



Ing. Naděžda Pavelková, ABB s.r.o, Zbiroh 22.9.2011

Praktické zkušenosti s nasazením regulovaných pohonů v teplárnách z hlediska úspor

Nabídka ABB s.r.o.

Divize a portfolio produktů a služeb



Výrobky pro energetiku

Transformátory, zařízení pro rozvodny VN a VVN, vypínače, rozváděče, svodiče přepětí, rozváděče VN, přístrojové transformátory proudu a napětí VN, senzory



Systémy pro energetiku

Rozvodny, FACTS, HVDC, HVDC Light, elektrárny & automatizace sítí, rozváděče ochran a řídicích systémů pro rozvodny VVN a VN, kabelové systémy VVN



Automatizace výroby a pohony

Pohony, motory, frekvenční měniče, výkonová elektronika, opravy elektromotorů, roboty, kompletní robotizovaná řešení, poradenství a servis, výroba standardizovaných svařovacích buněk, oprava použitých průmyslových robotů



Výrobky nízkého napětí

Přístroje a rozváděče nízkého napětí, domovní elektroinstalační materiál, vypínače a odpojovače, inteligentní systémy elektroinstalace



Procesní automatizace

Řídicí systémy a komplexní dodávky automatizačních řešení, analytika a instrumentace, inženýring a servis pohonů, Operační centrum Česká republika

Automatizace výroby a pohony – DM AP-D



Nadezda Pavelkova

Product Manager

ABB s.r.o.

Sokolovska 84-86

186 00, Praha 8, Czech Republic, CZ

Phone: +420 234 322 342

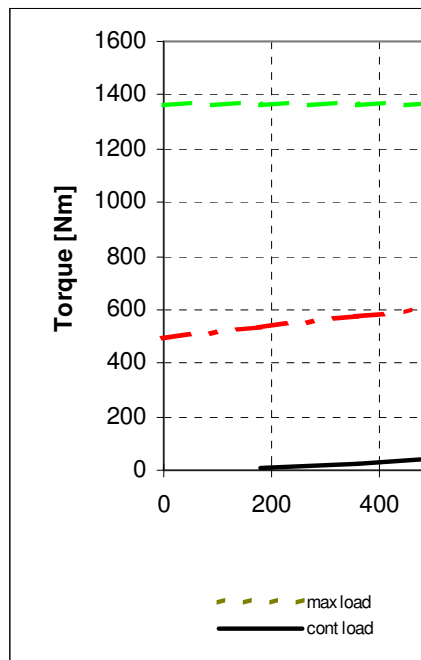
Telefax: +420 234 322 310

Mobile: +420 731 552 253

email: nadezda.pavelkova@cz.abb.com

Automatizace výroby a pohony – DM AP-D

- Technická podpora
 - dimenzování pohonů
 - návštěvy u zákazníků, odpovědi na technické dotazy
- Marketing



Ambasador pro úspory elektrické energie

Školení



Úhel pohledu: Ventilátory & úsporné žárovky



Efektivní využívání energie v průmyslu je důležité



Více než 40% energie vyrobené na zemi je spotřebováváno v průmyslu.



65% elektrické energie v průmyslu je spotřebována elektrickými motory.

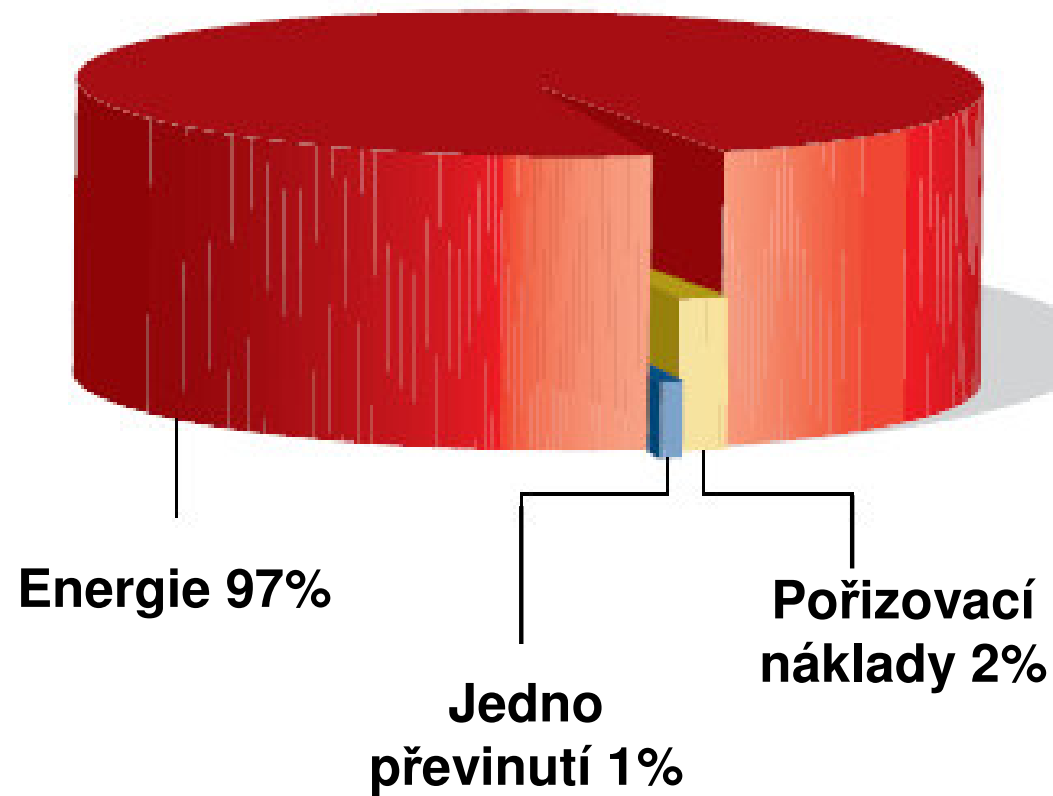


Elektrický motor pracující v nepřetržitém provozu spotřebuje el. energii rovnající se nákladům na jeho pořízení již během prvních 8-12 týdnů nezávisle na jeho výkonu.



Účet za elektřinu se pohybuje mezi 12.2% a 20% celkových provozních nákladů a stále se zvyšuje se stoupající cenou el. energie.

Spotřeba energie - elektrický motor



Instalovaná báze motorů

Typický příklad výrobního závodu

Výkon kW	Instalovaná báze %	Spotřebovaná energie %
0.75 - 4	58.8	4.8
>4.0 - 15	26.4	10.4
>15 - 37	14.8%	84.4%
>37 - 75		
>75 - 160		
>160 - 355		
>355 - 700		
>700		

Source: United States Industrial Motor Systems Market Opportunities Assessment, December 1998

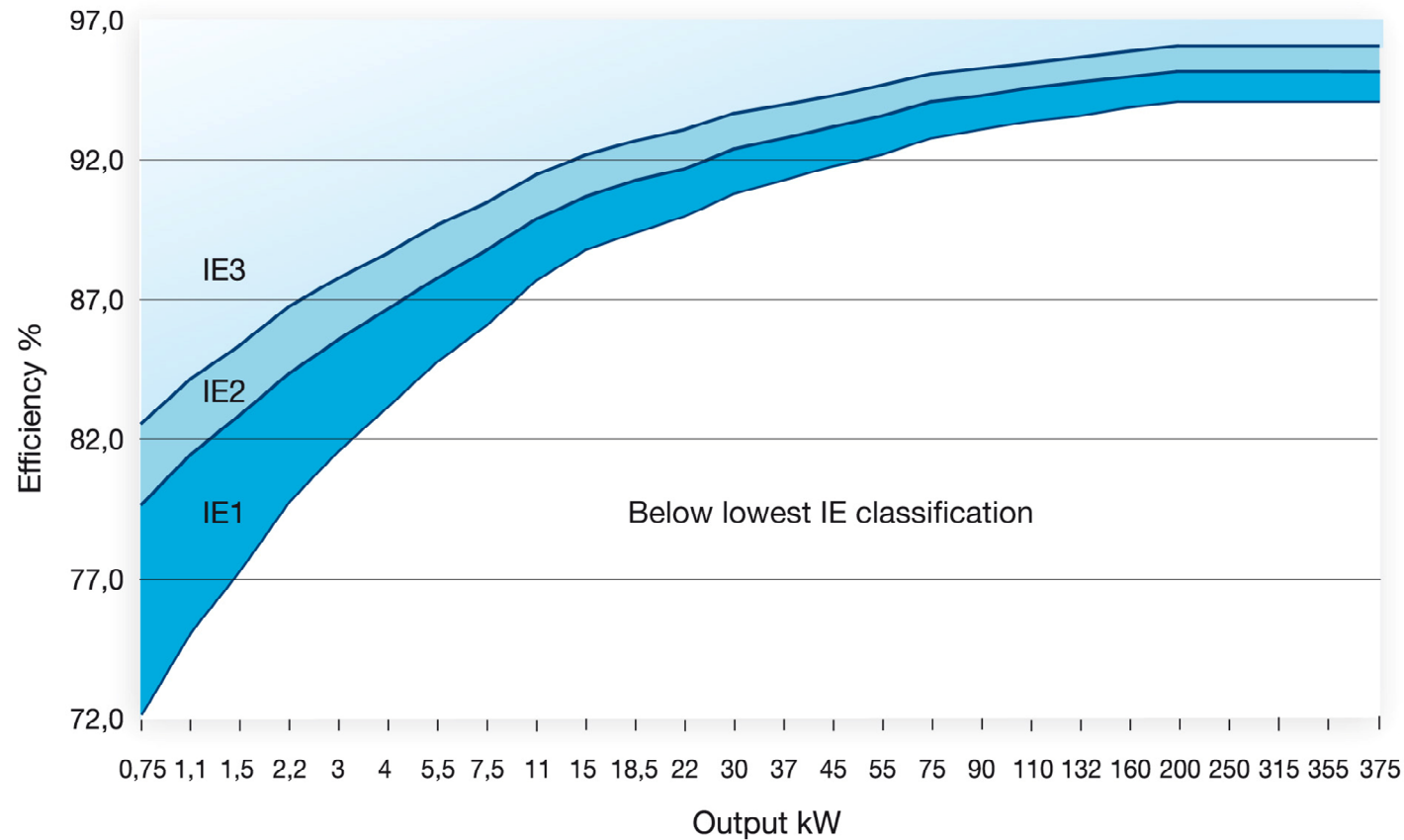
Nové účinnostní třídy dle IEC/EN 60034-30

Premium účinnost	IE3	Premium
Vyšší účinnost	IE2	Srovnatelná s EFF1
Standardní účinnost	IE1	Srovnatelná s EFF2

- Také IE4 (Super Premium Efficiency), bude nad IE3 – hodnoty budou definované.
- výkony: 0.75kW – 370kW (t.j. ~98% trhu)

IE class defined in the IEC/EN 60034-30 standard

IE efficiency classes for 50 Hz 4-pole motors

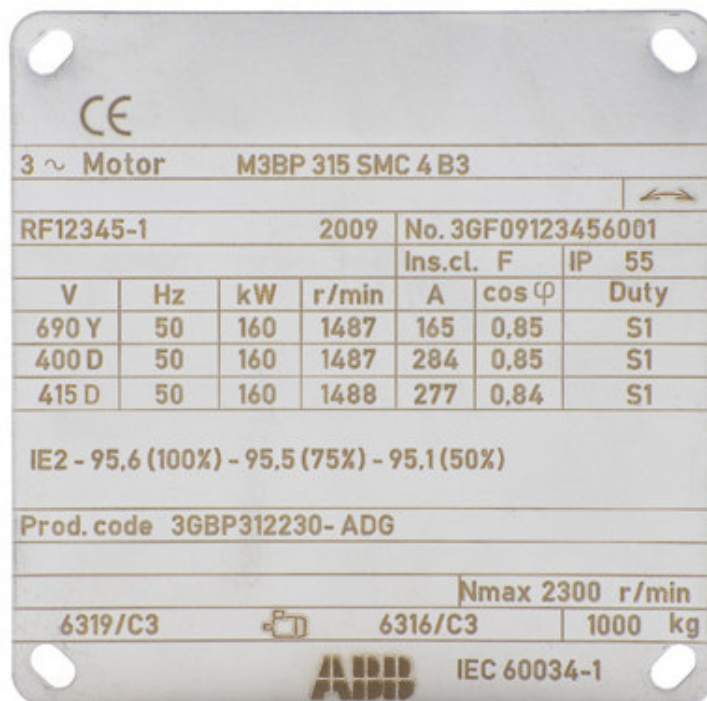


Další vývoj dle EU MEPS, do 1000 V, 2-6 pólové

Note! IE classes required by the regulation correspond to IE class defined in IEC/EN 60034-30 standard

Fáze 1: Od 16. června, 2011	Motory musí mít min IE2 (ne IE1)
Fáze 2: Od 1. ledna, 2015	Motory o výkonu 7.5 – 375 kW musí mít buď IE3 nebo IE2 pokud jsou napájené z měniče frekvence
Fáze 3: Od 1. ledna, 2017	Motory o výkonu 0.75 – 375 kW musí mít buď IE3 nebo IE2 pokud jsou napájené z měniče frekvence

Povinné označení IE na štítku motoru



The image shows a rectangular metal nameplate for an ABB motor. It features a CE mark at the top left. The text is organized into several sections: a top line with '3 ~ Motor' and 'M3BP 315 SMC 4 B3'; a middle section with 'RF12345-1', '2009', and 'No. 3GF09123456001'; a table with columns for V, Hz, kW, r/min, A, cos φ, and Duty; a line for efficiency 'IE2 - 95,6 (100%) - 95,5 (75%) - 95,1 (50%)'; a line for 'Prod. code 3GBP312230- ADG'; a line for 'Nmax 2300 r/min'; a bottom section with '6319/C3', a small icon, '6316/C3', and '1000 kg'; and a bottom right corner with the ABB logo and 'IEC 60034-1'.

3 ~ Motor M3BP 315 SMC 4 B3						
RF12345-1			2009		No. 3GF09123456001	
				Ins.cl. F		IP 55
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
690 Y	50	160	1487	165	0,85	S1
400 D	50	160	1487	284	0,85	S1
415 D	50	160	1488	277	0,84	S1
IE2 - 95,6 (100%) - 95,5 (75%) - 95,1 (50%)						
Prod. code 3GBP312230- ADG						
Nmax 2300 r/min						
6319/C3		6316/C3		1000 kg		
ABB IEC 60034-1						

- Od 16. června, 2011 povinně na štítku motoru:
 - účinnost η (100%), η (75%), η (50%) při ...% zatížení a napětí U_N
 - Účinnost: IE2 nebo IE3
 - Rok výroby

Produkty: Motory & Stroje (Machines)



■ Výkony 0.055 kW to 70 MW:

- AC LV Indukční Motory
- AC HV Indukční Motory
- AC Indukční Generátory
- AC Synchronní Motory
- AC Synchronní Generátory
- DC Motory
- Servomotory

PG IEC LV Motors

Future product portfolio



IEC Low voltage motors

	Process Performance	General Performance
Cast Iron	M3BP 71-450, IE2, IE3, IE4	M2BA 71-355, IE1, IE2
Aluminium	M3AA 63-280, IE2, IE3	M2AA 56 – 250, IE1, IE2

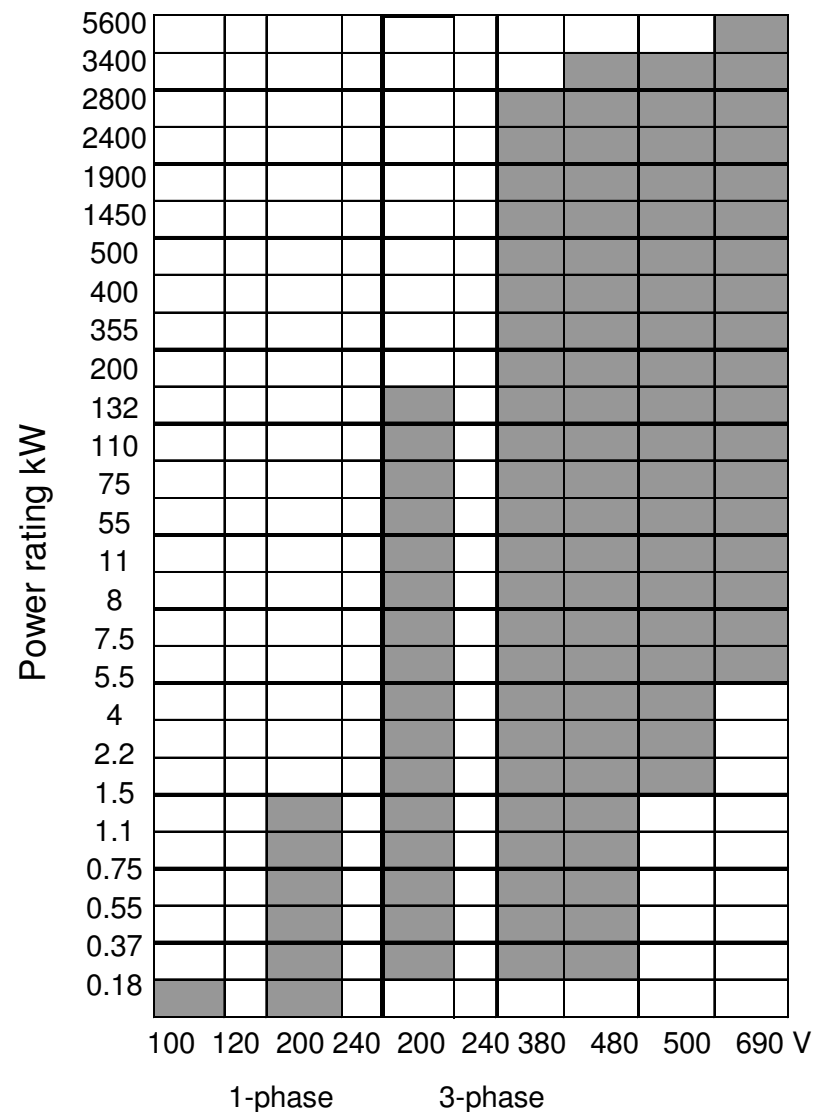
Other applications

- Motors for explosive atmospheres
- Marine motors
- Water cooled motors
- Brake motors
- Smoke extraction motors
- Roller table motors
- Permanent magnet motors
- Synchronous reluctance motors

ABB nn měniče frekvence

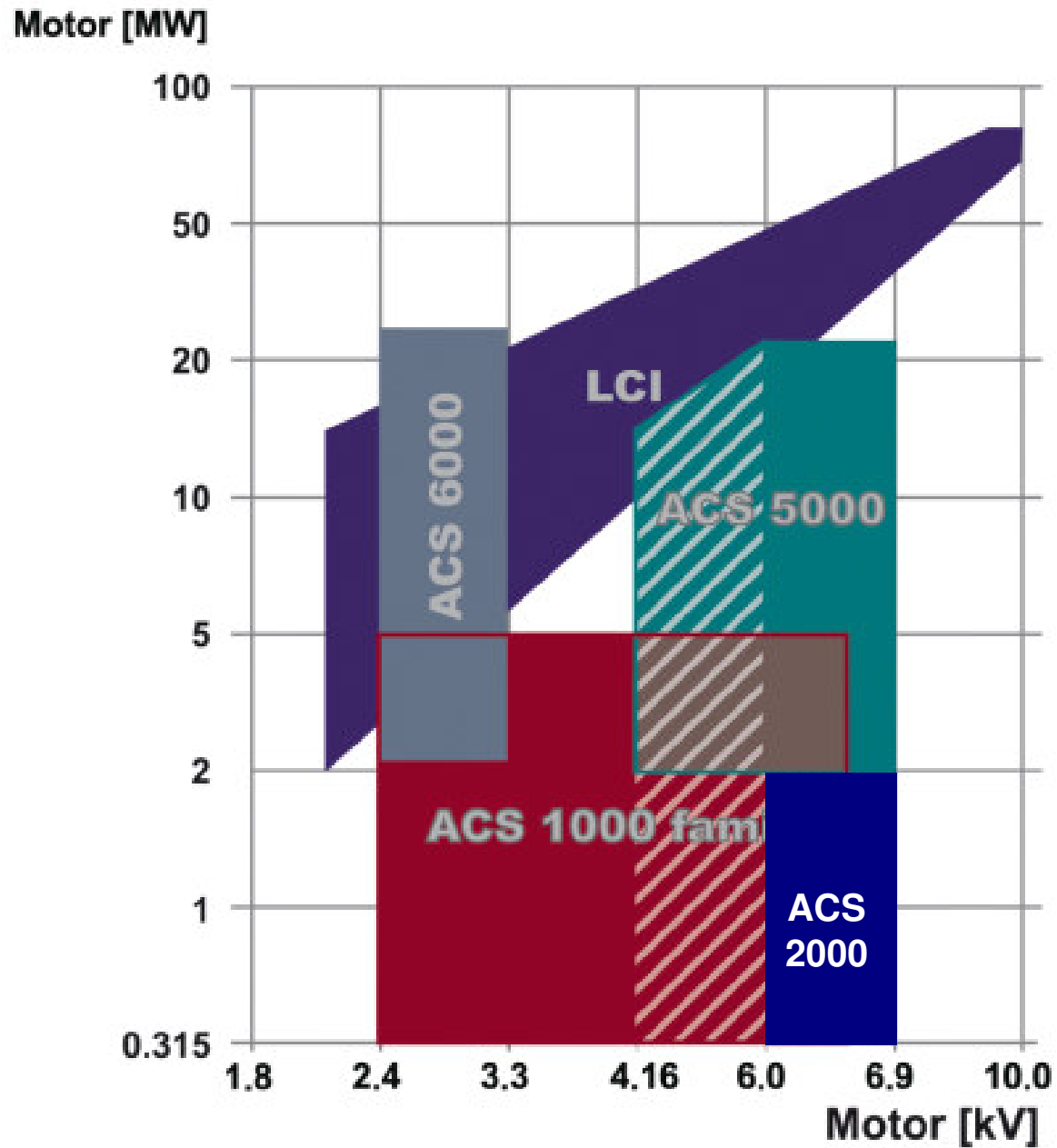


ABB nn měniče frekvence



- ABB nn AC měniče frekvence
 - ABB machinery drives
 - ABB standard drives
 - ABB industrial drives
- ABB DC měniče
- Softwareové nástroje
- Programy pro výpočet úspor
- Servis
- Analýzy / porady

ABB vn měniče frekvence



Vn měniče frekvence ABB



ACS 1000, ACS 1000i

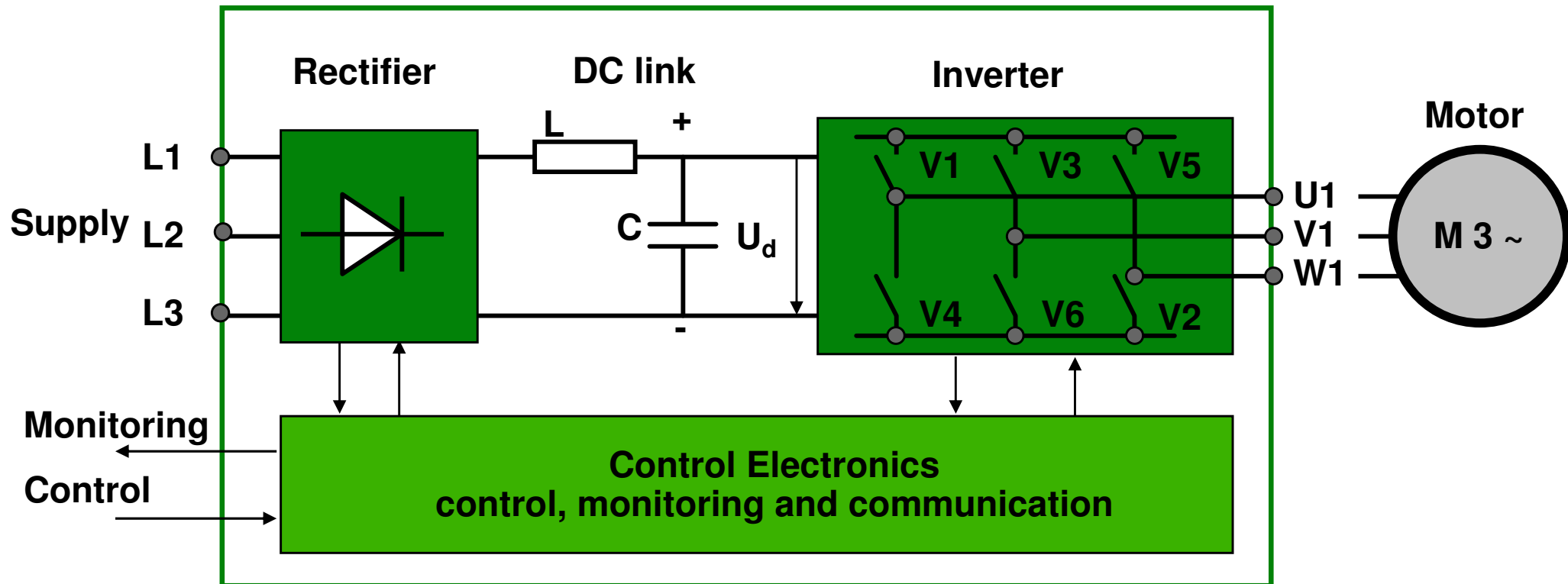
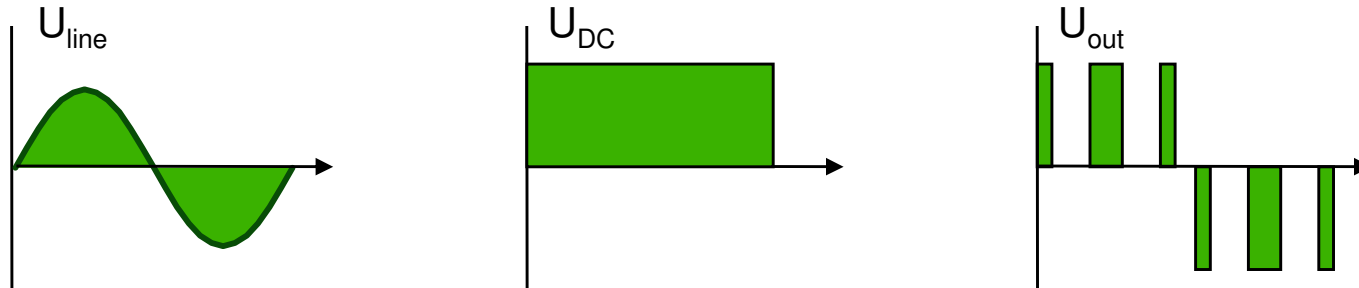
- Chlazení: vzduch / voda
- Výkonový rozsah: 315 kW – 5 MW
- Výstupní napětí: 2.3 – 4.16 kV
- Vzduchem chlazený ACS 1000 může být s integrovaným transform. a vst. stykačem (ACS 1000i)



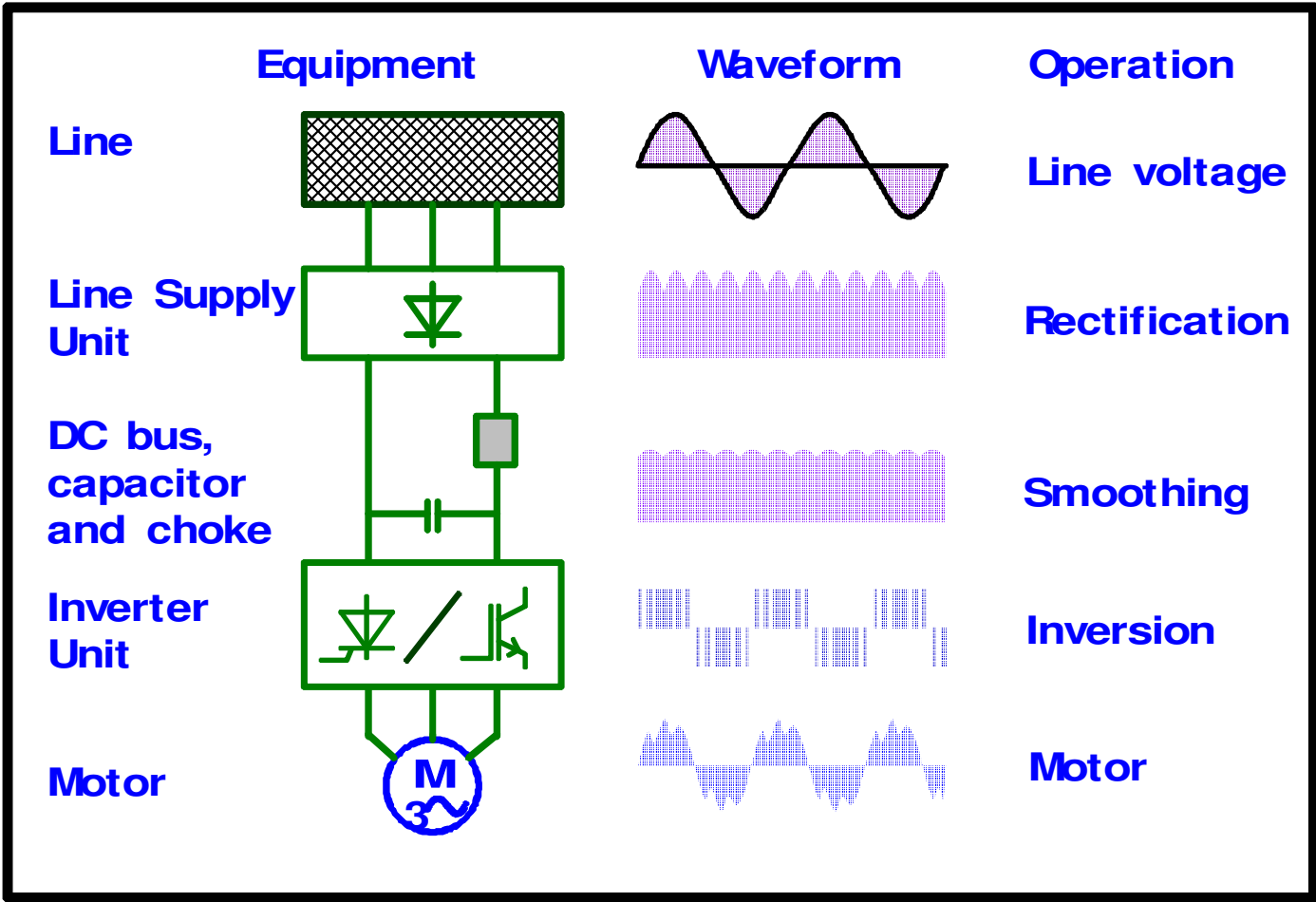
ACS 2000

- Chlazení: vzduch
- Výkonový rozsah : do 800 kW
- Výstupní napětí : 6.0 – 6.9 kV
- Vzduchem chlazený ACS 2000 může být s vnějším nebo později i s integrovaným transformátorem nebo s přímým připojením na síť

Frekvenční měniče - princip



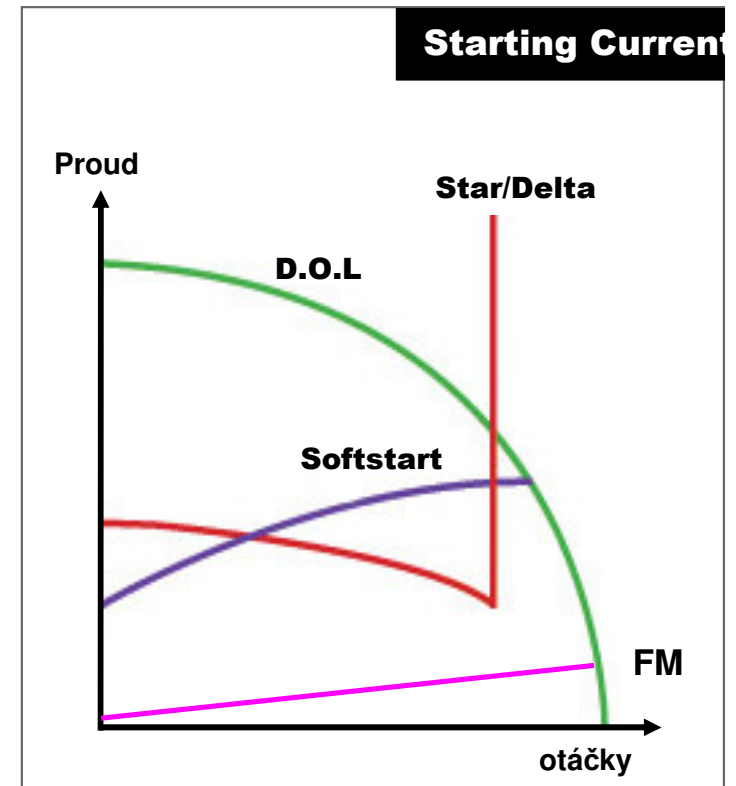
Frekvenční měniče



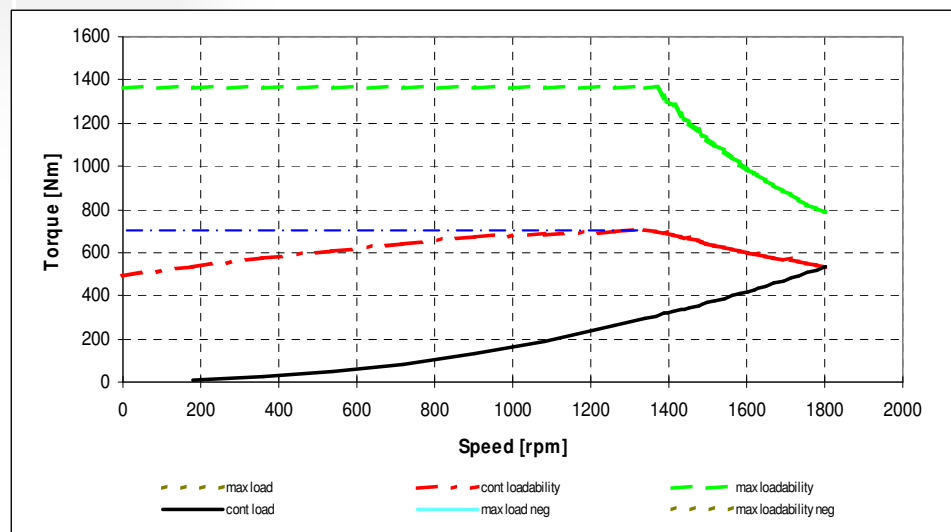
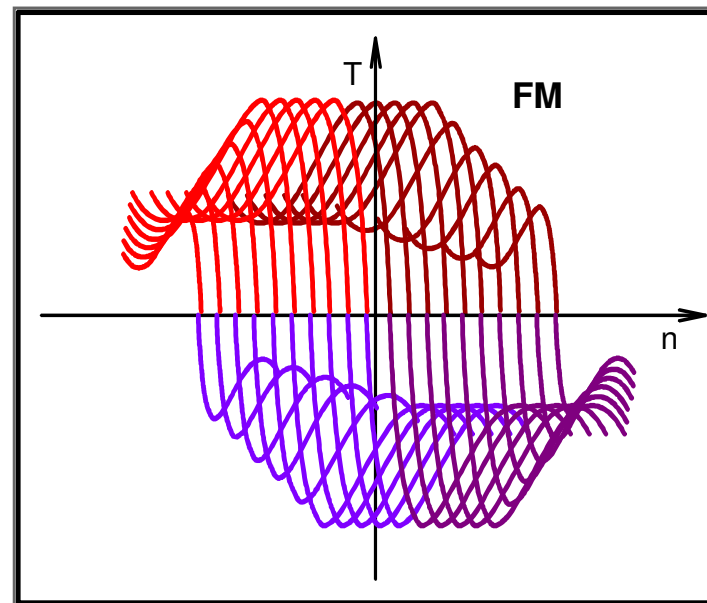
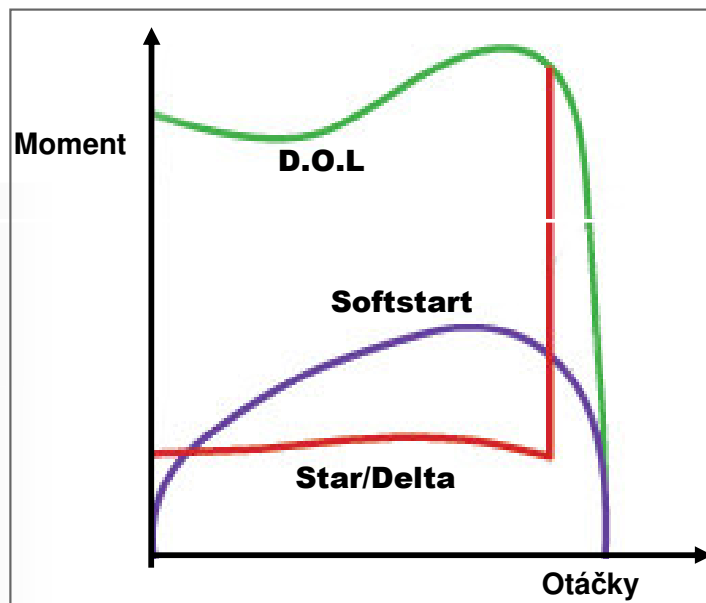
Princip

Spouštění AC motorů

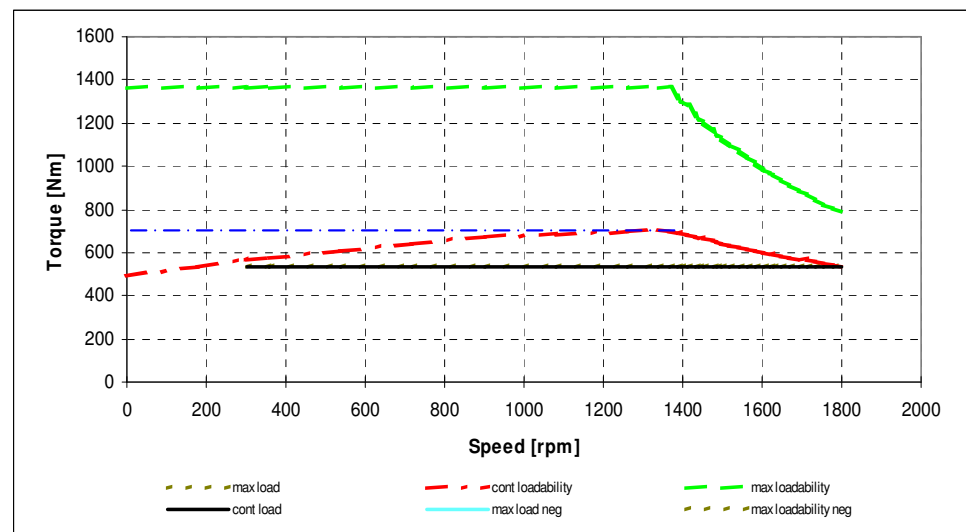
- DOL
- Y/D
- Softstartér
- Frekvenční měnič



Spouštění AC motorů – frekvenční měniče



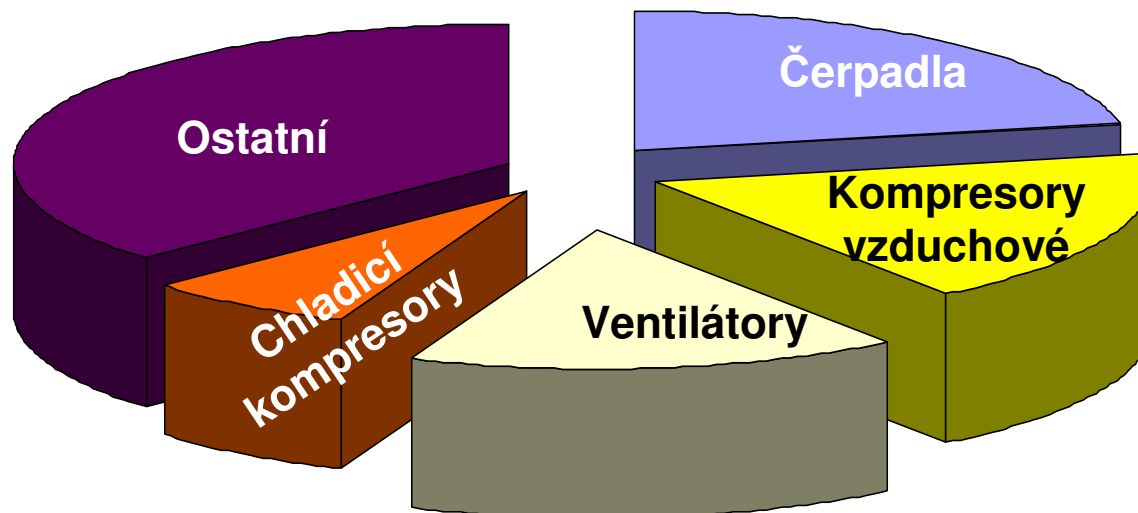
FM – kvadratic. zátěž. moment



FM – konstantní zátěž. moment

Pohony s elektrickými motory

- Čerpadla jsou největšími spotřebiteli energie v průmyslu EU



Příklad: regulace pohonů čerpadel



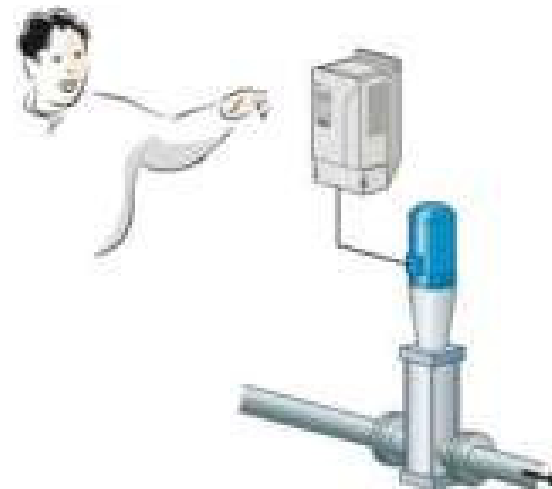
- škrcení



- bypassing (obtok)

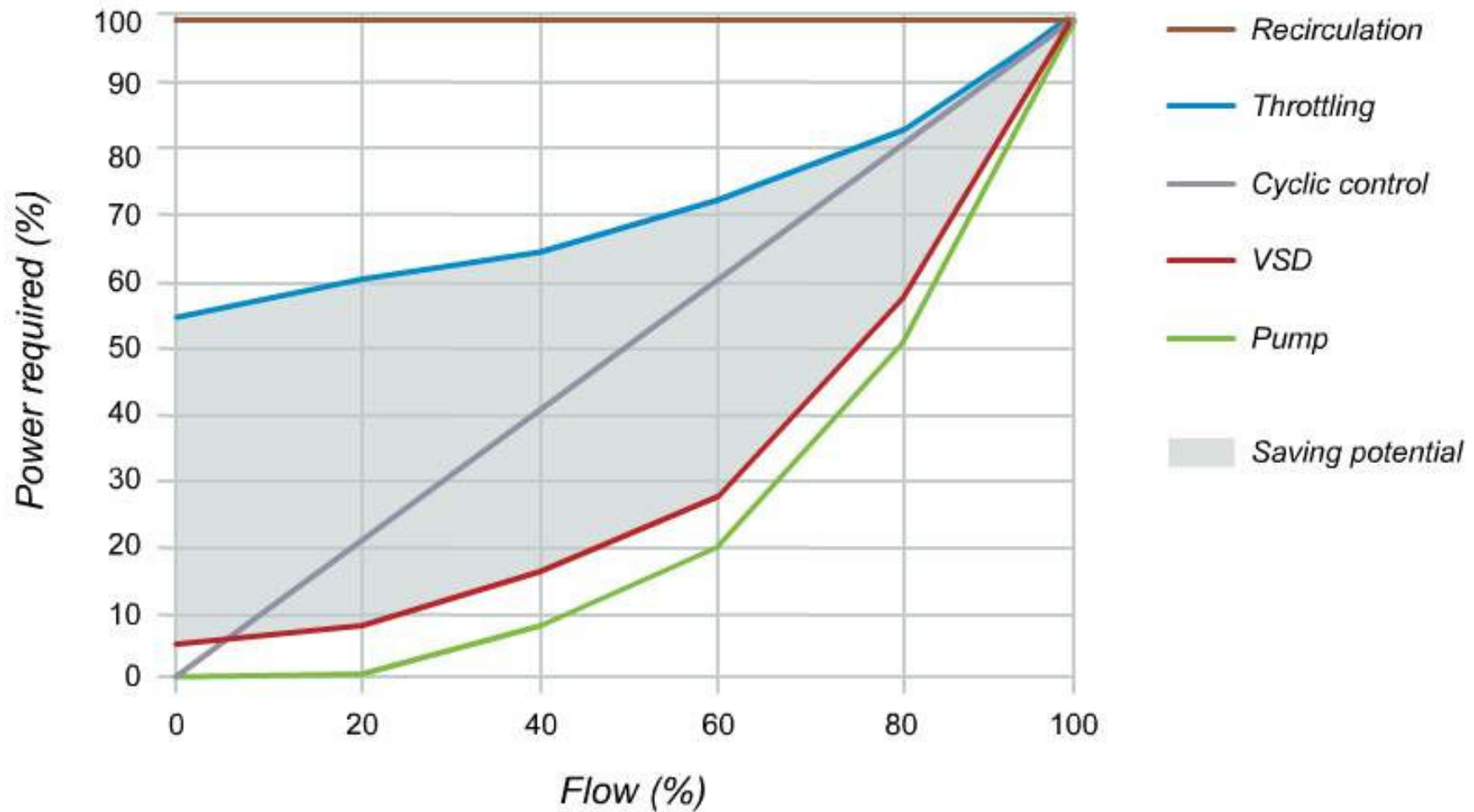


- on/off regulace



- regulace otáček měniči frekvence

Úspory - porovnání pro čerpadla (škrcení x měnič)



Regulace škrcením x měničem frekvence

Zdroj: Energy efficient motor driven systems, 2004, by European Copper Institute

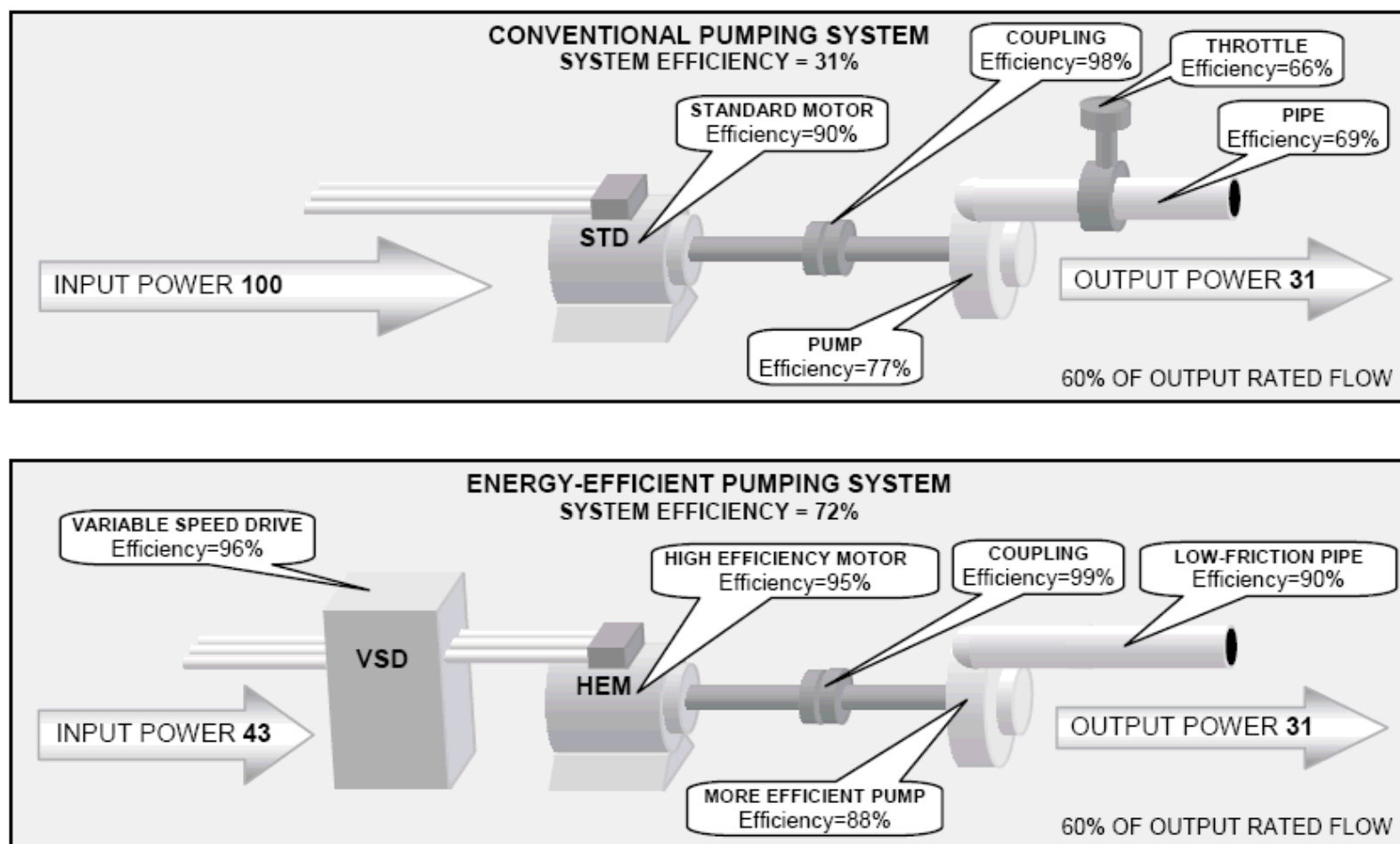


Figure 1 - a) Conventional pumping system (total efficiency = 31%)
b) Energy-efficient pumping system combining efficient technologies (total efficiency = 72%)

Účinnost od elektrárny až po čerpadlo

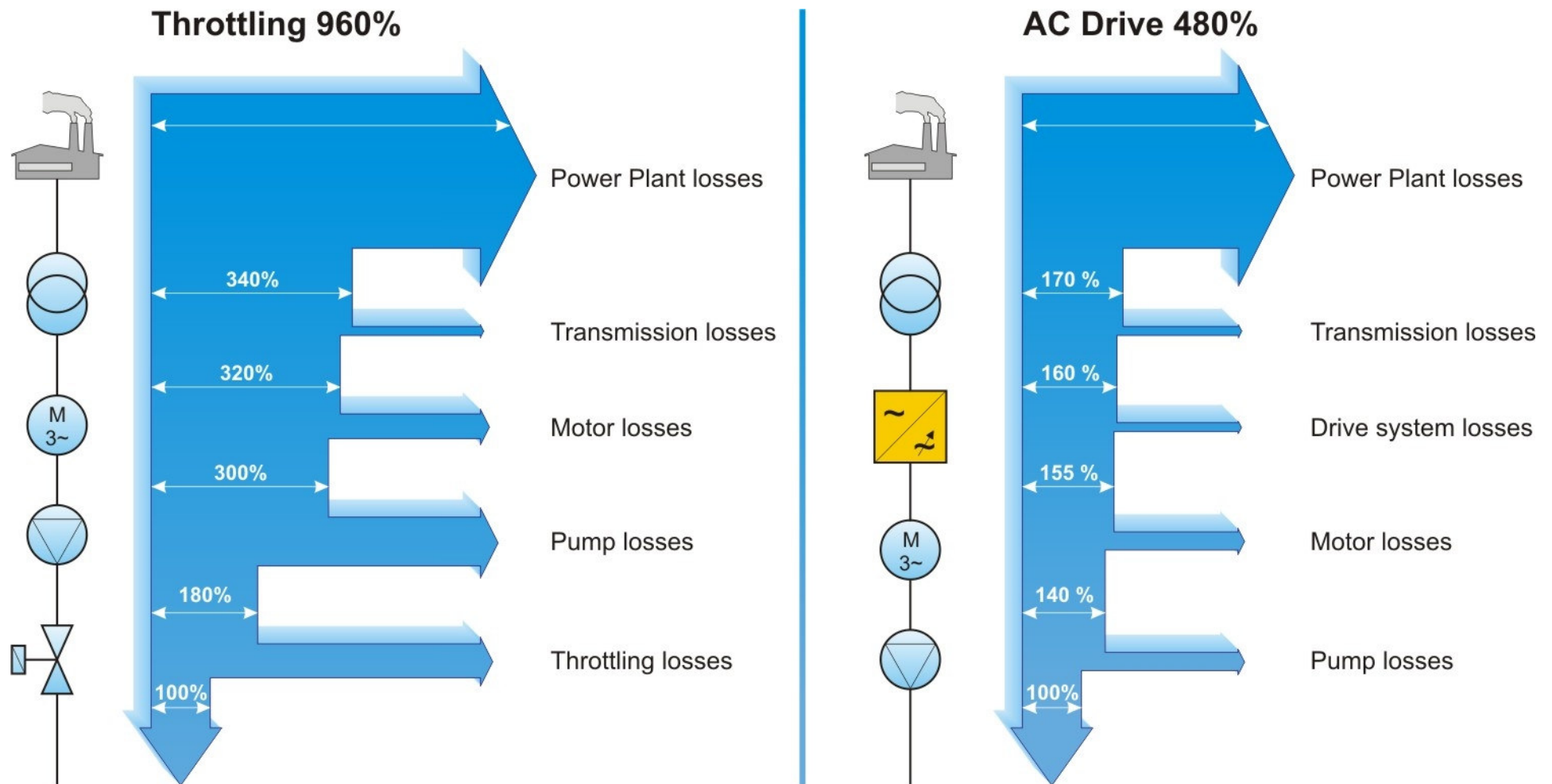
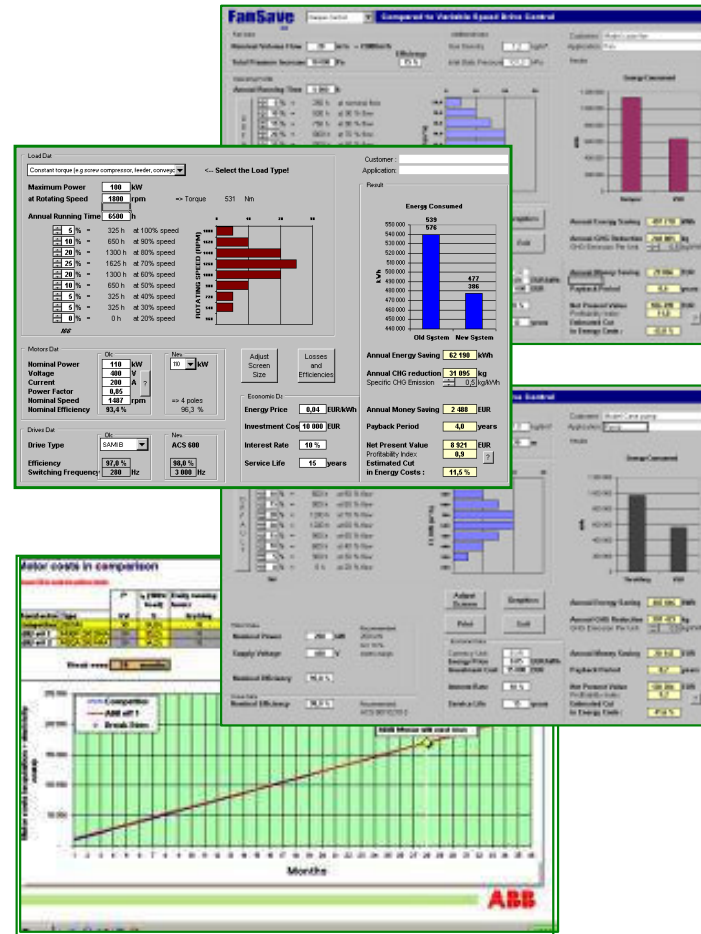


ABB výpočetní programy

Snadné použití

- FanSave
 - Úspory a návratnosti investic pro ventilátory
- PumpSave
 - Úspory a návratnosti investic pro čerpadla
- Efficiency Tool
 - Porovnání pohonů s vyšší a nižší účinností
- Energy Saving Tool
 - Porovnání motorů s vyšší a nižší účinností



Pump Save

PumpSave 3.0

Throttling Control

Compared to Variable Speed Drive Control

Pump Data

Nominal Volume Flow m³/h
 => 138,9 l/s
Efficiency %
Nominal Head m
Max Head m

System Data

Liquid Density kg/dm³
Static Head m

Customer

XYZ Water

Application

Fresh water pump

Operating Profile

Annual Running Time h

D
E
F
A
U
L
T

5 %	=	300 h	at nominal flow
10 %	=	600 h	at 90 % flow
15 %	=	900 h	at 80 % flow
20 %	=	1200 h	at 70 % flow
20 %	=	1200 h	at 60 % flow
15 %	=	900 h	at 50 % flow
10 %	=	600 h	at 40 % flow
5 %	=	300 h	at 30 % flow
0 %	=	0 h	at 20 % flow

Plot Area

Motor Data

Nominal Power kW
Supply Voltage V
Nominal Efficiency %

Recommended:
 100 kW
 incl. 10 %
 safety margin

Drive Data

Nominal Efficiency %
 Recommended:
 ACS 601/7-0120-3

Economic Data

Currency Unit
Energy Price EUR/kWh
Investment Cost EUR
Interest Rate %
Service Life years

Results

Energy Consumed

Annual Energy Saving kWh
Annual GHG Reduction kg
 GHG Emission Per Unit kg/kWh
Annual Money Saving EUR
Payback Period years
Net Present Value EUR
 Profitability Index ?
Estimated Cut in Energy Costs : %

Adjust Screen

Graphics

Print

Exit

inovace, technologie, projekty

Rekonstrukce pohonů oběhových čerpadel topné vody v teplárně Komořany komponentami ABB

redakce Elektro, Ing. Naděžda Pavelková, produktový manažer ABB s. r. o.

Jedním z významných loňských projektů firmy ABB byla rekonstrukce pohonů oběhových čerpadel topné vody v teplárně Komořany v severních Čechách. Dodávka nových pohonů byla součástí rozsáhlé, bezmála šedesátimilionové investice do rekonstrukce čerpací a výměňkové stanice teplárny.

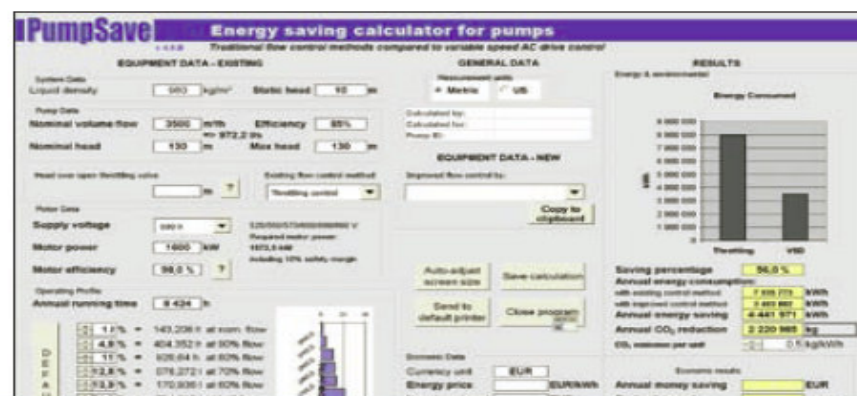
obnovy vlastních pohonů čerpadel. Příprava projektu začala již v roce 2005 a práce skončily úspěšnou kolaudací na jaře 2007. Rekonstrukce přinesla jak zdokonalení technického stavu, tak i úspory vlastní spotřeby elektrické energie a zlepšení kvantitativní regulace primární tepelné sítě.

Most. Soustava pro město Litvínov byla nadimenzována s ohledem na nižší odběr také nižší (například motory pro Most 900 kW, pro Litvínov 560 kW).

Transformátory pohonů čerpadel pro Most

Pro transformaci napětí z 6 000 na 690 V byly použity osvědčené transformátory typu Resibloc. Jde o suché, vzduchem chlazené provedení. Izolace vinutí je z čisté pryskyřice a skleněných vláken (sklolaminát). Pevnost materiálu sklolaminátu u Resibloku je 600 až 750 N/mm², což odpovídá pevnosti oceli. Díky vysokému podílu skleněných vláken (80 %) je riziko praskání izolace vyloučeno. Blokové vinutí, vní i nn vinutí, tvoří jeden celek, který je velmi odolný proti radiálním silám vznikajícím při přepětí.

Transformátory Resibloc mají velké množství velkých chladicích kanálů integrovaných ve vinutí, cívka se tak chladí zevnitř, a tím je sníženo riziko místního přehřátí.



Obr. 1. Příklad formuláře programu PumpSave (ABB), výpočtu úspor a návratnosti frekvenčně regulovaného pohonu čerpadel

Teplárna Komořany



Teplárna Komořany



Pump Save

PumpSave
3.0

Throttling Control
 Compared to Variable Speed Drive Control

Pump Data
 Nominal Volume Flow m³/h Efficiency %
 => 138,9 l/s
 Nominal Head m Max Head m

System Data
 Liquid Density kg/dm³
 Static Head m

Customer :
 Application:

Operating Profile
 Annual Running Time h

DEF
A
U
L
T

5 %	=	300 h	at nominal flow
10 %	=	600 h	at 90 % flow
15 %	=	900 h	at 80 % flow
20 %	=	1200 h	at 70 % flow
20 %	=	1200 h	at 60 % flow
15 %	=	900 h	at 50 % flow
10 %	=	600 h	at 40 % flow
5 %	=	300 h	at 30 % flow
0 %	=	0 h	at 20 % flow

166

Plot Area

Adjust Screen
 Graphics

Print
 Exit

Motor Data
 Nominal Power kW Recommended: 100 kW
 Supply Voltage V incl. 10 % safety margin
 Nominal Efficiency %

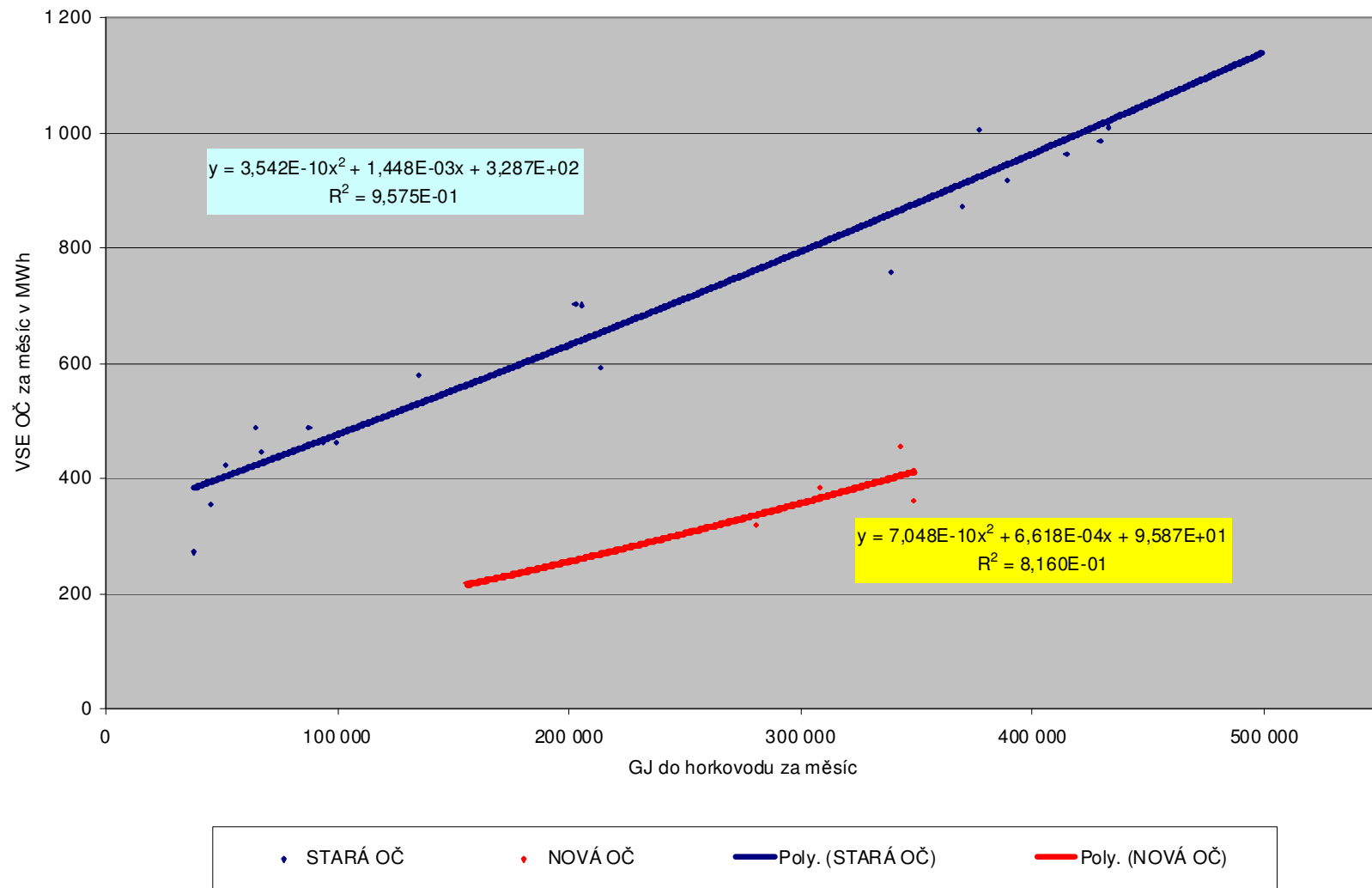
Drive Data
 Nominal Efficiency % Recommended: ACS 601/7-0120-3

Economic Data
 Currency Unit
 Energy Price EUR/kWh
 Investment Cost EUR
 Interest Rate %
 Service Life years

Results
Energy Consumed

Annual Energy Saving kWh
 Annual GHG Reduction kg
 GHG Emission Per Unit kg/kWh
 Annual Money Saving EUR
 Payback Period years
 Net Present Value EUR
 Profitability Index ?
 Estimated Cut in Energy Costs : %

Porovnání VSE OČ



Teplárna Strakonice a.s.

Středně velký centralizovaný zdroj tepla



TEPLÁRNA STRAKONICE
a.s.



Teplárna Strakonice a.s.

Základní výrobní zařízení teplárny



Vysokotlaká část

- kotel K1 27 MW, pára (6,3 MPa, 460 °C) hnědé uhlí (+biomasa) 1954
(rekonstrukce 2012-2013)
- kotel K2 27 MW, pára (6,3 MPa, 460 °C) hnědé uhlí (+biomasa) 1954
(rekonstrukce 2011-2012)
- kotel K3 55 MW, pára (6,3 MPa, 460 °C) hnědé uhlí 1964
(rekonstrukce 1991)
- turbogenerátor TG1 8,8 MW; protitlaký 1996
- turbogenerátor TG2 21,2 MW; kondenzační odběrový 1954
(modernizace 1999)

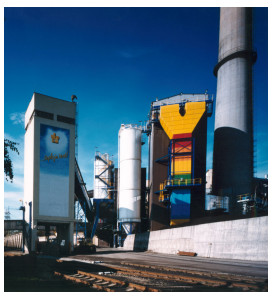


Nízkotlaká část

- kotel K4 a K5; 2 x 52,5 MW, pára (1,57 MPa, 240oC), palivo - mazut 1984

Řídicí systém

- Siemens Teleperm XP etapově od 1996



Teplárna Strakonice a.s.

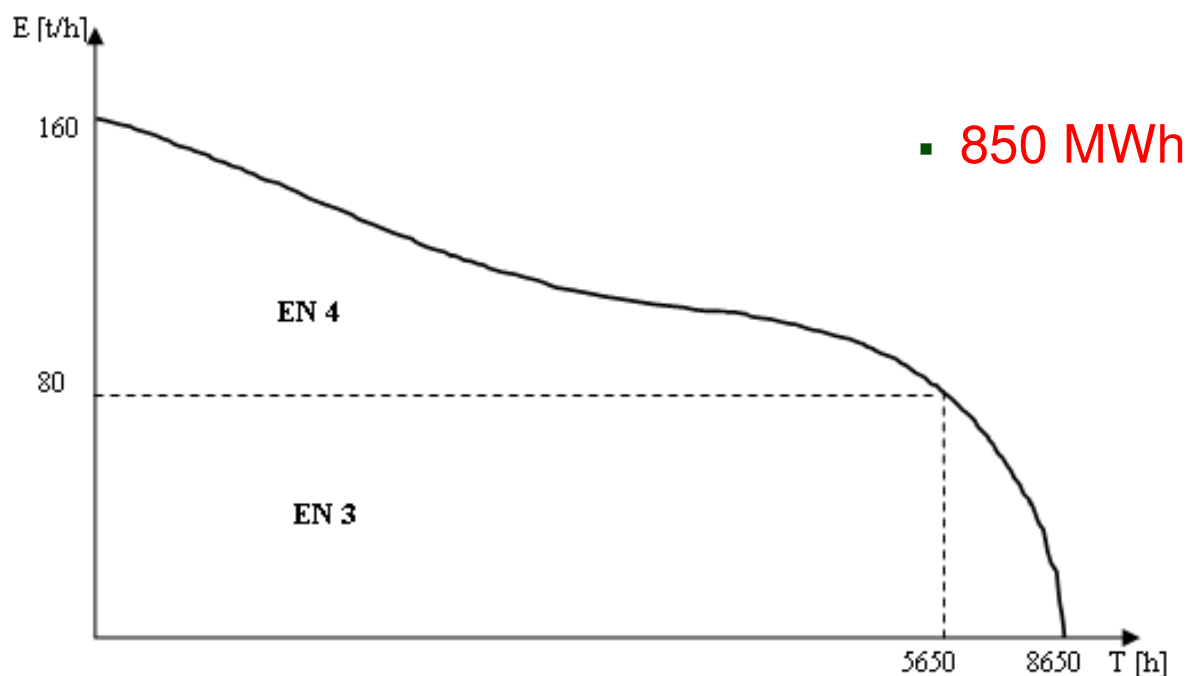
Výpočet úspor energie pro kotle K1, K2, K3



- **•Režim 1: Turbonapáječka 1, Elektronapáječka 3, Elektronapáječka 4.**
 - První pásmo do maximálního výkonu 80 t/h a doby trvání 8650 h TN1 (nebo TN2).
 - Druhé pásmo od 80 t/h do 110 t/h parního výkonu EN3.
 - Třetí nejvyšší pásmo do maximální hodnoty 160 t/h EN4, resp. i nadále EN3, pokud by běžely pouze dvě napáječky.
- **•Režim 2: Elektronapáječka 3, Turbonapáječka 1, Elektronapáječka 4.**
 - První pásmo do maximálního výkonu 50 t/h a doby trvání 8650 h EN3.
 - Druhé pásmo od 50 t/h do 110 t/h parního výkonu TN1 (nebo TN2).
 - Třetí nejvyšší pásmo do maximální hodnoty 160 t/h EN3.
- **•Režim 3: Elektronapáječka 3, Elektronapáječka 4.**
 - První pásmo EN3. Maximální parní výkon je 80 t/h po dobu 5650 h.
 - Druhé pásmo v rozsahu od 80 t/h do 160 t/h EN4..

Teplárna Strakonice a.s.

Výpočet úspor energie - rozložení pásem pro režim 3



- EN3 pracuje v režimu s konstantním parním průtokem a proměnlivým tlakem ve sběrně výtlaku (max. využití vlastností regulovaného čerpadla). Při EN3+EN4 paralelně udržován ve sběrně tlaku konstantní tlak 7,5 MPa (pro nastavení FM později zvolen tlak 8 MPa z důvodu vyšší provozní bezpečnosti).

Teplárna Strakonice a.s.

Vybrané technické řešení - transformátory



- ABB typ DTE 450 A8S, suché provedení, vzduchem chlazený, dimenzovaný a navržený pro napájení měniče řady ACS800 , jmenovitý výkon 450 kVA, jmenovité napětí 6000/690 V, IP 23

Teplárna Strakonice a.s.

Vybrané technické řešení – frekvenční měniče



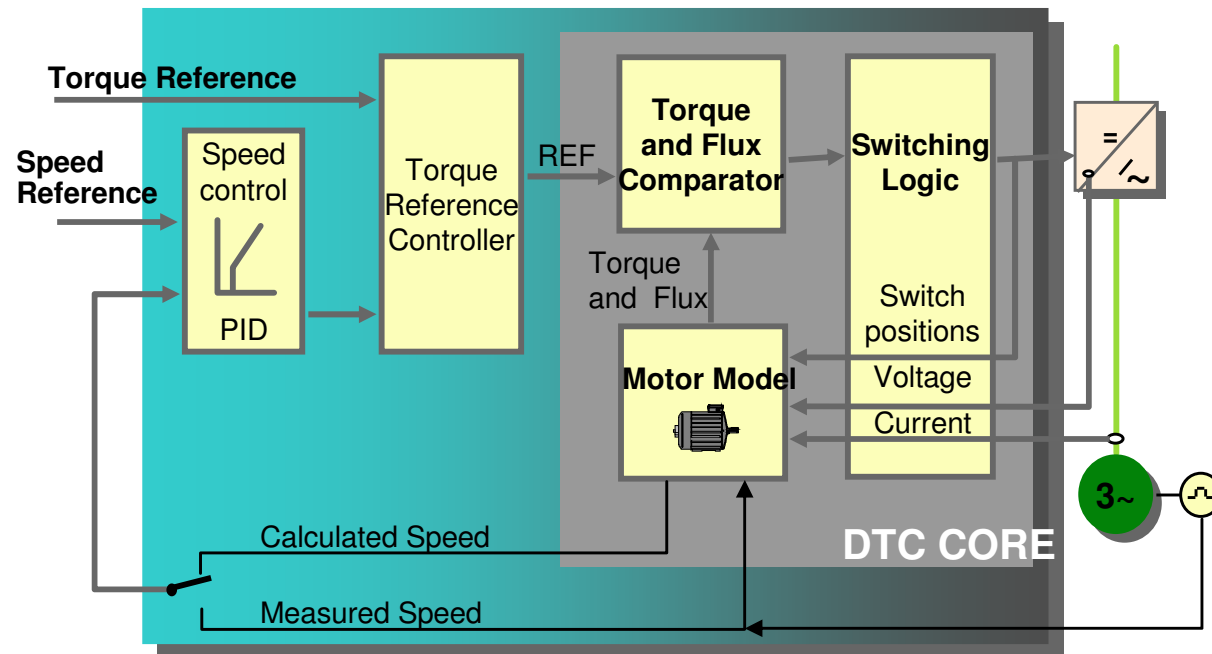
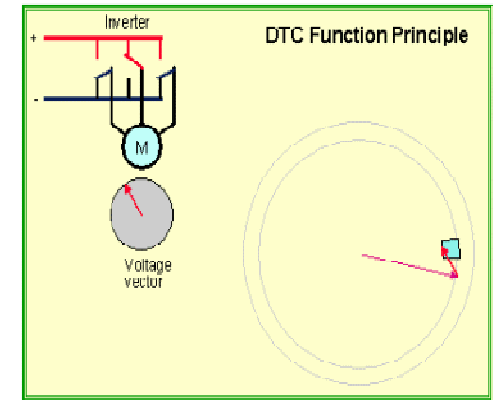
- ABB typ ACS800-07-0400-7 s přímým řízením momentu (DTC). Dynamické a přesné řízení, eliminované momentové rázy snižují mechanické opotřebení poháněného zařízení, s možností překlenutí krátkodobých výpadků napájecího napětí. IP 54, se vstupními pojistkami, stykačem a tlačítkem nouzového zastavení, EMC filtrem pro průmyslové prostředí a výstupním du/dt filtrem. Použito adaptivní programování v návaznosti na řídicí systém.

Přímé řízení momentu: DTC

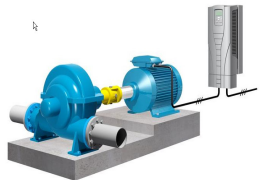


- Rychlé a přesné řízení
- Okamžitá reakce na změnu zatížení
- Tichý chod a maximální zatížitelnost, žádné momentové rázy
- Překlenutí krátkodobých výpadků napájecího napětí
- Letmý start okamžitě

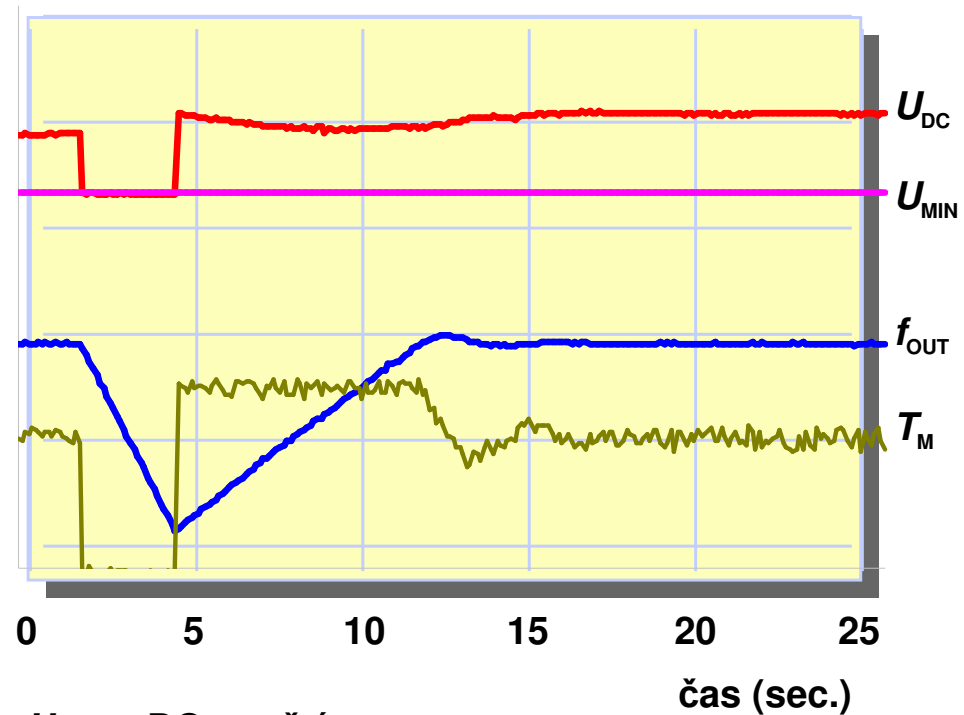
Stav motoru sledován každých $25 \mu s$ with s výkoným procesorem (DSP)



Překlenutí výpadků napáj. napětí



- 5 sec (v závislosti na setrvačných hmotách zátěže)
- delší časy při použití UPS
- 65% z př. 400 V -10%
- 13% zvlnění (v DC)
- Závisí na zatížení



U_{DC} = DC napětí

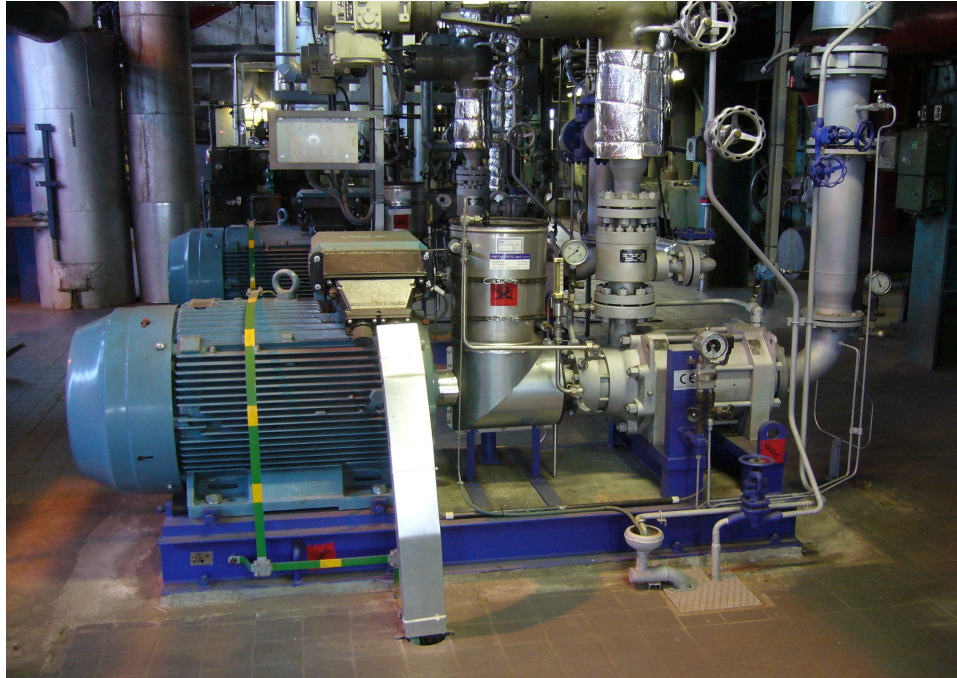
U_{MIN} = DC napětí minim. limit

f_{OUT} = výstup. frekvence

T_M = moment motoru

Teplárna Strakonice a.s.

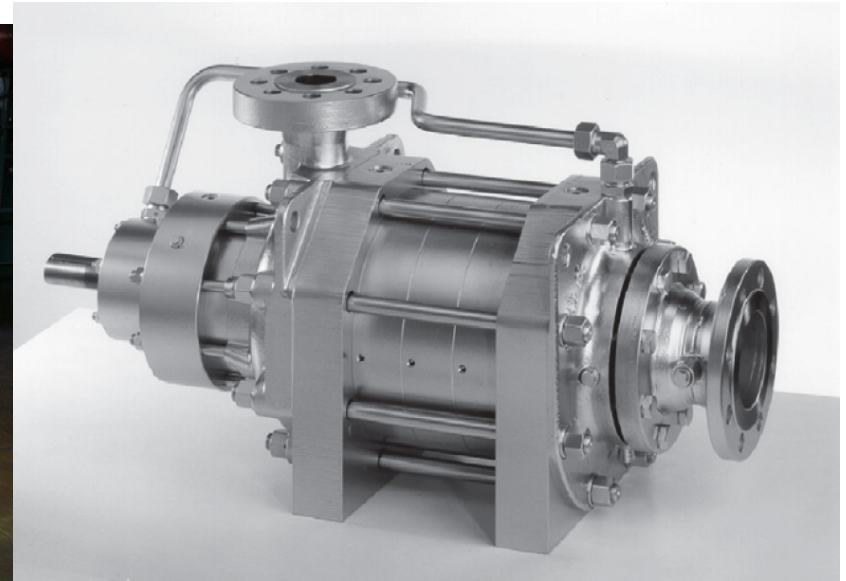
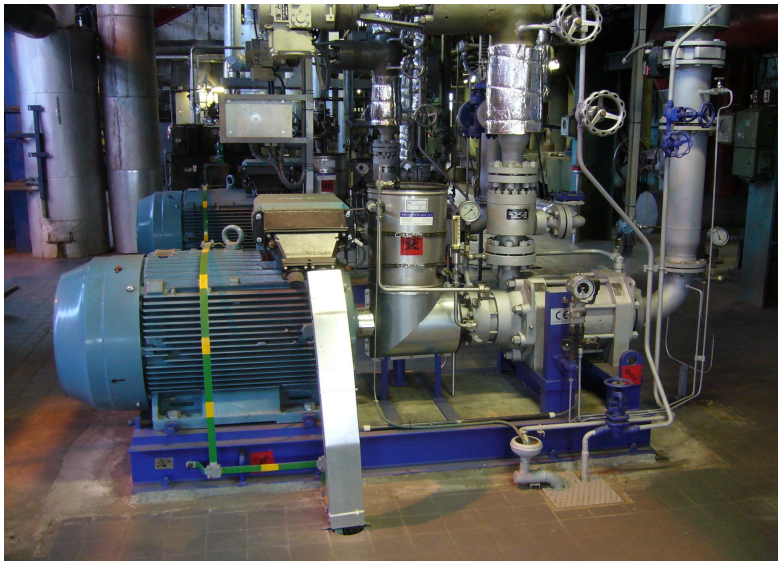
Vybrané technické řešení – motory



- ABB typ M3BP355SMC2, přizpůsobené pro napájení z měničů frekvence se zesílenou izolací vinutí a izolované ložisko na N-konci motoru. Chlazené vzduchem (původní motory byly chlazené vodou). Jmenovitý výkon 355 kW, 311 kW výkon při napájení z frekvenčního měniče , jmen. otáčky 2984 ot./min, rozsah otáček při pohonu čerpadel 0 - 3800 ot/min

Teplárna Strakonice a.s.

Vybrané technické řešení – čerpadla



- KSB typ HGM mají vyšší účinnost o cca 9%; čerpadlo nevyžaduje mazací olej; čerpadlo nevyžaduje pro teploty vody do 160 °C ohřev před najetím; čerpadlo má pouze jednu mechanickou ucpávku, která je chlazena vlastním vzduchovým chladičem (do 140 °C zcela bez chlazení); jmenovité otáčky čerpadla jsou 3437 ot/min – řádově menší stavební rozměry proti čerpadlu Sigma, vyšší otáčky jsou dosaženy použitím frekvenčního měniče.

Teplárna Strakonice a.s.

Průběh realizace



- **2009 postupná realizace EN4 a EN5**

instalace transformátorů a FM provedena ještě před odstavením původních čerpadel (trafa a FM byly instalovány ve stávající rozvodně, délka přívodu od FM k motoru cca 120 m), od odstavení stroje po uvedení do zkušebního provozu cca 2-3 měsíce (vč. kompletní výměny potrubních tras)



- **2010 byla obdobným způsobem provedena výměna EN3**

Teplárna Strakonice a.s.

Provozní zkušenosti



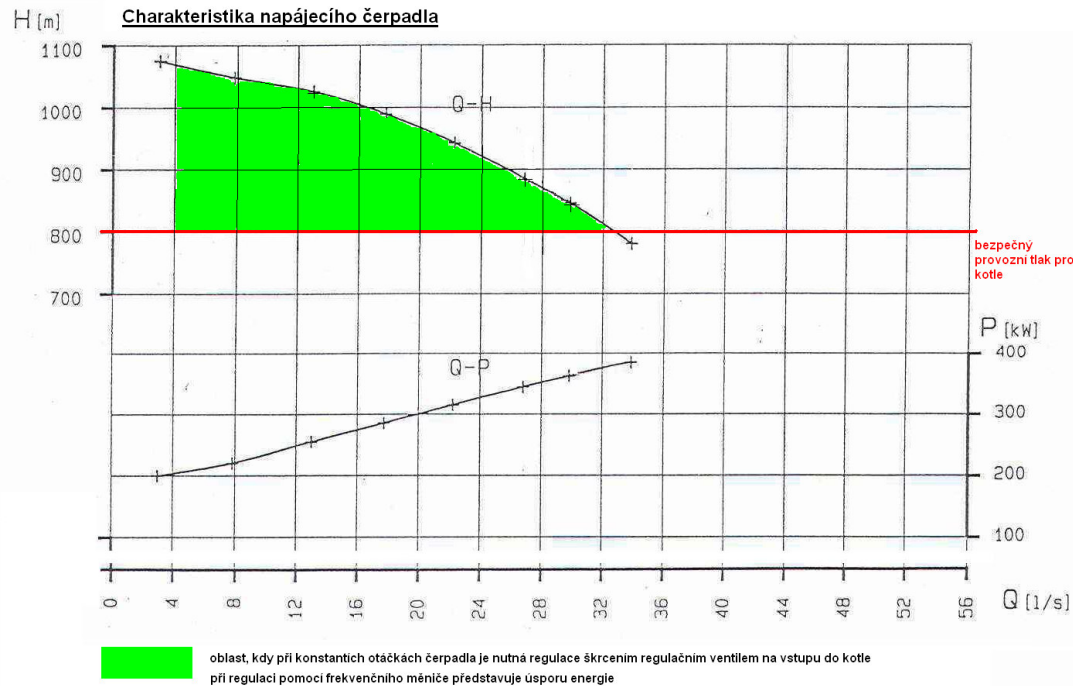
- Dosavadním provozem byla ověřena vyšší spolehlivost zařízení - moderní ověřené komponenty, byla odstraněna řada příslušenství (chladicí okruhy ucpávek a motorů, mazání ložisek čerpadla olejem, prohřev, původní MaR zabezpečení minimálního průtoku je řešeno kompaktním, zcela mechanickým zařízením). Regulace je bez problémů, v reálném provozu je rozsah regulace 3200 až 3450 ot/min (dáno křivkou čerpadla).

Skutečné provozní úspory:

- měsíční měrné spotřeby el. elektrické energie na přepravenou 1 tunu napájecí vody před a po modernizaci.
- | <u>kWh/t</u> | leden
srpen | únor
září | březen
říjen | duben
listopad | květen
prosinec | červen | červenec |
|--------------|----------------|--------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------|----------|
| ▪ 2008 | 4,42
2,81 | 3,19
5,58 | 4,18
4,55 | 3,95
4,60 | 4,09
3,90 | 3,17 | 4,73 |
| ▪ 2010 | 2,74
3,89 | 3,08
3,18 | 3,25
3,73 | 2,90
4,00 | 2,72
3,40 | 2,14 | 3,38 |

Teplárna Strakonice a.s.

Závěr



- Pro důkladnější statistické vyhodnocení bude nutné delší sledované období. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že reálnou průměrnou úsporu spotřeby elektrické energie lze očekávat na hodnotě 0,9 kWh/t (22%), čemuž odpovídá reálná roční úspora vlastní energie 780 MWh (při 865 tis. tunách napájecí vody).
- Napájecí stanice jsou provozovány z důvodu vyšší provozní bezpečnosti na žádanou hodnotu tlaku 8 MPa, viz Obrázek 6, (původní výpočet uvažoval 7,5 MPa).

Dalkia Olomouc a.s.

Výpočet úspor energie - čerpadlo EN51 1550 kW



Dalkia Olomouc a.s.

Stávající vn motor 1550 kW úprava pro FM



Dalkia Olomouc a.s.

Měnič frekvence vn ACS 1000 - EN51 1550 kW



Dalkia Olomouc a.s.

Trafo EN51 1550 kW



Dalkia Olomouc a.s.

Rozvodna EN51 1550 kW



Power and productivity
for a better world™

