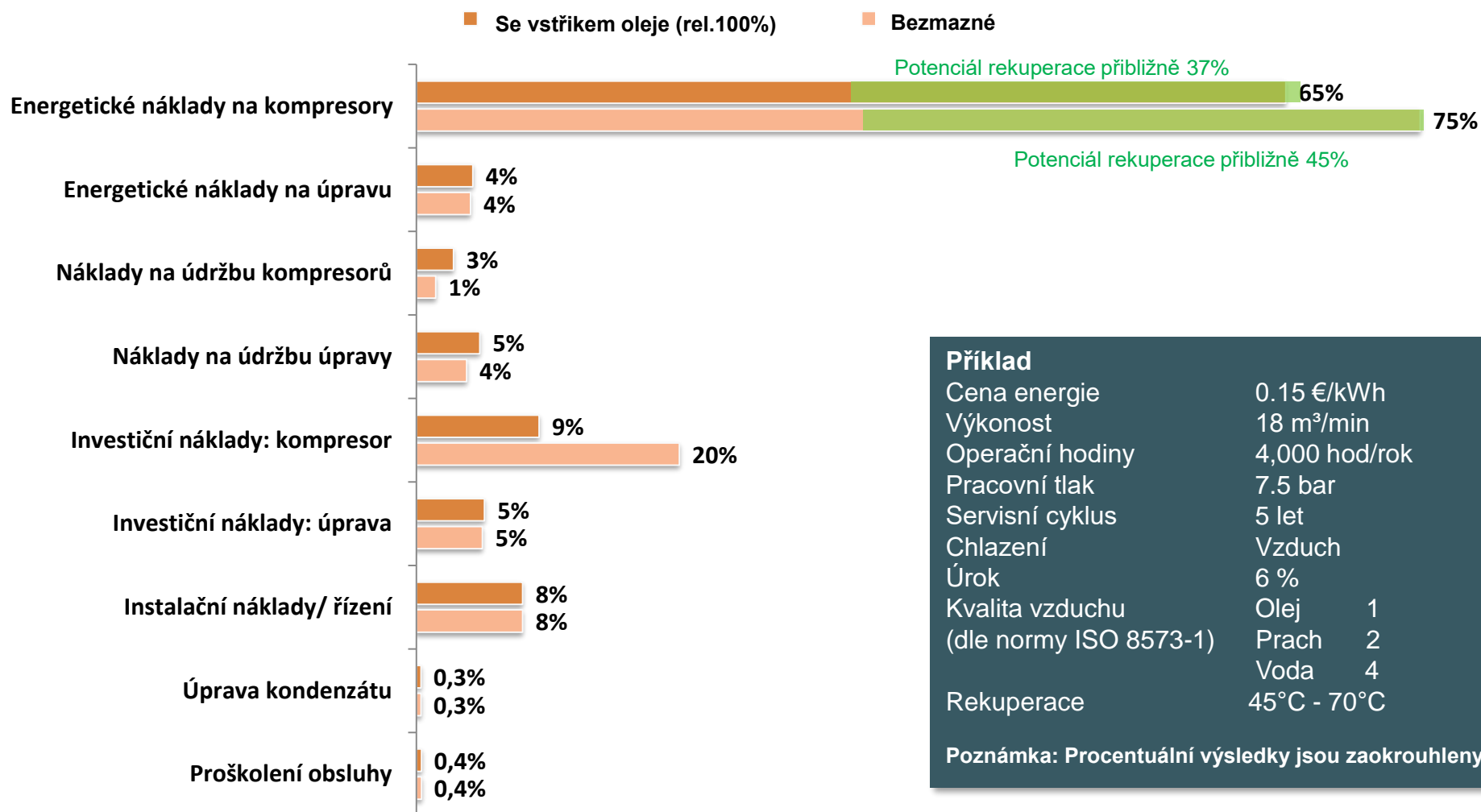


Potenciál pro úspory v EU 2.5 miliardy Euro



Podíly nákladů

Rozpis nákladů v optimalizované kompresorové stanici



Příklad

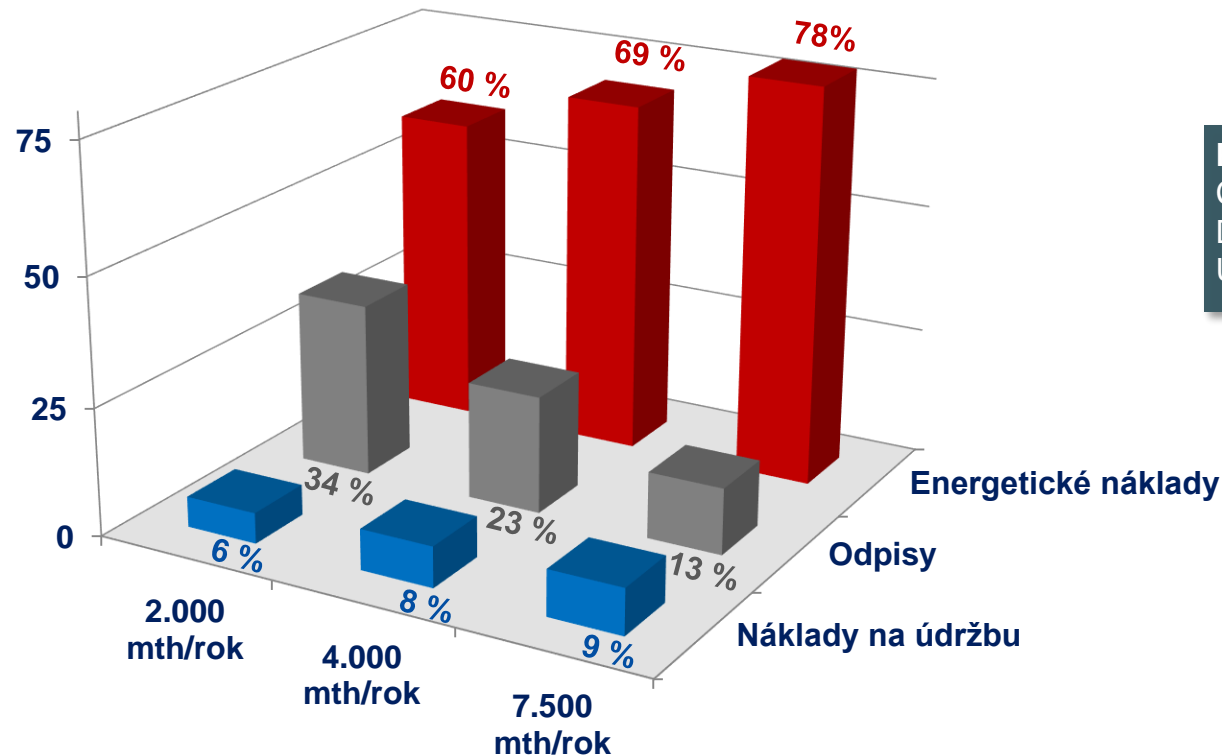
Cena energie	0.15 €/kWh
Výkonost	18 m ³ /min
Operační hodiny	4,000 hod/rok
Pracovní tlak	7.5 bar
Servisní cyklus	5 let
Chlazení	Vzduch
Úrok	6 %
Kvalita vzduchu	Olej 1
(dle normy ISO 8573-1)	Prach 2
	Voda 4
Rekuperace	45°C - 70°C

Poznámka: Procentuální výsledky jsou zaokrouhleny

Podíly nákladů

Energie, servis, odpisy

Rozložení nákladů na stlačený vzduch dodávaný vzduchem chlazeným šroubovým kompresorem se vstřikem oleje v jedno/ více směnném výrobním provozu.



Příklad

Cena energie	0.15 €/kWh
Doba odpisování	5 let
Úrok	6 %

Průměrná úspora energie v systémech stlačeného vzduchu může být až 30%!

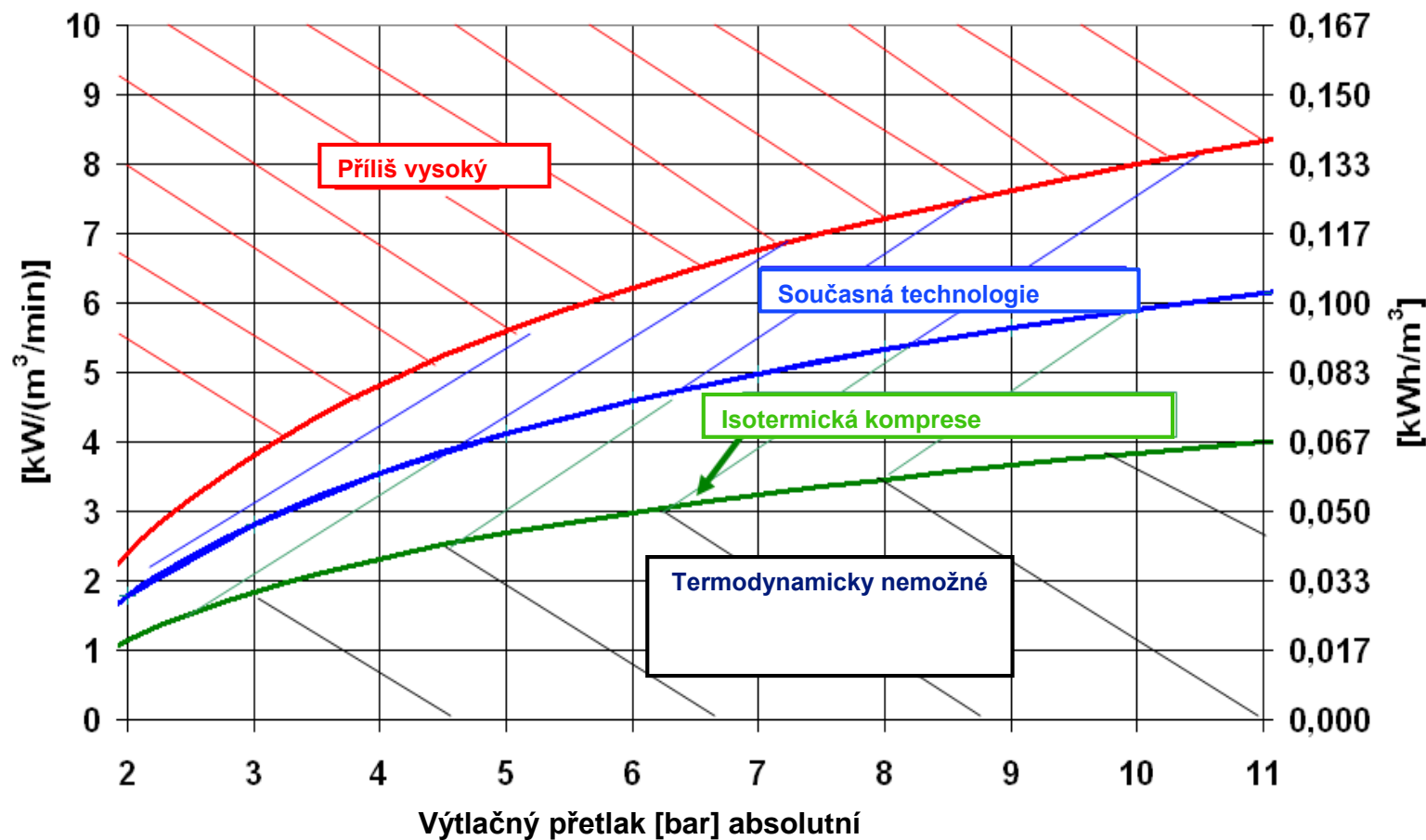


Specifický příkon

Index stlačeného vzduchu

Druckluft

effizient



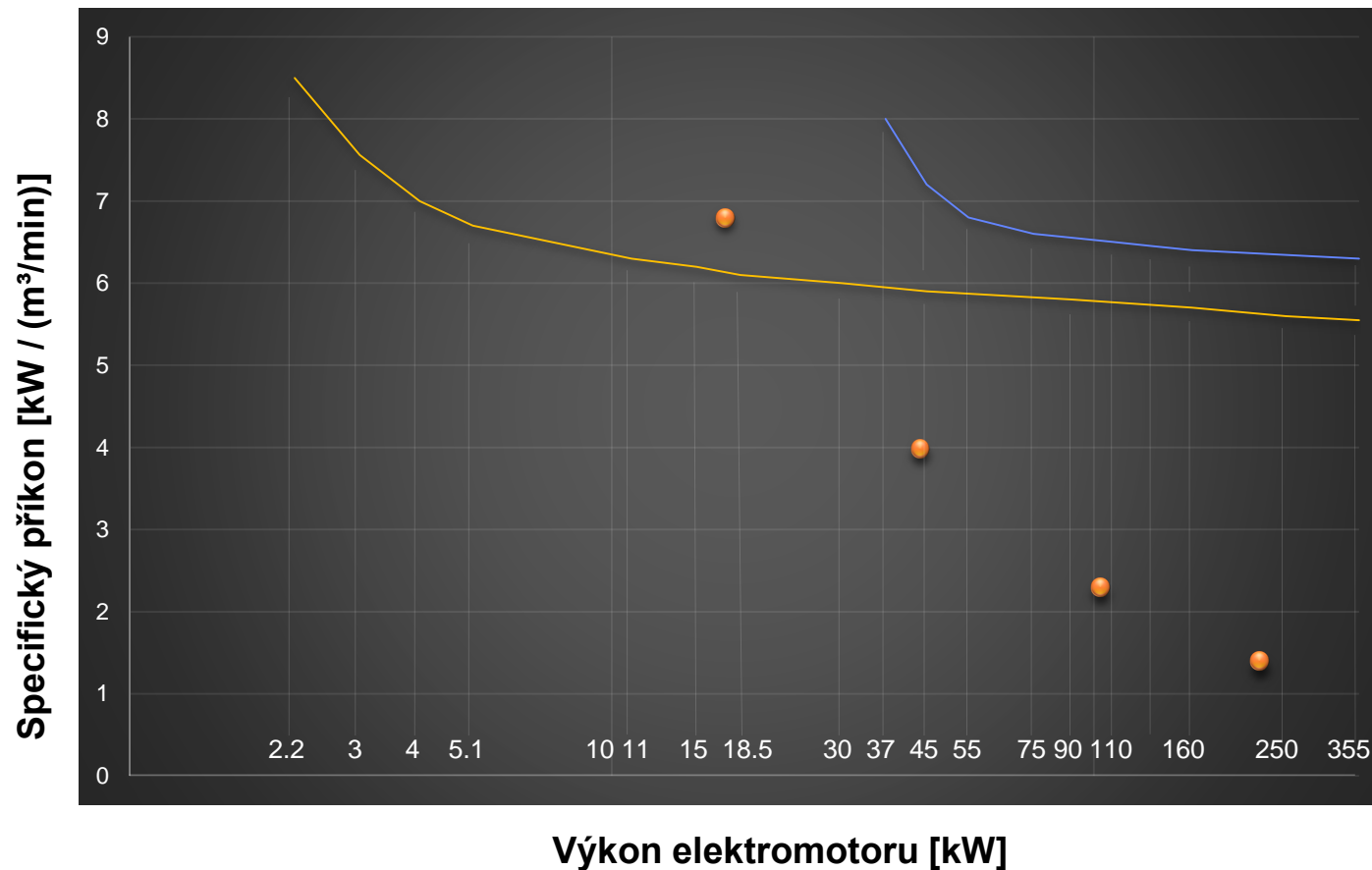
$$P_{\text{spec.}} = \frac{\text{Celkový příkon kompresoru}}{\text{Celkové dodávané množství}}$$



Typy kompresorů

Porovnání specifických příkonů kompresorů

při 7 bar (g)



Kompresory suchoběžné

Kompresory Se vstřikem oleje



Celkový příkon kompresoru

Celková spotřeba elektrické energie

Celková spotřeba elektromotoru

000 kWh

= Ztráty motoru dle jeho účinnosti

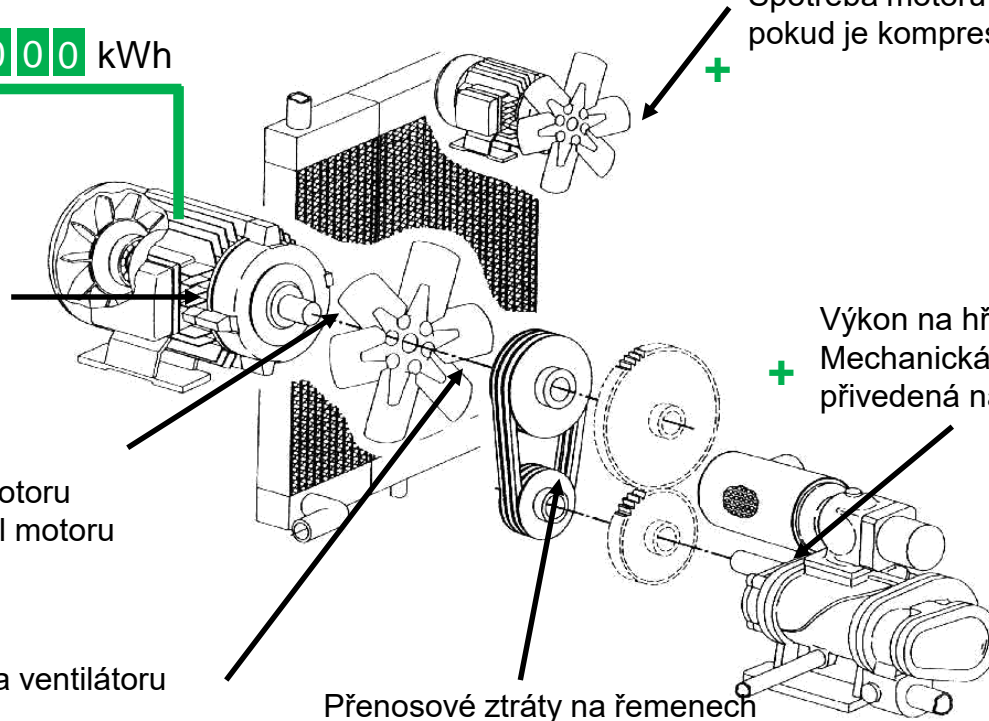
+ Výkon motoru: Mechanická síla motoru přivedená na hřídel motoru

+ Ztráta na ventilátoru motoru

+ Přenosové ztráty na řemenech a ozubených kolech

+ Spotřeba motoru ventilátoru, pokud je kompresor vybaven přídatným ventilátorem

+ Výkon na hřídeli bloku: Mechanická síla motoru přivedená na hřídel bloku



Poznámka:
Jmenovitý výkon motoru=
 Mechanická síla na hřídeli v kW kterou dokáže motor vyvinout při 100% zátěži.
 - Vyraženo na štítku motoru



Celkový příkon kompresoru

Výkonnost dle normy ISO 1217: 2009 příloha C



Zpětná kalkulace

$$V_1 = \frac{V_2 \times p_2 \times T_1}{[p_1 - (p_D \times F_{rel})] \times T_2}$$

Tlak vodní páry p_D (tabulkově)

Poznámka: příloha C / E

Celkový příkon kompresoru

Tolerance dle normy ISO 1217: 2009

Dodávané množství m ³ /min	Průtok	Specifický příkon **)	Spotřeba energie při odlehčení*)
Méně než 0.5	+/- 7 %	+/- 8 %	+/- 10 %
0.5 - 1.5	+/- 6 %	+/- 7 %	+/- 10 %
1.5 - 15	+/- 5 %	+/- 6 %	+/- 10 %
Více než 15	+/- 4 %	+/- 5 %	+/- 10 %

Horní hranice tolerancí jsou dané tolerancemi výrobce kompresorů společně s naměřenými hodnotami tolerancí při provozu kompresoru u zákazníka.

*) hodnota udaná výrobcem

**)

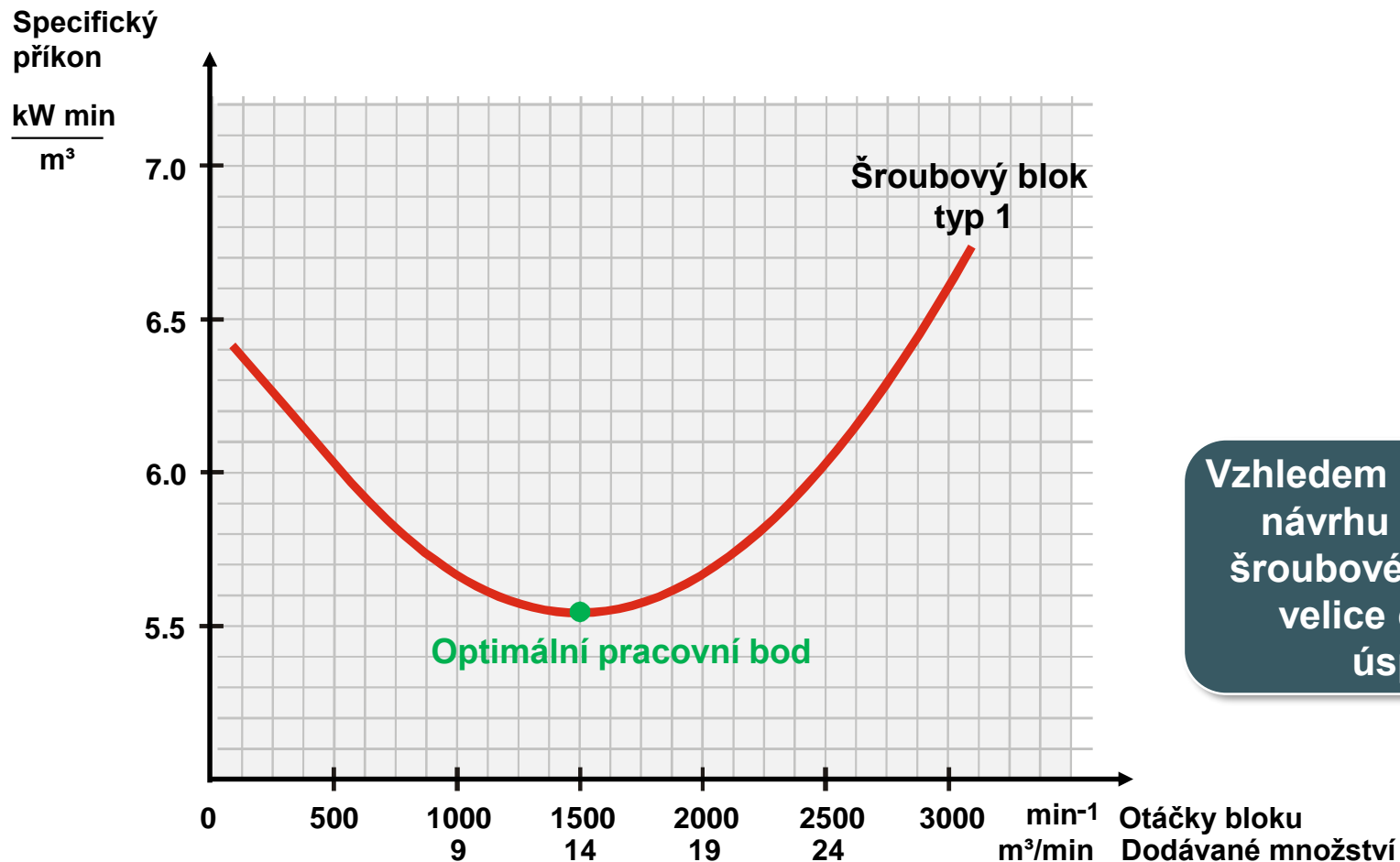
Výpočet specifického příkonu:

$$P_{\text{spec.}} = \frac{\text{Celkový příkon kompresoru}}{\text{Dodávané množství}}$$

Šroubové bloky

Optimální pracovní bod

Křivka výkonosti šroubového kompresoru

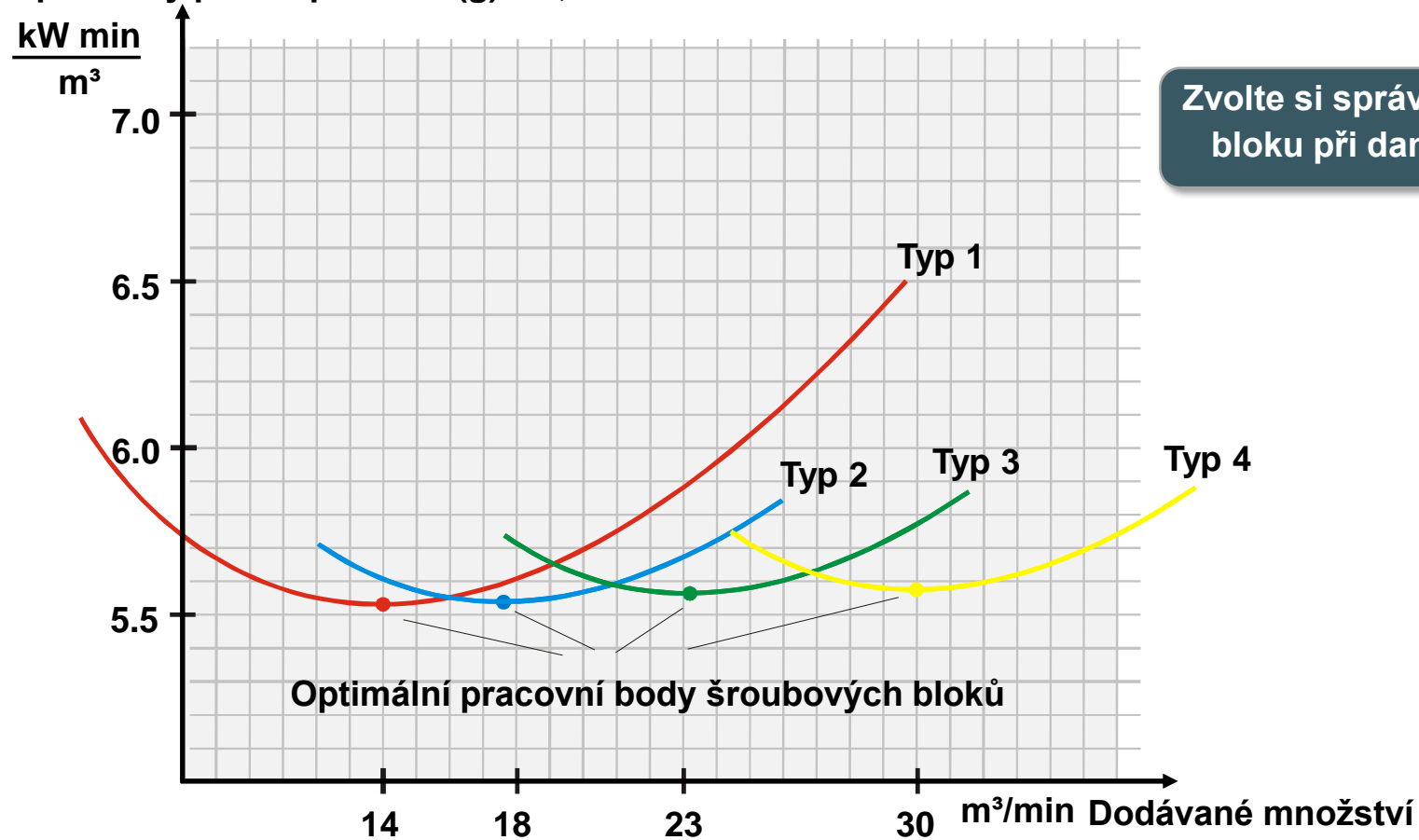


Vzhledem k optimálnímu návrhu řešení jsou šroubové kompresory velice efektivní a úsporné.

Šroubové bloky

Každý typ šroubového bloku má svůj optimální pracovní bod

Specifický příkon při 7 bar (g) a 1,500 ot/min⁻¹



Zvolte si správný typ šroubového bloku při daných požadavcích.



Elektromotory

Třídy účinnosti

IE motory (IE = international standard) IEC 60034-30-1:2014,

- IE1 = Standardní účinnost (Standart, odpovídá EFF2)
- IE2 = Zvýšená účinnost (High, odpovídá EFF1, EPACKT)
- IE3 = Velká účinnost (Premium)
- IE4 = Velmi velká účinnost (Super Premium)

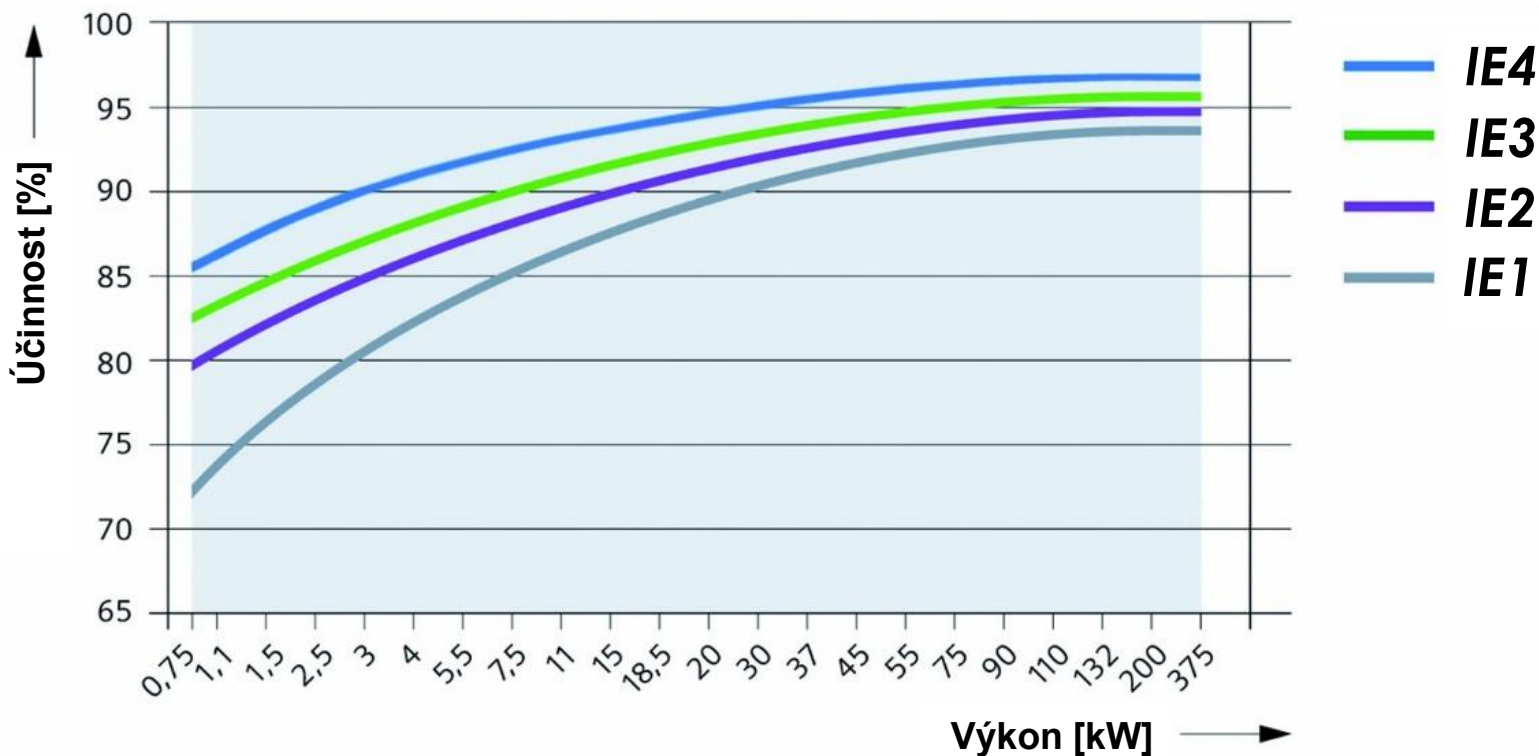


Elektromotory pro
průmyslové využití



Elektromotory

Porovnání tříd účinnosti

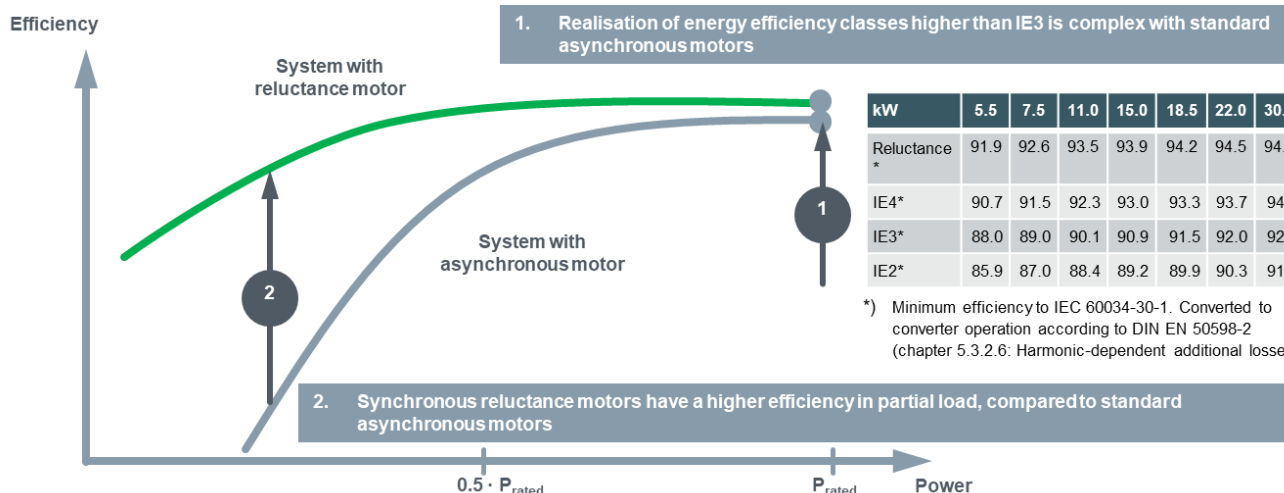
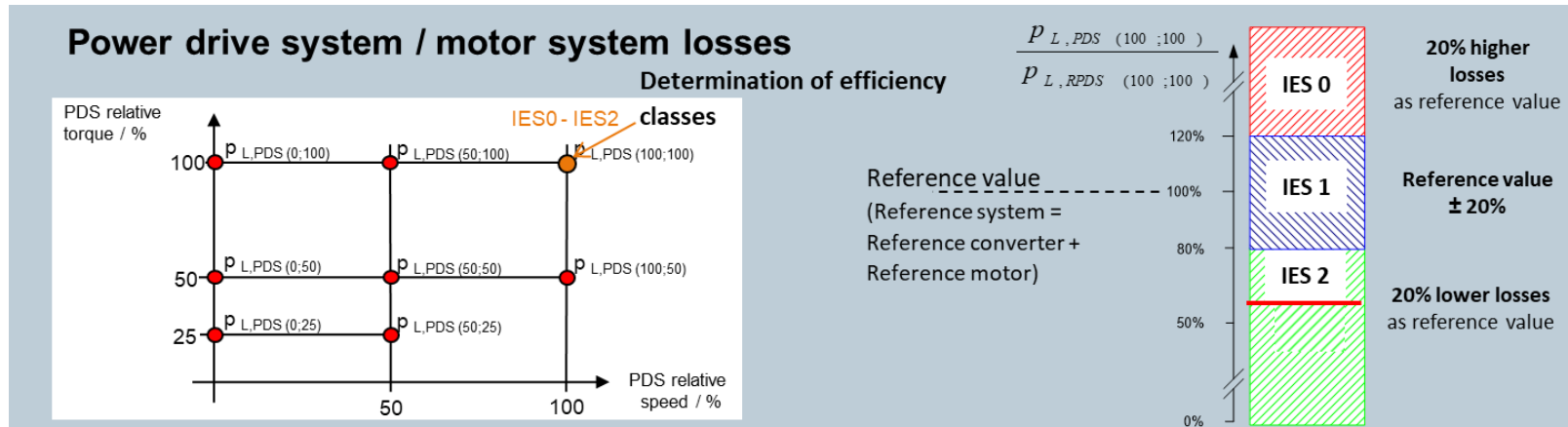


Zdroj: Siemens

Výhody motorů s účinností IE3 a IE4 :
Menší provozní teploty a delší životnost.

System pohonu s proměnnými otáčkami

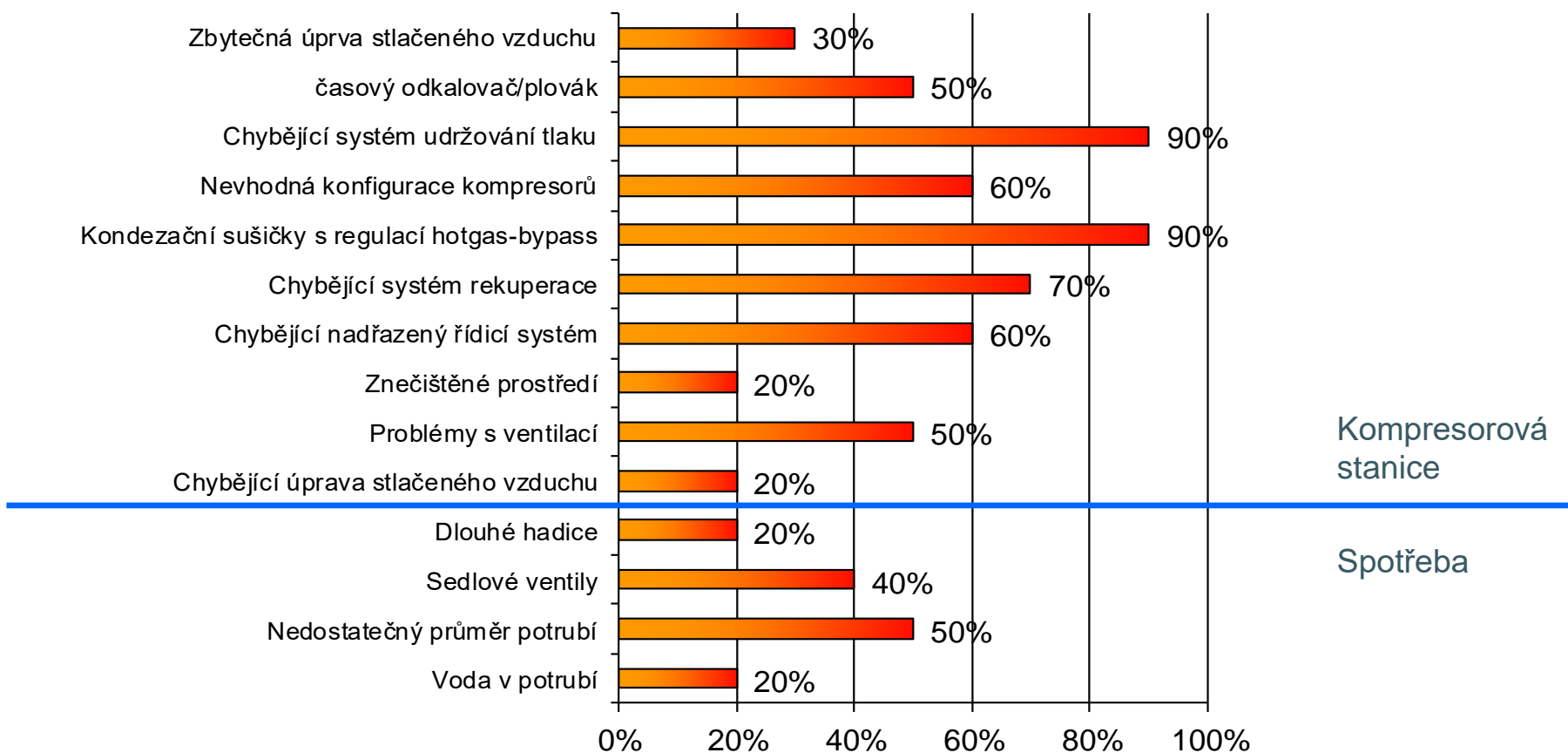
Třídy účinnosti v jednotlivých pracovních bodech a při částečném zatížení



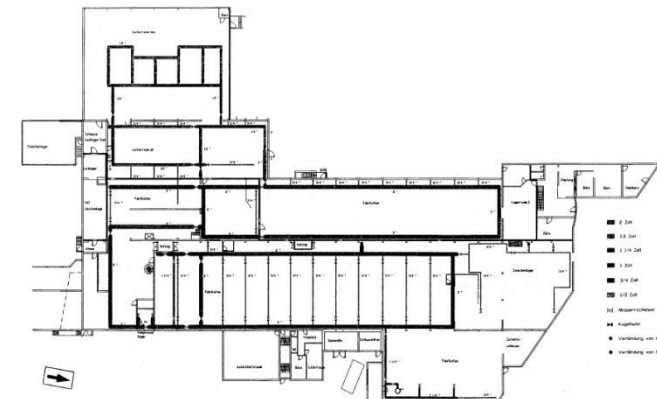
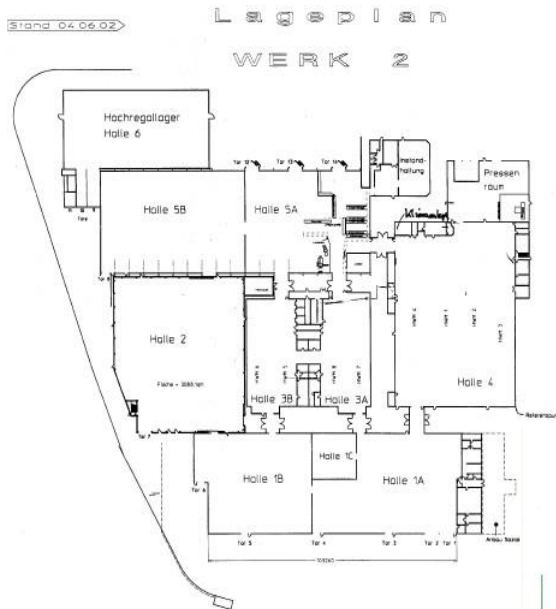
EN 50598-2



Přehled problémů ve výrobě a distribuci stlačeného vzduchu



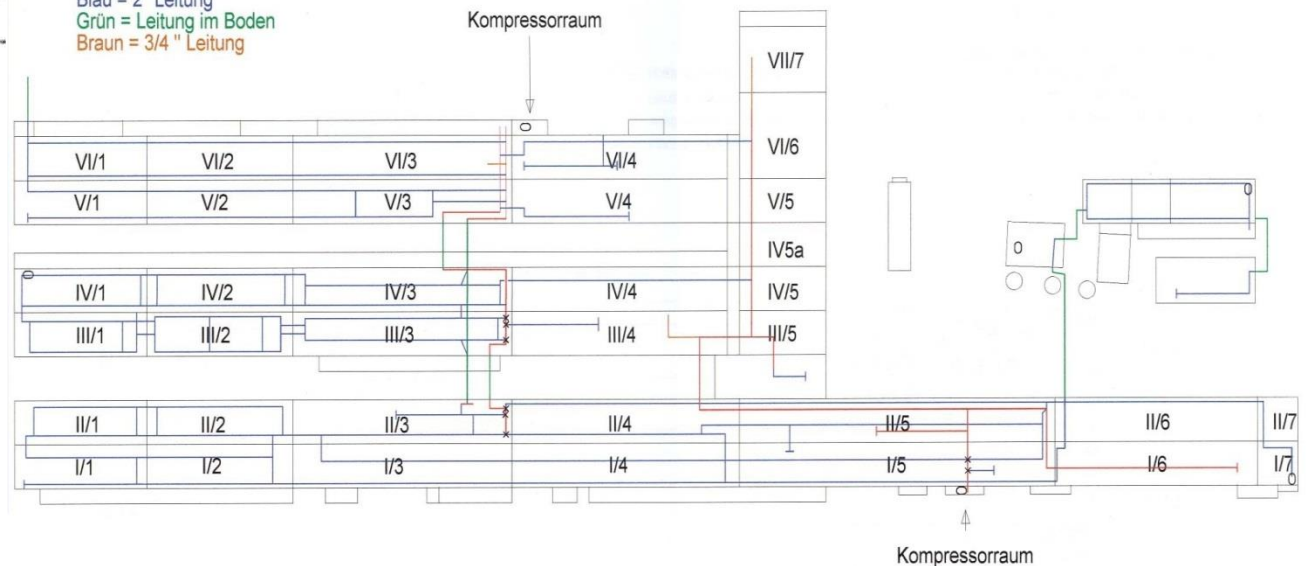
Individuální systémy



Fa. Reichert Pfalzgrafenweiler -Werk 1- Erdgeschoss

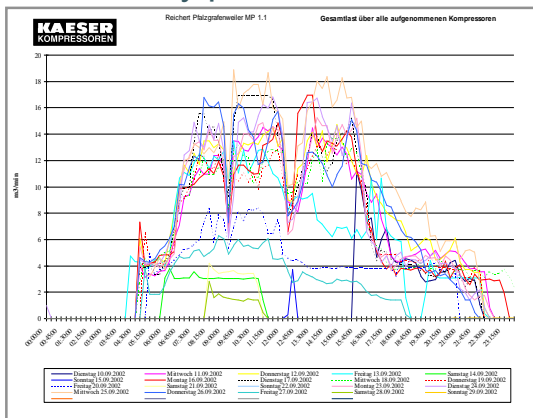
Druckluft:
 Rot = 3" Leitung
 Blau = 2" Leitung
 Grün = Leitung im Boden
 Braun = 3/4" Leitung

○ Windkessel
 (Druckluftspeicher)

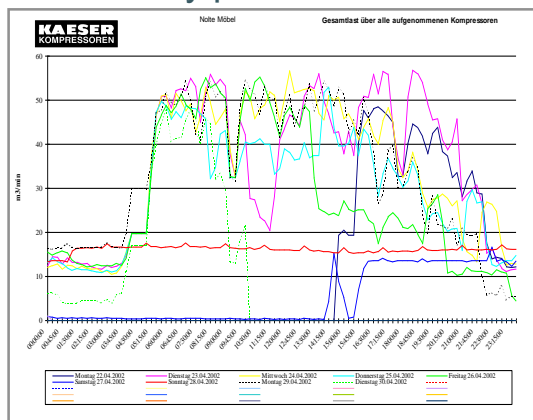


Rozdílné spotřeby

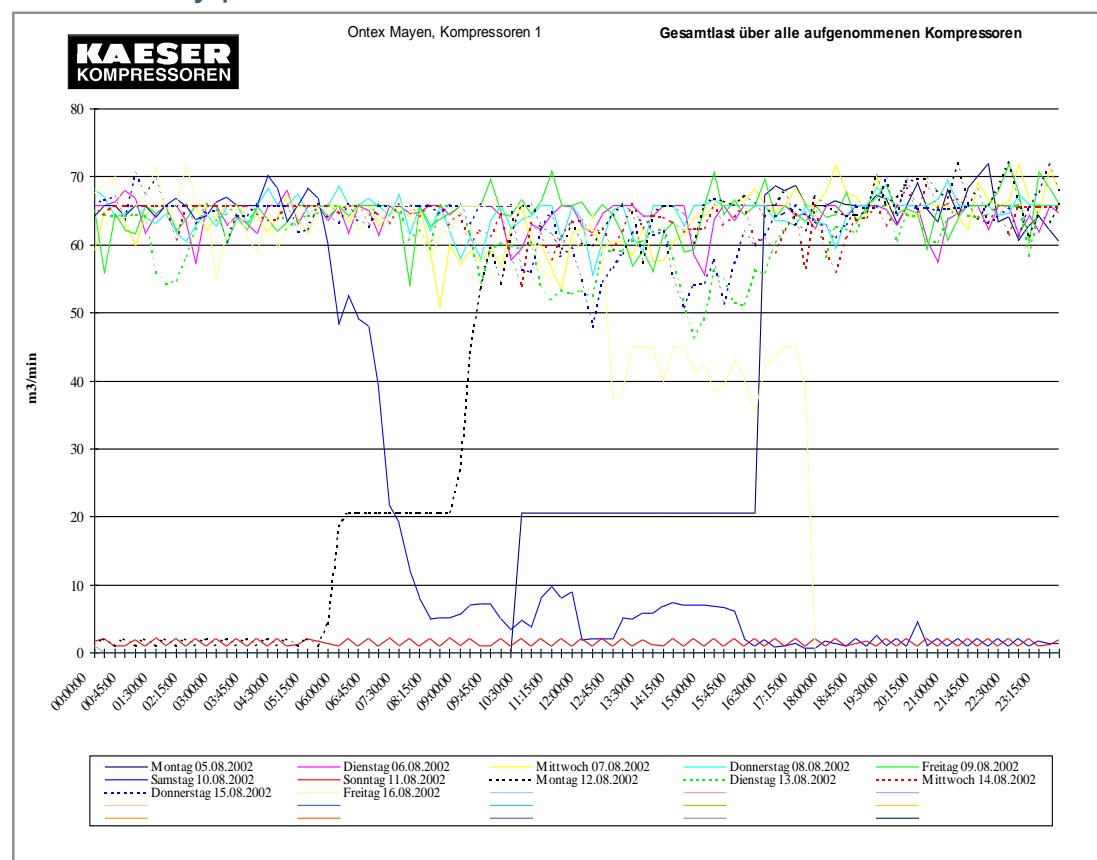
1 – směnný provoz



2 – směnný provoz



3 – směnný provoz



Rozdílné úrovně kvality stlačeného vzduchu

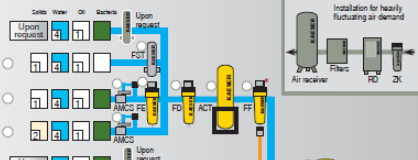
Choose the required grade of treatment according to your field of application:

Air treatment using a refrigeration dryer (+3°C pressure dew point)

Application examples:

Selection of treatment classes to ISO 8573-1

Pure air and cleanroom technology



Dairies, Breweries



Food and semi-luxury food production
Very clean conveying air, chemical plants



Pure air and cleanroom technology

Pharmaceutical industry



Weaving machines, photo labs

Paint spraying, powder coating



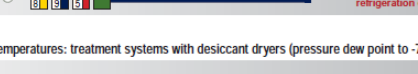
Packaging, control and instrument air

General works air, high-grade sand blasting



Shot blasting

Low-grade shot blasting



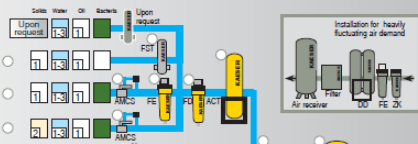
Conveying air for waste water systems

No quality requirements

*FE micro-filters can be optionally installed in TC to T1 series refrigeration dryers.

For air mains subject to sub-zero temperatures: treatment systems with desiccant dryers (pressure dew point to -70 °C)

Pure air and cleanroom technology



Pharmaceutical industry, dairies, breweries
Microchip production, optics, food and semi-luxury food production



Paint spraying

Pure air and cleanroom technology

Process air, pharmaceuticals



Photo labs

Especially dry conveying air, paint spraying, line pressure controllers

Explanation:

THNF = Bag filter

Cleans dusty and heavily contaminated intake air

ZK = Centrifugal separator

Separates accumulating condensate

ED = ECO DRAIN

Electronic level-controlled condensate drain

FB = Pre-filter

FC = Pre-filter

FD = Particulate filter (attrition)

FE = Micro-filter

Separates aerosol oil and solid particles

FF = Micro-filter

Separates aerosol oil and solid particles

FG = Activated carbon filter

For adsorption of oil vapours

FFG = Activated carbon and micro-filter combination

RD = Refrigeration dryer

For drying compressed air, pressure dew point to +3 °C

DD = Desiccant dryer

For drying compressed air, pressure dew point to -70 °C

ACT = Activated carbon adsorber

For adsorption of oil vapours

FST = Sterile filter

For sterile compressed air

Aquamat = Condensate treatment system

AMCS = Air-main charging system

Contaminants:

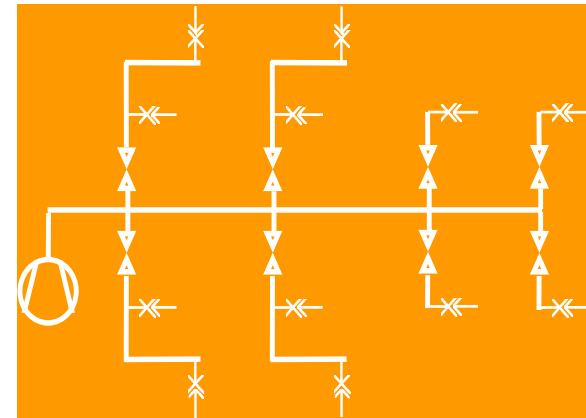
+	Solids
+	Water/condensate
-	Oil
-	Bacteria

Degree of filtration:

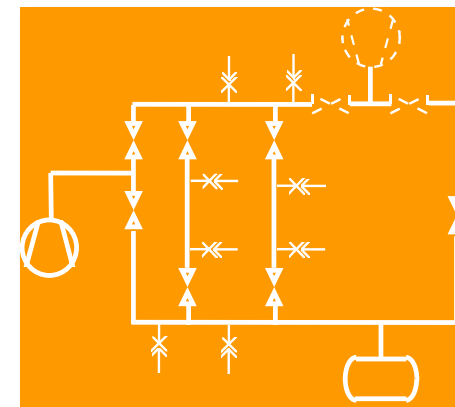
Class (ISO 8573-1)	Solids (particles)		Humidity ¹⁾ Pressure dew point (no liquid water mg/m ³)	Total oil content ²⁾ mg/m ³
	Max. particle size µm	Max. particle concentration mg/m ³		
0	e.g. Consult Kaeser regarding pure air and cleanroom technology			
1	0.1	0.1	≤ -70	≤ 0.01
2	1	1	≤ -40	≤ 0.1
3	5	5	≤ -20	≤ 1
4	15	8	≤ +3	≤ 5
5	40	10	≤ +7	—
6	—	—	≤ +10	—
7	—	—	≤ 0.5	—
8	—	—	0.5 ≤ x ≤ 5	—
9	—	—	5 < x ≤ 10	—

¹⁾ As per ISO 8573-1:1991 (The specification for particle content is not measured as per ISO 8573-1:1991, as the limits defined therein for Class 1 are to be applied to 'Clean Room')
²⁾ As per ISO 8573-1:2001

Rozdílné potrubní systémy



Větve



Okruh

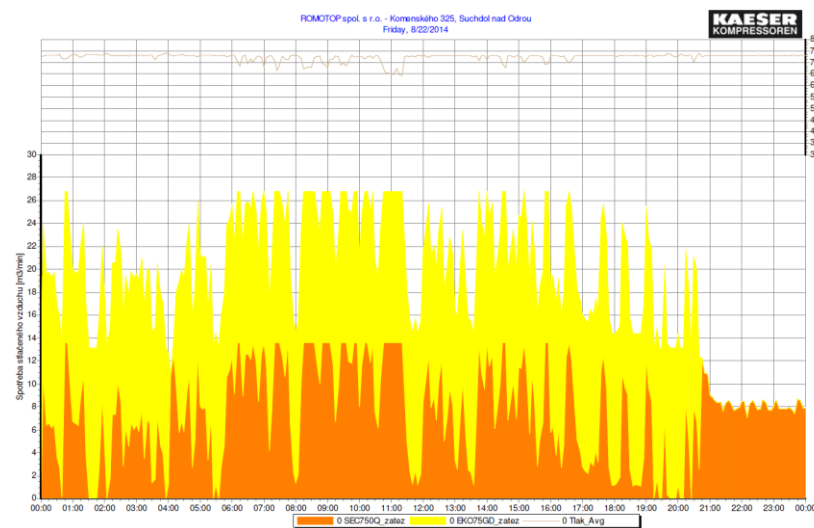
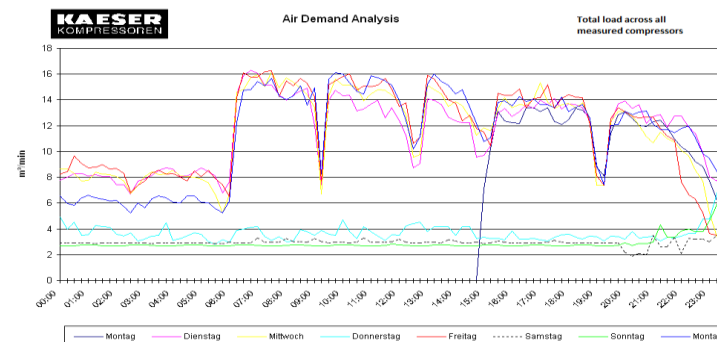
Existuje optimální systém pro všechny oblasti aplikace stlačeného vzduchu?

NE!

Měření spotřeby stlačeného vzduchu

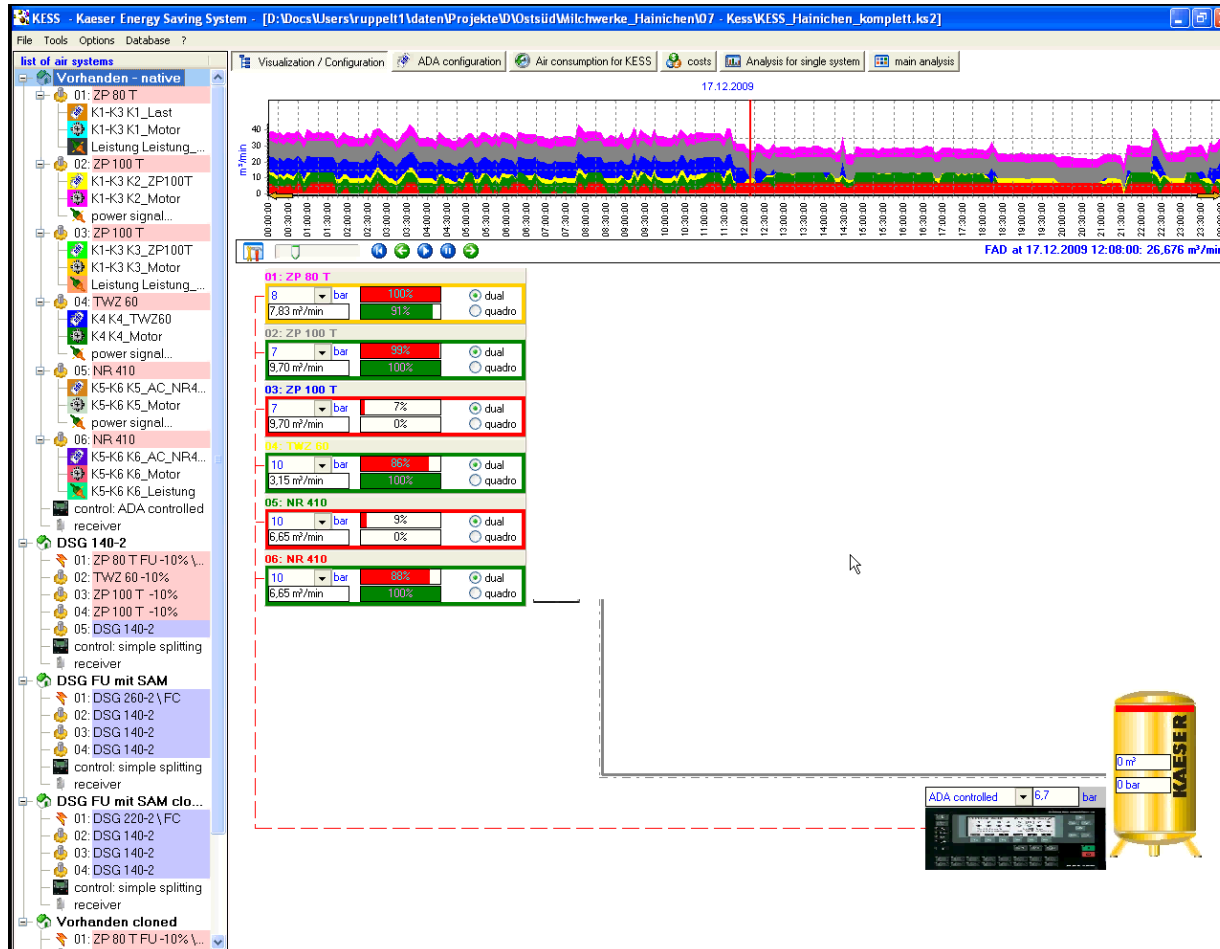
ADA (Air Demand Analysis)

- Určení spotřeby stl.vzduchu
- Analýza chování KS
- Zjištění rezerv a nebo nedostatků výkonnosti
- Změření úniků
- Změření tlakových ztrát
- Návrh optimálního řešení



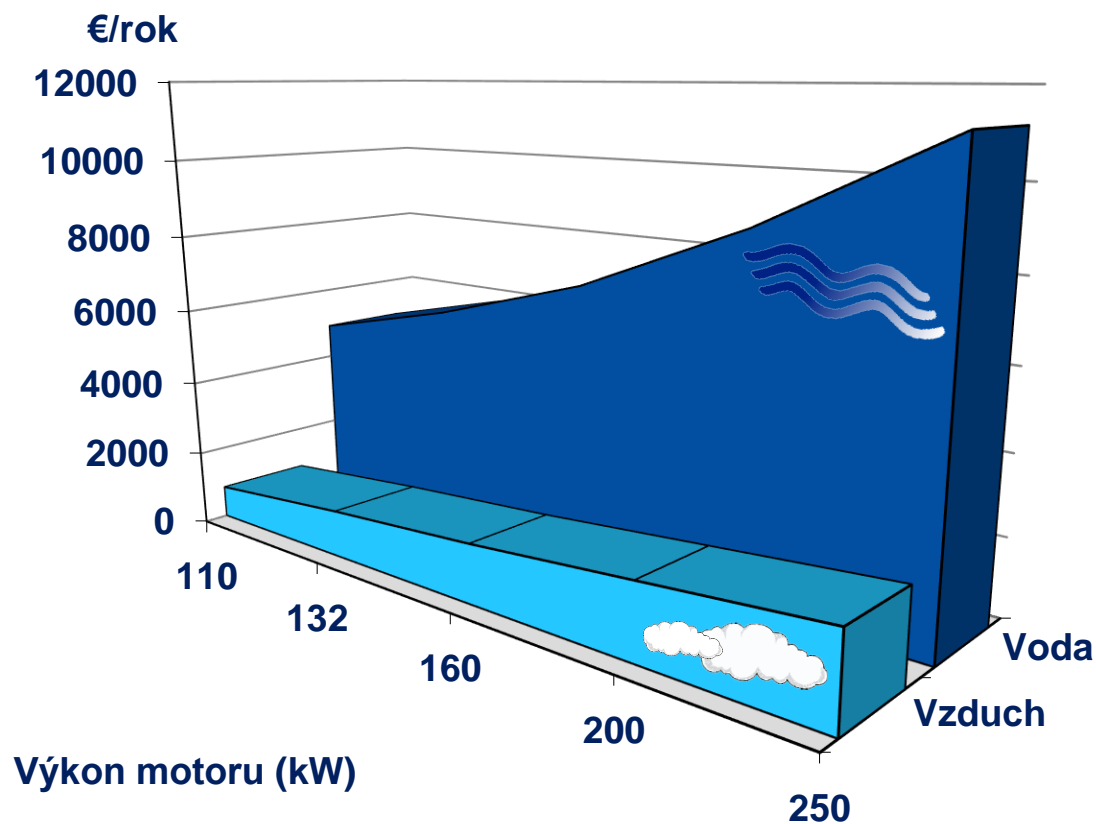
Kompresorová stanice – návrh

Využití počítačové simulace



Optimální chlazení

Porovnání nákladů na chlazení vodou nebo vzduchem



Data

Doba provozu: 4.000 h/rok

Náklady na chl.vodu: 0.20 €/m³

Náklady na chl.vzduch: 0.08 €/kWh

**Vodní chlazení je
mnohem nákladnější
než chlazení vzduchem**

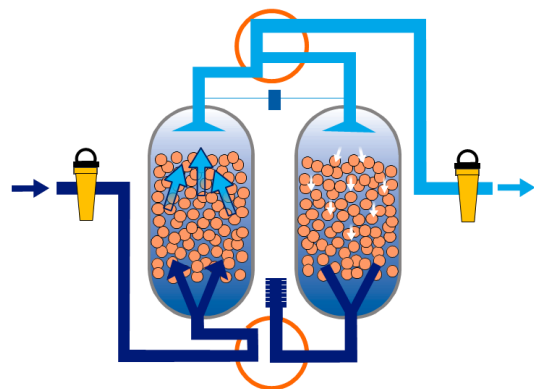
Úprava stlačeného vzduchu

Volba odpovídající požadavkům

Adsorbční sušení

TRB až -70°C

Cca 7-10x vyšší energetická náročnost



x

Kondenzační sušení

TRB $+3^{\circ}\text{C}$



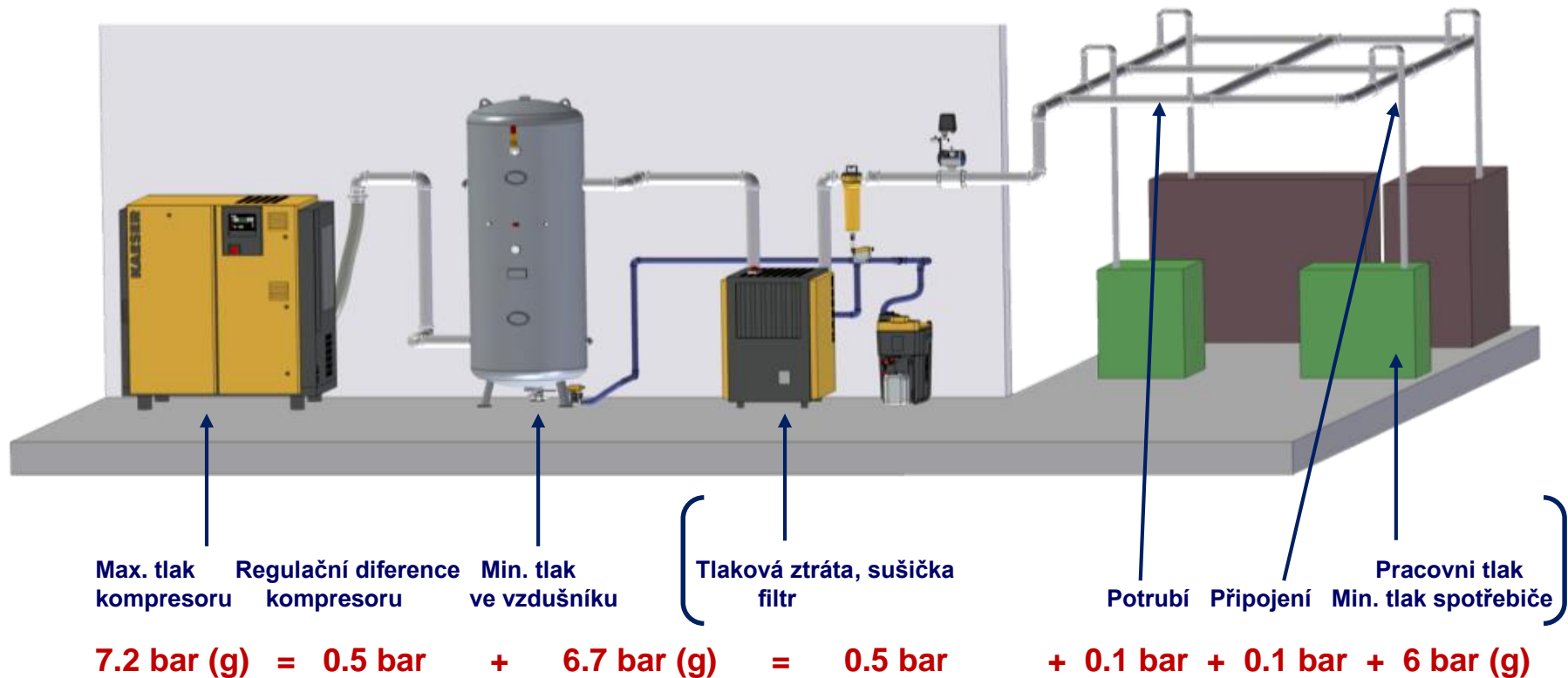
- Nejdůležitější proces úpravy stlačeného vzduchu je sušení stlačeného vzduchu (např. chladičová sušička).
- Vždy je třeba **volit tlakový rosný bod v souladu s reálnou potřebou** (náklady a spotřeba energie).
- **Správný návrh filtrů a pravidelná údržba.**

Určení minimálního potřebného tlaku

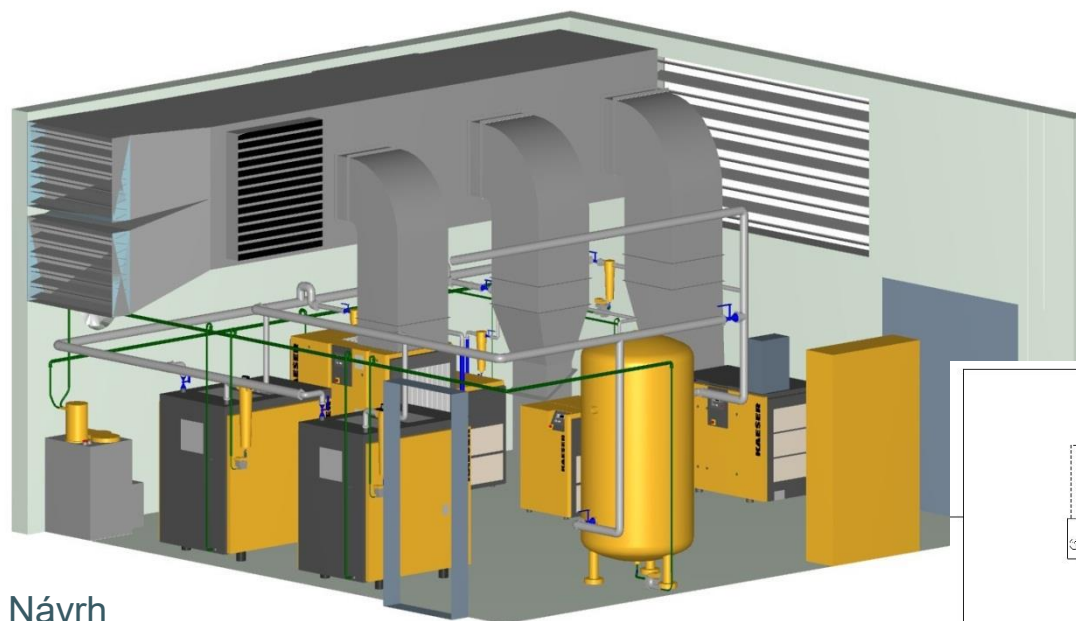
Určení maximálního tlaku kompresoru

Nutno vzít v úvahu všechny tlakové ztráty.

Každý 1bar v systému navíc = o 6 - 8% elektrické energie vyšší spotřeba.

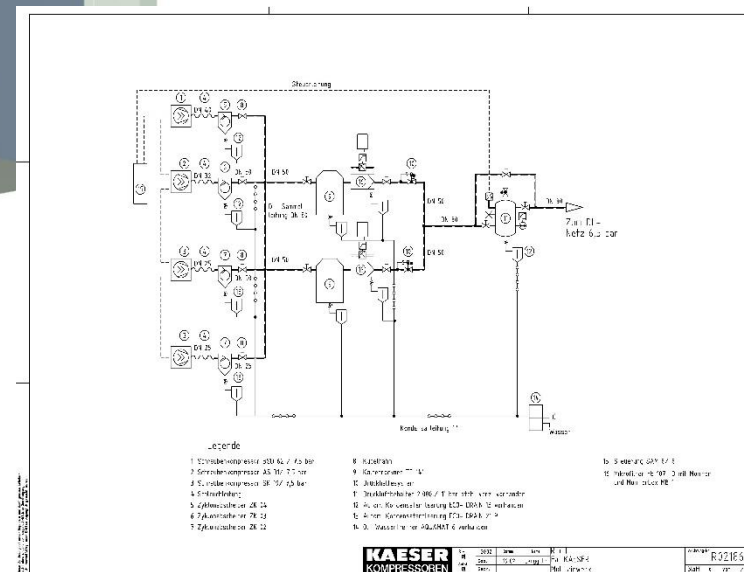


Optimální návrh a instalace



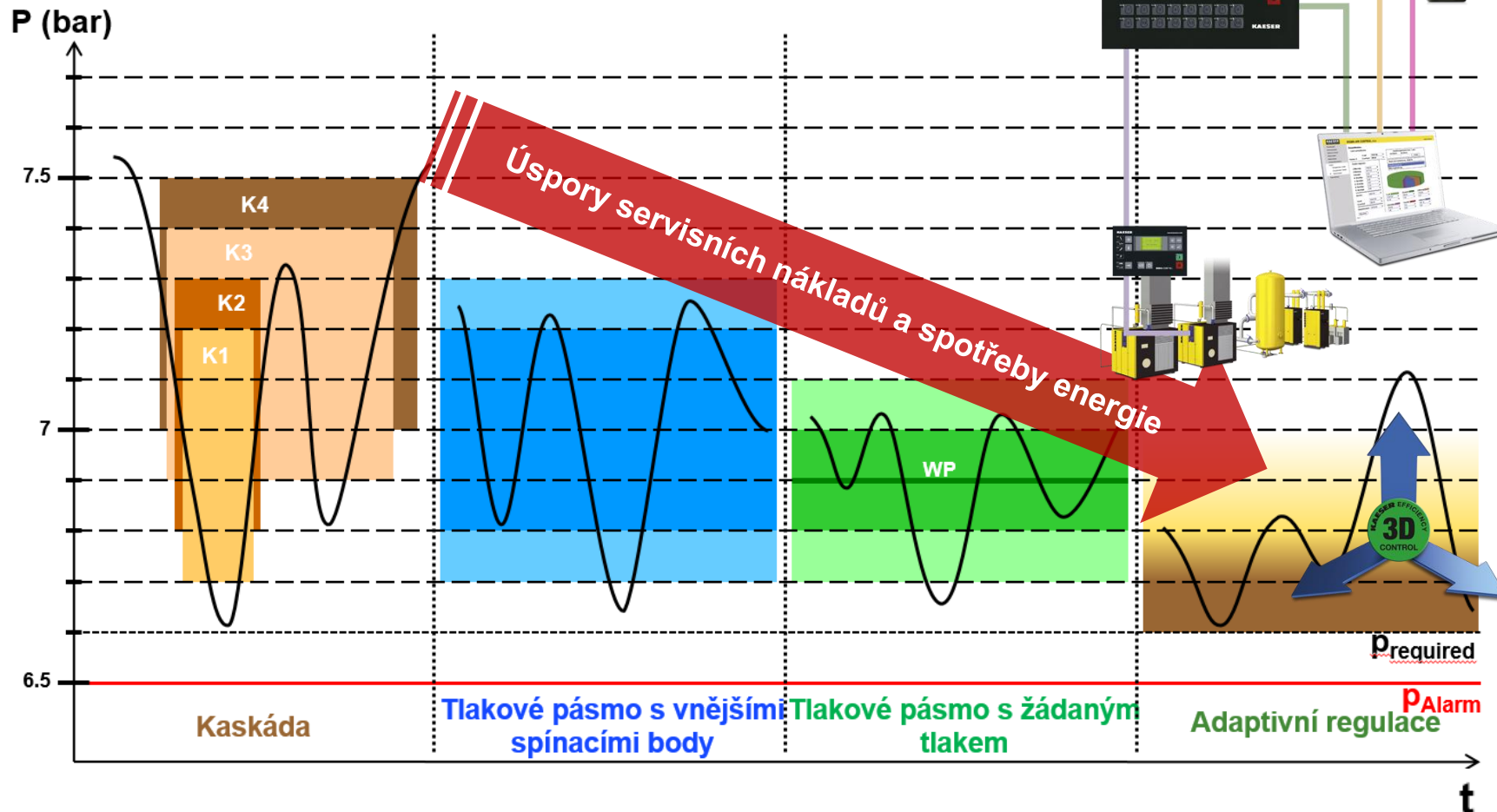
Návrh

P+I diagram



Řídicí systémy

Porovnání regulace tlaku



Řídicí systémy

Sigma Air Manager

- Dva a více různých kompresorů
- Snížení volnoběžných časů
- Sjednocení servisních hodin
- Kompletní management KS
- Mnoho komunikačních rozhraní
- Industry 4.0
- Prediktivní údržba

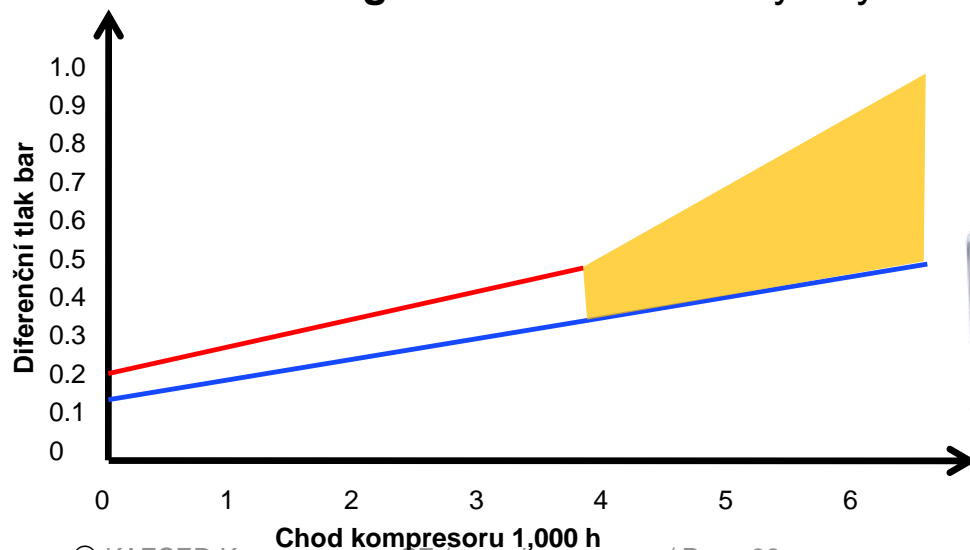


- **Úspory cca 2-10%**

Preventivní údržba

Charakteristika

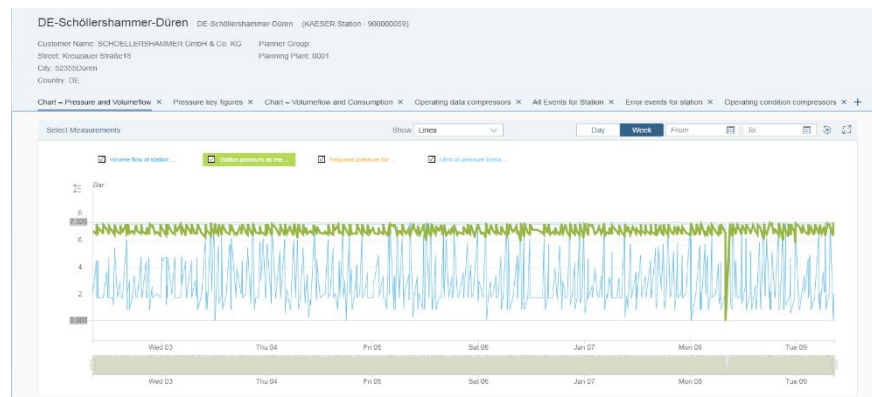
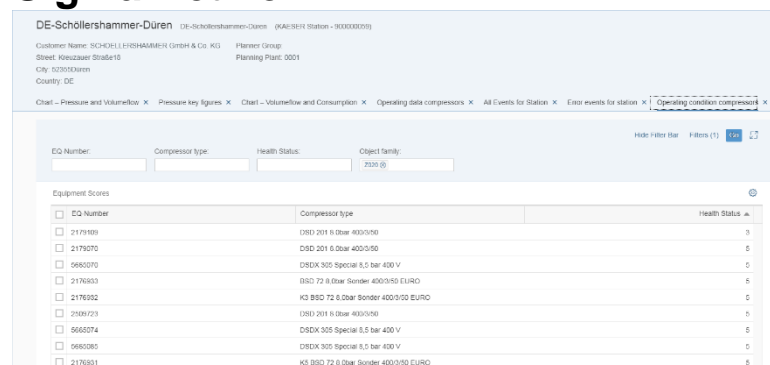
- Doporučené **pevné** servisní **intervaly**
- **Předcházení výpadkům** dodávek a kvality stlačeného vzduchu
- **Zajištění nepřetržité dostupnosti** stlačeného vzduchu v odpovídající **kvalitě** a **parametrech**
- Zvýšení **spolehlivosti** celého **systemu** výroby a úpravy stlačeného vzduchu
- **Snížení energetické náročnosti** výroby stlačeného vzduchu (1 bar = 10% el. energie)



Prediktivní údržba (PdM)

Funkce

- Inteligentní **propojení systémů**
- Důraz na **bezpečnost** dat - přenos údajů přes **Sigma Network**
- Hlídní **důležitých** provozních **parametrů**
 - Kompresní teplota
 - Tlakový rosný bod
 - Diferenční tlaky
- **Předcházení** poruchám.
- **Dynamické servisní intervaly** na základě provozních podmínek.
- Plánování servisních zásahů.
- **Zvýšení energetické efektivity**



Prediktivní údržba (PdM)

Aktuální situace

KAESER PLANT CONTROL CENTER

KPCC - everything at a glance



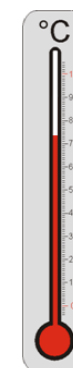
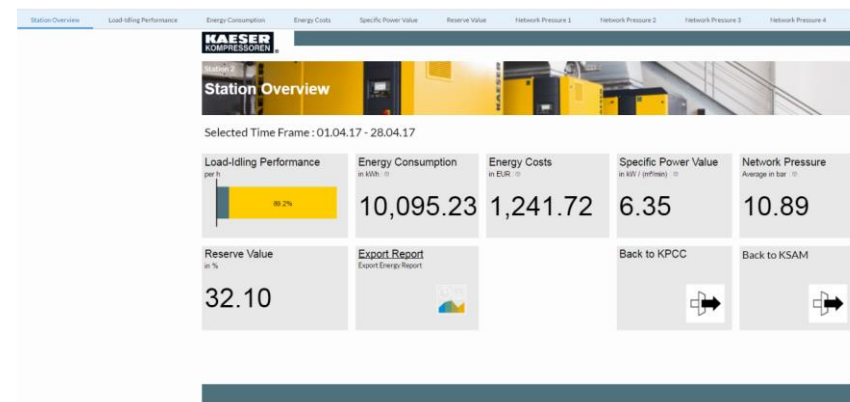
Health status:

OK

Warning signal

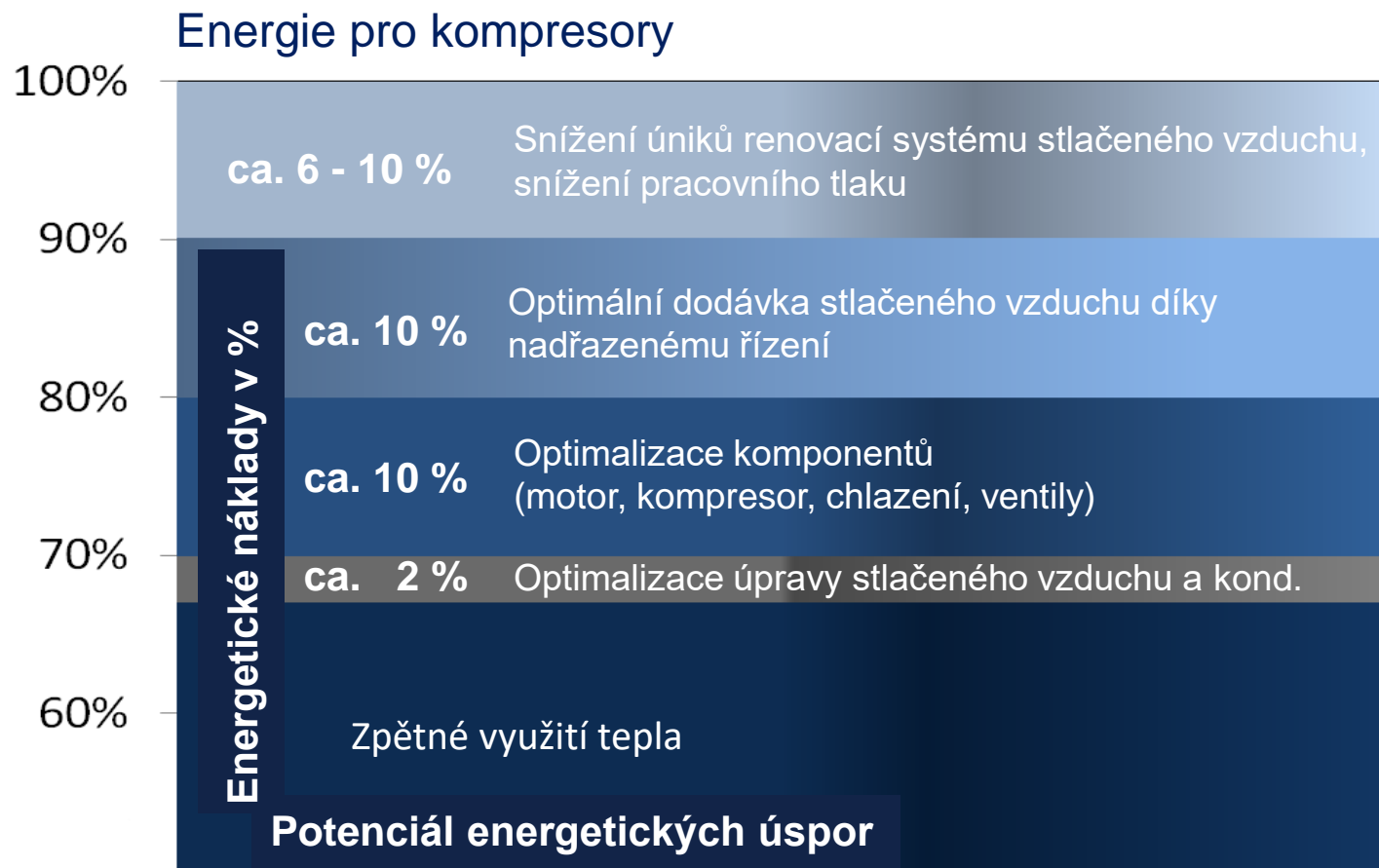
Failure

Maintenance requirement



- **Testovací provoz**
- Připojeno 60 kompresorových stanic firmy KAESER v Německu
- **Dostupnost pro zákazníky ?**

Potenciál úspor ve výrobě stlačeného vzduchu





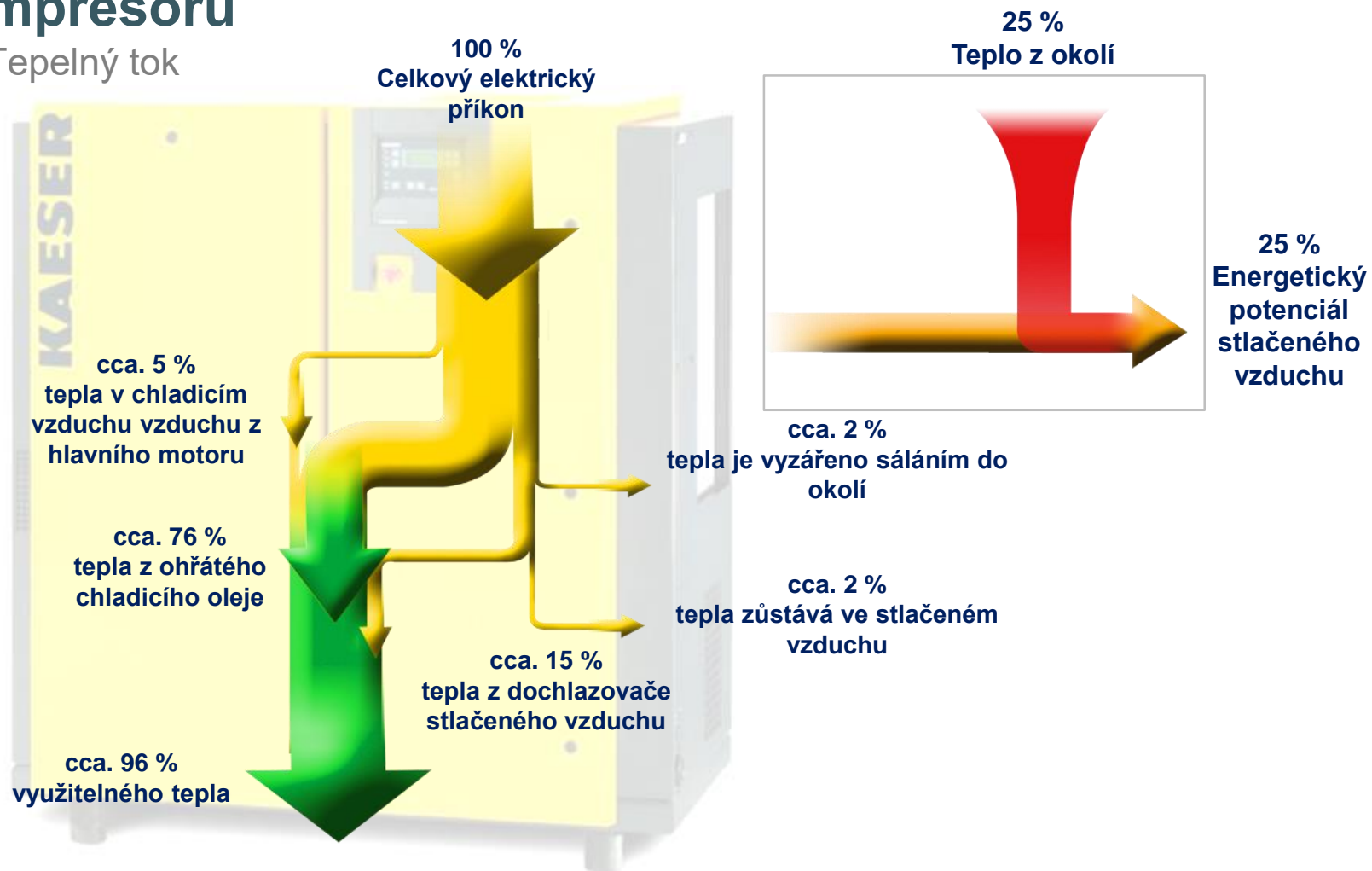
Využití odpadního tepla

Aplikace

Ohřev teplého vzduchu	Teplý vzduch pro sušící procesy	Tepelné clony	Přehřev spalovacího vzduchu
Vnitřní vytápění	Zdroj tepla pro centrální systémy	Teplá voda pro mytí a sprchování	Čištění obrobků
Galvanizace	Bazénové vytápění	TUV pro kuchyně	Oplachová voda v potravinářském průmyslu

Využití odpadního tepla ze šroubových kompresorů

Tepelný tok



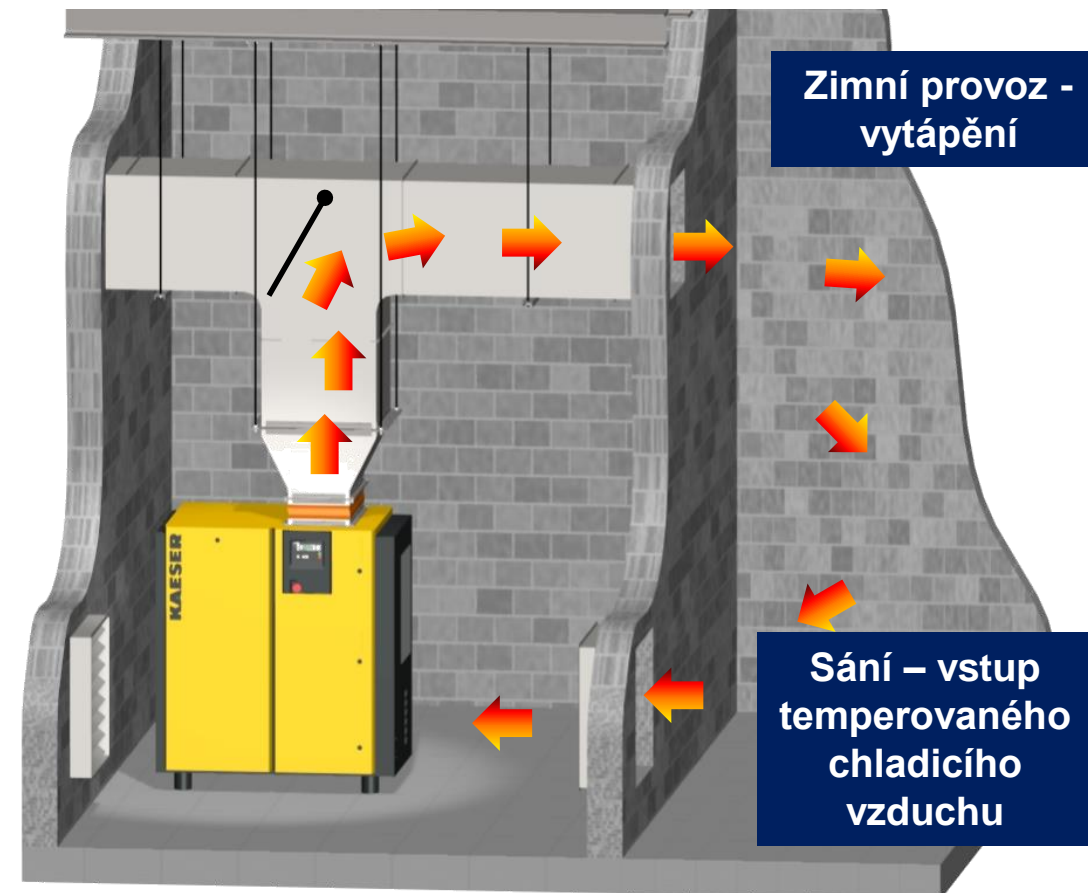
Vytápění prostor teplým vzduchem

Letní provoz –
mimo budovu

Zimní provoz -
vytápění

Sání – vstup
chladicího
vzduchu

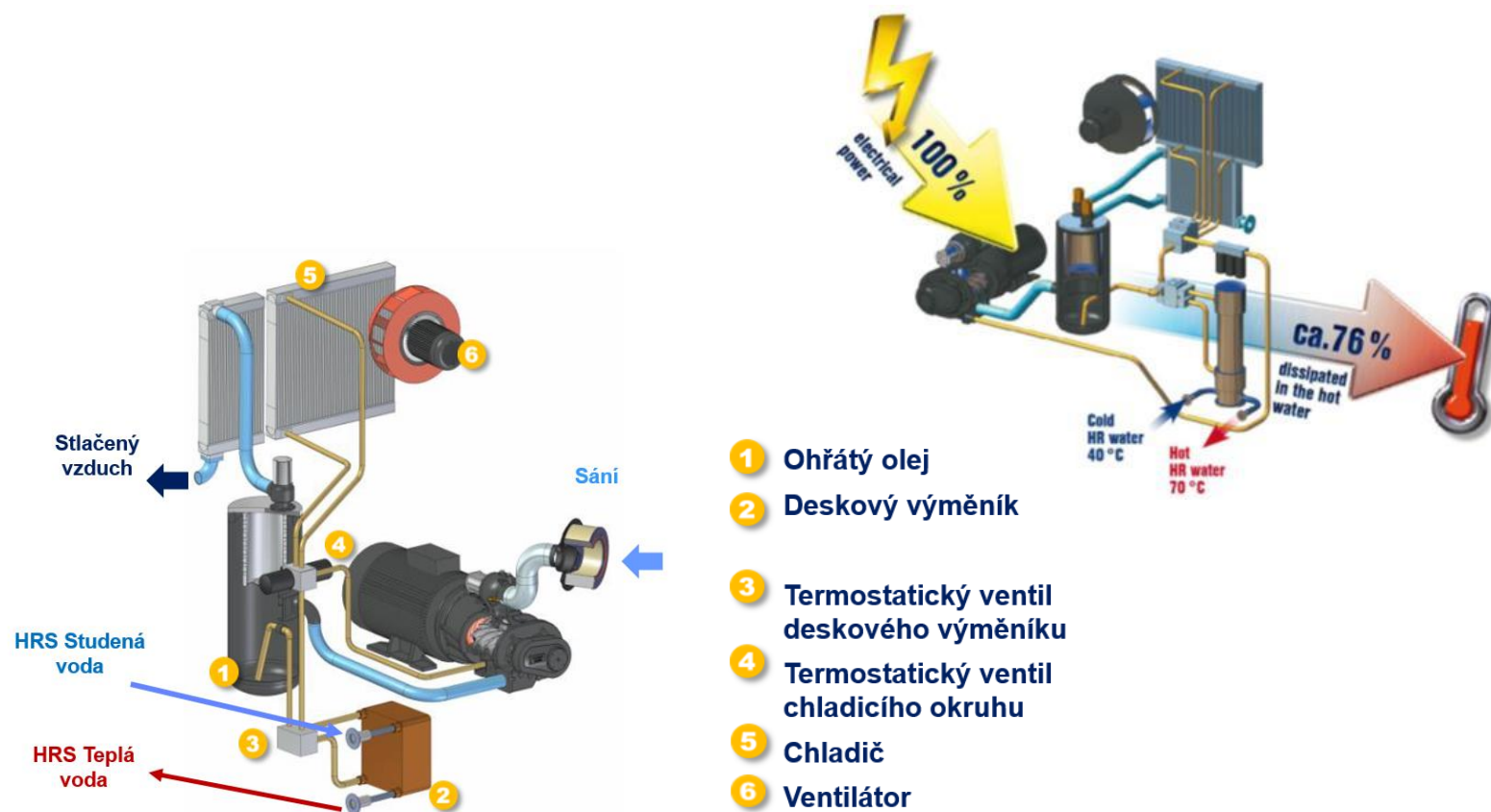
Sání – vstup
temperovaného
chladicího
vzduchu



**96 % spotřebované elektrické energie může být využito v
odpadním teple**

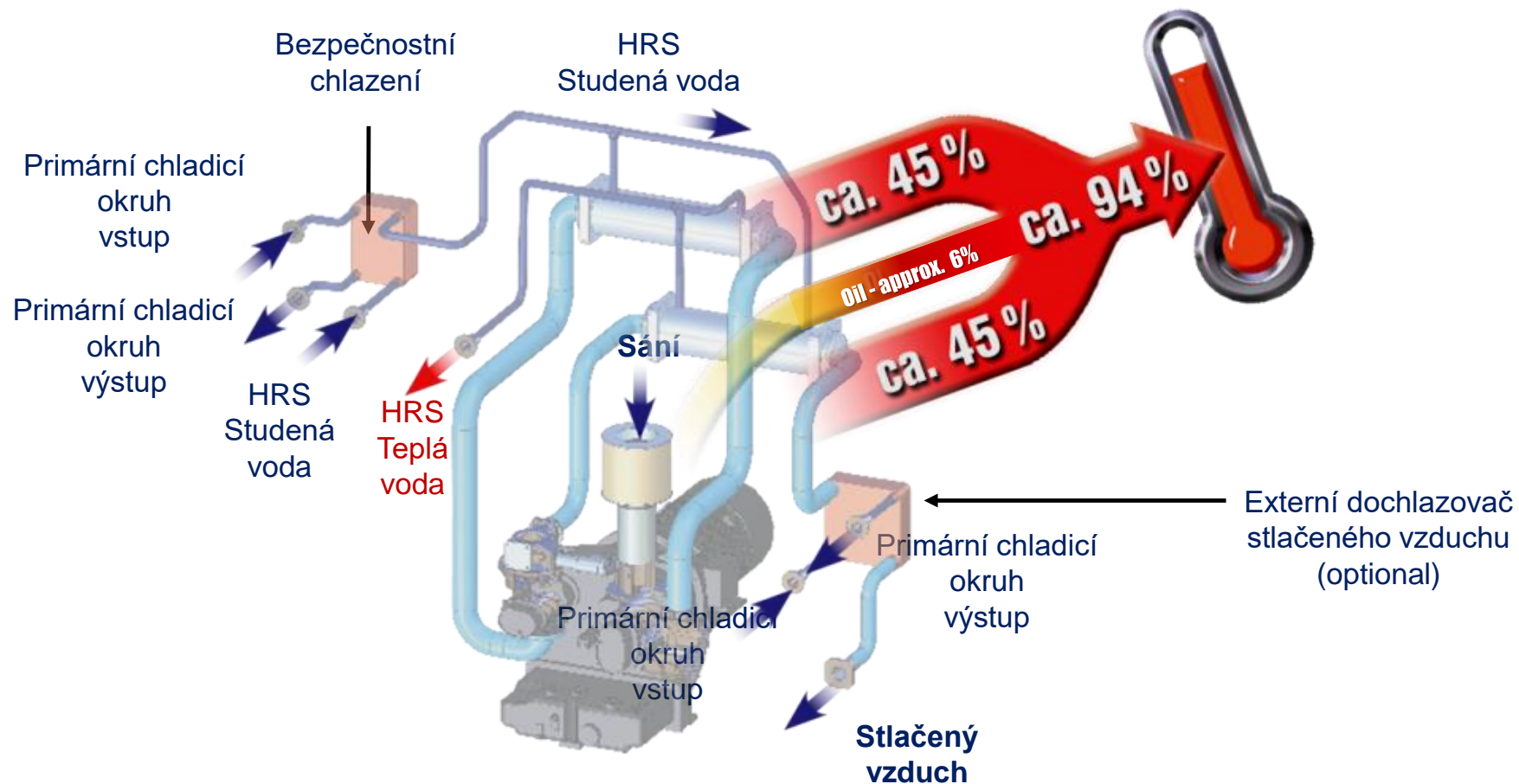
Využití ohřevu teplé vody

Využití odpadního tepla z mazaných ŠK



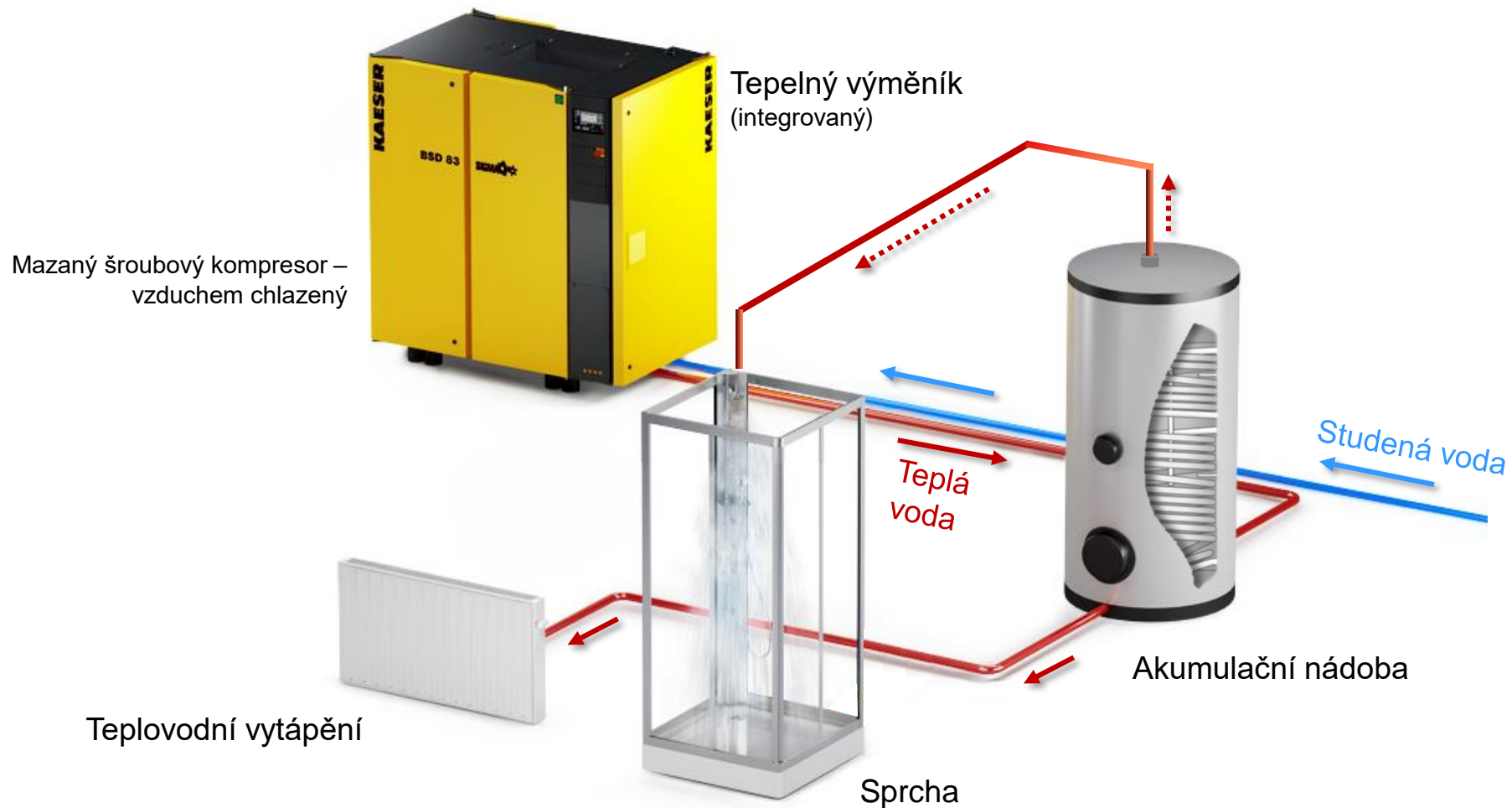
Využití ohřevu teplé vody

Sytém u bezmazných vodou chlazených ŠK



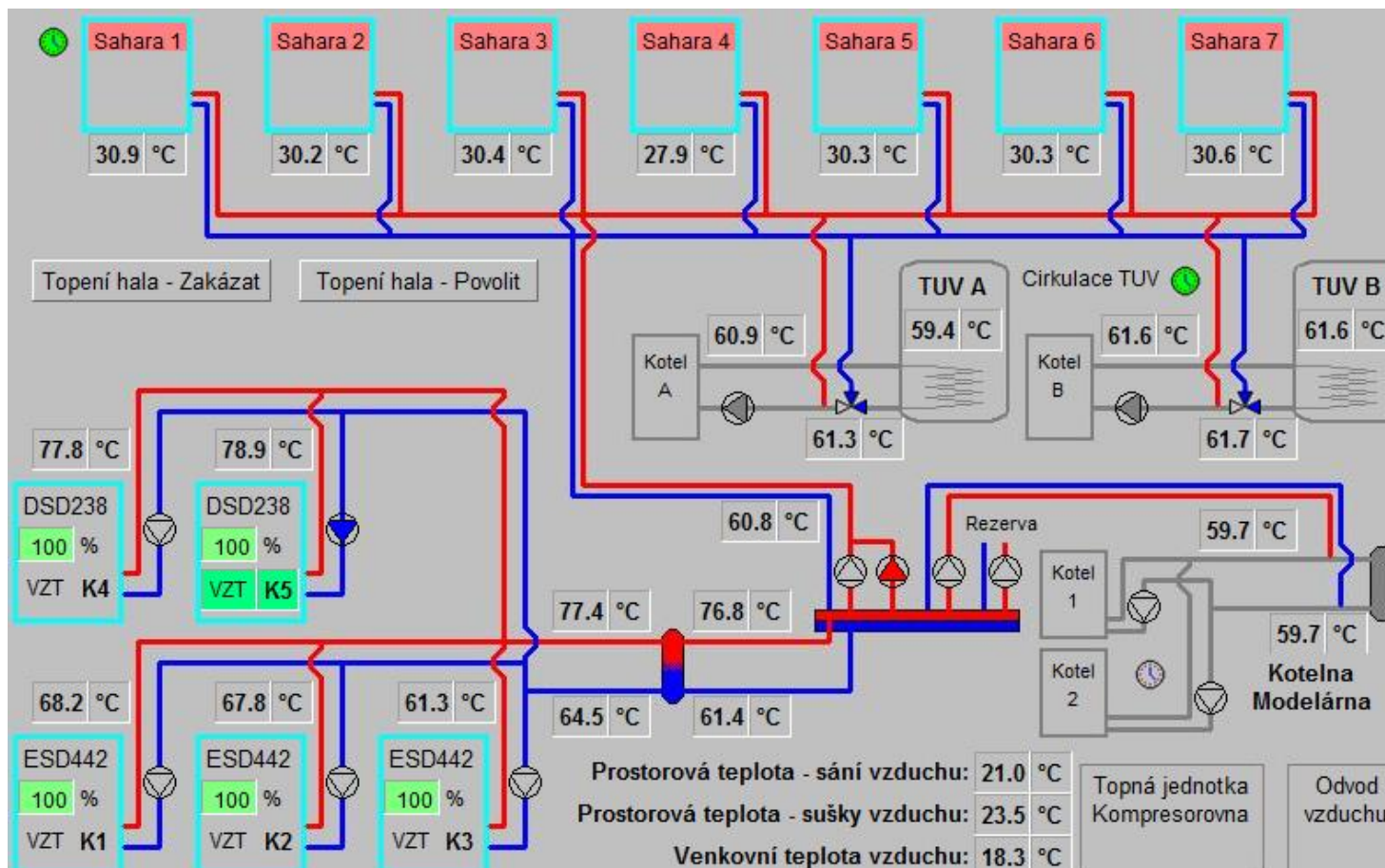
Využití ohřevu teplé vody

Příklady




Využití ohřevu teplé vody

Příklad instalace – Slévárna Kuřim



Zajištění dlouhodobé efektivity systému

a všech komponentů v kompresorové stanici



Servis ventilů:
Snížení úniků

Funkční údržba systému
pro předcházení
neplánovaným výpadkům

Originální díly:
Pomalejší
zanesení, řízený
nárůst tlakové
diference

Řídicí systém:
Výběr
správného
způsobu řízení

Udržení optimální
provozní teploty

Pravidelná
výměna filtrace

Originální díly:
Nízká tlaková
diference

Proškolená obsluha

„Analýza úspory nákladů“ – hlavní body

- **Znalost spotřeby stlačeného vzduchu a systému stlačeného vzduchu.**
- **Investiční náklady** na kompresory jsou **v porovnání s náklady na energii velmi nízké.**
- Optimálně navržený šroubový blok **s nízkými otáčkami šetří energii.**
- **Účinné kompresory** jsou vybavené elektromotory účinností třídy **IE3 / IE4.**
- Chlazení vzduchem **šetří vysoké náklady na chladicí vodu.**
- 1 bar snížení tlaku (optimalizace) **ušetří cca 6-8% energie.**
- **Výpočetní programy** pro optimální návrh kompresorové stanice.
- **Efektivní řízení přináší úspory nákladů na energii a údržbu.**
- Možnosti **zpětného získání** vložené **energie až 96%.**
- **Vliv úpravy** stlačeného vzduchu **a potrubních rozvodů na provozní náklady.**
- **Kvalifikovaný servis (údržba)** snižuje energetické náklady.

Děkuji za Vaši pozornost!

