



ENERGETICKÝ AUDIT KOMPLEXŮ S PLYNOVOU KOGENERAČNÍ JEDNOTKOU

Vydala: Česká energetická agentura
Vinohradská 8
120 00 Praha 2
tel: 02 / 2421 7774, fax: 02 / 2421 7701
e-mail: cea@ceacr.cz
www.ceacr.cz

Vypracoval: RAEN spol. s r.o.

Tato publikace je určena pro poradenskou činnost a byla zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů

Obsah

Úvod

- A. Obecná metodika auditu vybraných komplexů s plynovou kogenerační jednotkou
 - 1.0 Vstupní údaje
 - 2.0 Popis komplexu a bilanční údaje
 - 3.0 Analýza energetického hospodářství
 - 4.0 Specifikace kogenerační jednotky
 - 5.0 Analýza provozu kogenerační jednotky z hlediska zásobování komplexu energií
 - 6.0 Ekonomické vyhodnocení instalace / návrhu kogenerační jednotky
 - 7.0 Ekologické vyhodnocení instalace / návrhu kogenerační jednotky
 - 8.0 Závěr auditu a návrhy na opatření

- B. Upřesnění metodiky pro vybrané druhy komplexů s uvedením příkladů
 - I. Veřejné zdroje
 - 1.0 Malá výtopna
 - 2.0 Velká výtopna
 - II. Průmysl
 - 1.0 Chemický průmysl
 - 2.0 Keramický a cementářský průmysl
 - 3.0 Papírenský průmysl
 - 4.0 Textilní průmysl
 - 5.0 Plastikářský průmysl
 - 6.0 Strojírenský průmysl
 - 7.0 Pivovarnický průmysl
 - III. Terciální sféra
 - 1.0 Nemocnice
 - 2.0 Obchodní dům
 - 3.0 Hotel

- C. Příloha

1.0 Úvod

Předkládaná metodika je určena auditorům při posuzování správnosti a přiměřenosti instalace plynové kogenerační jednotky pro společnou výrobu tepla a elektrické energie do průmyslových, podnikatelských nebo vybraných komunálních komplexů (městské zdroje energie, nemocnice, obchodní domy, hotely) jak při rozšíření stávajícího energetického zdroje tak při výstavbě zdroje nového.

Dle metodiky auditu je již instalovaná nebo zamýšlená kogenerační jednotka hodnocena ne jako samostatný subjekt ale v souvislosti s ostatními zdroji energie celého komplexu, do kterého byla nebo bude instalována.

Metodika auditu je zpracována v první části obecně, v druhé části je upřesněna pro vybrané druhy komplexů a ve třetí části je v příloze uvedena ukázka ekonomického hodnocení energetického auditu.

Metodika energetického auditu je zpracována pro plynové kogenerační jednotky s plynovým motorem, s plynovou turbínou, a kombinaci plynových jednotek s parním turbosoustrojem tzv. jednotky paroplynové.

Je uveden způsob hodnocení vhodného dimenzování výkonu kogenerační jednotky dle podmínek objektu, do kterého je instalována a způsob ekonomického (hledisko provozovatele) a ekologického (hledisko celospolečenské) vyhodnocení provozu kogenerační jednotky.

Společná výroba tepla a elektrické energie v kogeneračních zdrojích zajišťuje podstatně vyšší účinnost přeměny paliva na tyto dvě formy využitelné energie při porovnání s oddělenou výrobou tepla ve výtopnách a výrobou el. energie v kondenzačních elektrárnách.

Rozšíření instalací kogeneračních jednotek do vhodných objektů, do kterých zajistí dodávku tepla i el. energie bez ztrát v rozvodech se tedy pozitivně projeví snížením výroby el. energie v kondenzačních elektrárnách pracujících s nízkou účinností a spalující nízkovýhřevné sirnaté uhlí.

Z uvedených důvodů je tedy nanejvýš nutné navrhovat kogenerační jednotky do vybraných vhodných objektů tak, aby bylo co nejvíce využito jejich pozitivních provozních účinků.

A. OBECNÁ METODIKA AUDITU VYBRANÝCH KOMPLEXŮ S PLYNOVOU KOGENERAČNÍ JEDNOTKOU

1.0 VSTUPNÍ ÚDAJE

1.1 Identifikace auditora

jméno, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

1.2 Identifikace zadavatele auditu

název, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

jméno kontaktní osoby

1.3 Identifikace komplexu v kterém je prováděn audit

název, adresa, telefon, fax, e - mail, IČO, DIČ

jméno kontaktní osoby

stručné údaje o činnosti komplexu

2.0 POPIS KOMPLEXU A BILANČNÍ ÚDAJE

2.1 Situace komplexu

Situační plán komplexu s vyznačením :

- umístění objektové plynové redukční stanice a její kapacity
- umístění zdroje tepla a el. energie a výměňkových stanic
- umístění hlavních spotřebičů tepla a el. energie
- tras rozvodů el. energie, plynu a tepla s uvedením napětí, světlostí, druhu teplonosného media, tlaků a teplot

2.2 Popis zdroje energie (bez kogenerační jednotky)

Zdroj tepla

Kotle

typ kotle	jmenovitý výkon kotle	druh paliva	teplonosné medium	parametry media	rok výroby

Výměníkové stanice

typ výměňkové stanice	jmenovitý výkon vým. stanice	teplonosné medium vstup/výstup	parametry media vstup/výstup	rok výroby

Externí zdroj tepla

jmenovitý příkon přípojky	teplonosné medium	parametry teplonosného media

Zdroj el. energie**Parní soustrojí**

typ soustrojí	jmenovitý el. výkon	hltnost turbíny	parametry páry vstup	parametry páry odběr	parametry páry výstup	rok výroby

Externí dodávka el. energie

distribuční organizace :

sazba odběru :

2.3 Bilance energetického hospodářství komplexu**2.3.1 Charakteristika spotřeby a výroby paliv, tepla a el. energie****Paliva** (spotřebovávaná i vznikající v podobě spalitelných odpadů)

druh paliva	výhřevnost GJ/t, GJ/tis. m ³	výroba t/r, tis. m ³ /r	spotřeba t/r, tis. m ³ /r	cena (bez DPH) Kč/t, Kč/tis. m ³

Teplo

	jednotka	údaj
roční spotřeba	GJ/r	
z toho: dodávka z vlastního zdroje	GJ/r	
dodávka z vnějšího zdroje	GJ/r	
max. dodávaný tepelný příkon	MW	
min. dodávaný tepelný příkon	MW	
druh teplotnosného media		
parametry dodávaného tepla ze zdroje	MPa/°C, °C/°C	
nákladová cena tepla	Kč/GJ	

El. energie

	jednotka	údaj
roční spotřeba	MWh/r	
z toho : dodávka z vlastního zdroje	MWh/r	
dodávka ze sítě	MWh/r	
odběr ve ŠT	MWh/r	
odběr ve VT	MWh/r	
odběr v NT	MWh/r	
platba za nakupovanou el. energii	mil. Kč/r	
náklady na výrobu el. energie	mil. Kč/r	
celkové náklady na dodávku el. energie	mil. Kč/r	
nákladová cena el. energie	Kč/kWh	

2.3.2 Harmonogramy spotřeby energie

Spotřeba tepla

Měsíční průběh spotřeby tepla a průměrné měsíční příkony

měsíc	spotřeba v páře (MPa/°C)		spotřeba v horké/teplé vodě (°C/°C)	
	GJ/měsíc	MW	GJ/měsíc	MW
leden				
.....				
.....				
prosinec				

Denní průběh spotřeby tepla v typických dnech topného, přechodného a letního období (průměrné příkony v jednotlivých hodinách dne, MW)

hodina	topné období		přechodné období		letní období	
	pára	voda	pára	voda	pára	voda
1						
2						
..						
23						
24						

Spotřeba el. energie

Měsíční průběh spotřeby elektrické energie (z vlastního zdroje a ze sítě) a sjednaná čtvrt hodinová maxima odběru

měsíc	celkem		ŠT		VT		NT		1/4 hod.
	zdroj	síť	zdroj	síť	zdroj	síť	zdroj	síť	max.
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kW
leden									
únor									
.....									
listopad									
prosinec									

Denní průběh spotřeby el. energie v typických dnech topného, přechodného a letního období (kWh)

hodina	topné období		přechodné období		letní období	
	zdroj	síť	zdroj	síť	zdroj	síť
1						
2						
..						
23						
24						

Poznámka :

v případě výroby chladu kompresorovým zařízením rozdělit roční a denní průběh spotřeby el. energie na spotřebu pro výrobu chladu a ostatní spotřebu

2.3.3 Očekávané změny stávající situace v zásobování a spotřebě energií v budoucnosti

- změny činnosti subjektu ovlivňující spotřebu energie
- zamýšlené rekonstrukce zdroje tepla a el. energie
- změna spotřeby a harmonogramu odběru tepla
- změna teplotního média
- změna spotřeby chladu
- změna spotřeby a harmonogramu el. energie
- změna odběrových maxim (organizační opatření, hlídání maxim a pod.)

3.0 ANALÝZA ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ KOMPLEXU

(s respektováním očekávaných změn v zásobování a spotřebě energií)

- podíl dodávky tepla na jednotlivých teplotních úrovních
 - na prahu zdroje
 - u konečných spotřebičů
- podíl poplatků za maxima odběru el. energie v celkové platbě za dodávku el. energie
- vzájemné porovnání ročního harmonogramu spotřeby tepla a el. energie - maximální a minimální hodnoty tepelných a elektrických příkonů v měsících (tepelné příkony rozdělit dle druhu a teploty teplotních médií)
- poměr příkonů denního průběhu spotřeby tepla a el. energie v typických dnech v topném, přechodném a letním období
- v případě kompresorového chlazení :
 - stanovení ročního a denního harmonogramu spotřeby tepla a el. energie v případě úplného nebo částečného přechodu výroby chladu z chlazení kompresorového na absorpční (při respektování poměru chladicího faktoru stávajícího kompresorového chlazení a chladicího faktoru absorpčního chlazení pro danou teplotu chlazeného média a teplotu teplotního média kog. jednotky)

4.0 SPECIFIKACE KOGENERAČNÍ JEDNOTKY (instalované / zamýšlené)

typ, výrobce	
jmenovitý elektrický výkon	
jmenovitý tepelný výkon	
jmenovitá elektrická účinnost	
jmenovitá tepelná účinnost	
druh spalovaného plynu, výhřevnost	
typ motoru / turbíny	
hmotový tok spalin	
typ alternátoru, napětí	
typ spalínového kotle / přitápění ano - ne	
druh, tlak a teplota teplotnosného media	
spotřeba plynu za rok	
roční výroba elektrické energie	
roční výroba tepla	

Doplňující údaje charakterizující provoz kogenerační jednotky :

- umístění kog. jednotky
- způsob zapojení kog. jednotky do energetického systému komplexu a řízení a regulace jejího provozu
- provozní doba, způsob provozu
- průměrná provozní elektrická a tepelná účinnost
- snížení maxim odběru el. energie po instalaci kog. jednotky
- investiční náklady na dodávku a montáž
- investiční náklady na vyvedení el. a tep. výkonu, přípojky plynu, stavebních úprav a dalších vyvolaných úprav (např. instalace akumulátoru tepla)
- provozní náklady bez paliva (výměna oleje, svíček, střední a generální opravy a pod.)

5.0 ANALÝZA PROVOZU KOGENERAČNÍ JEDNOTKY Z HLEDISKA ZÁSOBOVÁNÍ KOMPLEXU ENERGIÍ

5.1 Stanovení ukazatelů pro analýzu

- Podíl spotřeby zemního plynu pro kog. jednotku na celkové spotřebě plynu pro komplex
- Podíl odpadních topných plynů využitých v kog. jednotce k jejich celkovému množství vznikajícímu při provozu komplexu
- Podíl instalovaného tepelného a elektrického výkonu jednotky na celkovém instalovaném tepelném a elektrickém výkonu zdrojů komplexu (včetně kogenerační jednotky)
- Podíl na celkové dodávce tepla (na všech teplotních úrovních) pro komplex
- Podíl na dodávce tepla na teplotní úrovni, na které dodává teplo kog. jednotka
- Podíl využitelného tepla z celkového tepla vyrobeného kog. jednotkou
- Podíl na celkové dodávce el. energie pro komplex
- Podíl vykupované el. energie do sítě z celkové výroby el. energie kog. jednotkou
- Časové roční využití instalovaného elektrického i tepelného výkonu kog. jednotky
- Snížení nákladů na dodávku tepla a el. energie pro komplex po instalaci kog. jednotky

Výše uvedené ukazatele stanovit :

- a/ **pro daný instalovaný nebo navržený výkon kog. jednotky** při stávajícím rozdělení dodávky tepla pro komplex na jednotlivých teplotních úrovních a teplotních úrovních
- b/ na základě odborného odhadu **pro vyšší výkon kog. jednotky** (pouze v případě instalace kog. jednotky s plynovým motorem) v případě zvýšené dodávky tepla pro komplex na úrovni teplé nebo horké vody v důsledku :
 - rekonstrukce parního vytápění na teplovodní
 - rekonstrukce kompresorového chlazení na absorpční

5.2 Kontrola vhodného druhu, dimenzování, řízení a umístění kog. jednotky

Na základě hodnot výše uvedených ukazatelů stanovených z hlediska ad a/ i ad b/ kontrolovat :

a/ vhodný druh kog. jednotky (s motorem nebo s turbínou)

Ve výkonové kategorii do cca 5 MW el. výkonu kog. jednotky je nutno dát přednost vždy jednotce s plynovým motorem v důsledku vyšší elektrické účinnosti a nižším měrným investičním nákladům. Aplikace těchto jednotek je však podmíněna požadavkem dodávky tepla v teplé nebo horké vodě případně v kombinaci teplé vody a páry - součástí instalace kog. jednotky s plynovým motorem je tedy v některých případech též vynucená rekonstrukce dodávky tepla.

b/ vhodné dimenzování výkonu kog. jednotky

Podle druhu komplexu s odpovídajícím charakterem dodávky tepla a el. energie by kog. jednotka měla být výkonově dimenzována vzhledem k následujícím zásadám (a s přihlédnutím k údajům v části B metodiky) :

- v komplexech s dodávkou tepla (městske výtopy a teplárny)

dle ročního diagramu odběru tepla je stanoven tepelný výkon jednotky tak, aby byl využit minimálně cca 4000 hod/rok, el. výkon daný poměrem elektrické a tepelné účinnosti jednotky (kromě krytí vlastní malé spotřeby) je využit převážně při dodávce el. energie do sítě

- v komplexech ostatních

dle poměru elektrického a tepelného výkonu jednotky jako nejvhodnější kompromis s přihlédnutím k poměru spotřeby el. energie a tepla (poměr ročních a denních průběhů spotřeby) s cílem co nejvyššího :

- snížení dodávky el. energie ze sítě

- snížení maxim odběru el. energie

- časového využití instalovaného výkonu jednotky

- využití vyrobeného tepla

c/ řízení provozu kog. jednotky

provoz kog. jednotky musí být nadřazen provozu ostatních zdrojů energie tak, aby byl co nejvíce časově využit její elektrický i tepelný výkon (kromě období nízkého tarifu, kdy by vznikal záporný finanční přínos z výroby el. energie)

d/ umístění a šíření hluku kog. jednotky

vůči ostatním zdrojům energie z hlediska jejich propojení s přihlédnutím k dispozičním možnostem a omezení šíření hluku při provozu jednotky

7.0 Ekologické vyhodnocení provozu / návrhu kogenerační jednotky

Úspora primárních paliv a snížení emisí

Úspora primárních fosilních paliv a tomu odpovídající snížení emisního zatížení provozem kogenerační jednotky je stanovena ekvivalentně ke snížení spotřeby uhlí v systémových elektrárnách a současnému zvýšení spotřeby zemního plynu provozem kogenerační jednotky.

Úspora paliv

El. energie vyrobená kogenerační jednotkou se projeví ve snížení výroby el. energie v systémových kondenzačních elektrárnách s celkovou účinností výroby a rozvodu cca 28% a při průměrné výhřevnosti energetického hnědého uhlí 13,4 GJ/t.

Při výrobě 1 MWh el. energie v kog. jednotce nebude tedy spáleno 0,96 t uhlí (12,86 GJ energie v primárním palivu).

Současně však dojde k nárůstu spotřeby zemního plynu ve výši ekvivalentní výrobě jen el. energie v kog. jednotce

Snížení emisí úsporou uhlí v kondenzačních elektrárnách :

Emisní koeficienty uhlí (vztažené na energetický obsah nebo hmotnost uhlí)

tuhé	0,23 kg / GJ	(při 99% odlučivosti filtrů)
SO ₂	0,41 kg / GJ	(při 65% odsíření)
NO _x	0,60 kg / GJ	
CO	0,05 kg / GJ	
CO ₂	1,26 kg / kg	

Snížení emisí z nespáleného uhlí při výrobě 1 MWh el. energie v kog. jednotce

tuhé	2,96 kg
SO ₂	5,27 kg
NO _x	7,72 kg
CO	0,64 kg
CO ₂	1,21 t/r

Zvýšení emisí spalováním zemního plynu:

Při výrobě el. energie a tepla v kogenerační jednotce bude celková spotřeba zemního plynu Szp na provoz jednotky, která vyrobí 1 MWh el. energie :

$$Szp = 3,6 / (\eta_e \cdot Hzp) \quad (\text{tis. m}^3)$$

kde :

η_e elektrická účinnost jednotky (-)

Hzp výhřevnost plynu (MJ/m³)

Emisní koeficienty kog. jednotek s plynovými motory (vzhledem k množství spáleného plynu)

NO_x 6,5 kg / tis. m³

CO 8,5 kg / tis. m³

CO₂ 1 987 kg / tis. m³

Emisní koeficienty kog. jednotek s plynovými turbínami :

NO_x 8,4 kg / tis. m³

CO 2,8 kg / tis. m³

CO₂ 1 987 kg / tis. m³

Zvýšení emisí provozem kog. jednotek s plynovými motory při výrobě 1 MWh el. energie :

NO_x 6,5 . Szp (kg)

CO 8,5 . Szp (kg)

CO₂ 1 987 . Szp (kg)

Zvýšení emisí provozem kog. jednotek s plynovými turbínami při výrobě 1 MWh el. energie :

NO_x 8,4 . Szp (kg)

CO 2,8 . Szp (kg)

CO₂ 1 987 . Szp (kg)

Snížení emisí úsporou zemního plynu ekvivalentní výrobě tepla v plynovém kotli

Množství zemního plynu M_{zp} pro výrobu tepla v plynovém kotli (s účinností 88%) ekvivalentní množství tepla vyrobeného v kog. jednotce, která vyrobí 1 MWh el. energie :

$$M_{zp} = 3,6 \cdot (\eta_t / \eta_e) / (0,88 \cdot H_{zp}) \quad (\text{tis. m}^3)$$

kde :

$$\eta_t \quad \text{tepelná účinnost kog. jednotky} \quad (-)$$

Emisní koeficienty plynových kotlů :

NO _x	2,1 kg / tis. m ³
CO	1,1 kg / tis. m ³
CO ₂	1 987 kg / tis. m ³

Snížení emisí neprovozováním plynového kotle :

NO _x	2,1 · M_{zp}	(kg)
CO	1,1 · M_{zp}	(kg)
CO ₂	1 987 · M_{zp}	(kg)

Zvýšení emisí ze zemního plynu ekvivalentní pouze výrobě 1 MWh el. energie ($S_{zp} - M_{zp}$):

kog. jednotka s plynovým motorem

NO _x	6,5 $S_{zp} - 2,1 M_{zp}$	(kg)
CO	8,5 $S_{zp} - 1,1 M_{zp}$	(kg)
CO ₂	1 987 ($S_{zp} - M_{zp}$)	(kg)

kog. jednotka s plynovou turbínou

NO _x	8,4 $S_{zp} - 2,1 M_{zp}$	(kg)
CO	2,8 $S_{zp} - 1,1 M_{zp}$	(kg)
CO ₂	1 987 ($S_{zp} - M_{zp}$)	(kg)

Celkové snížení emisí (v případě CO zvýšení) snížením spotřeby uhlí a zvýšením spotřeby zemního plynu při výrobě 1 MWh el. energie v kog. jednotce :

kog. jednotka s plynovým motorem

snížení	tuhé	2,96	(kg)
	SO ₂	5,27	(kg)
	NO _x	7,72 - 6,5 Szp + 2,1 Mzp	(kg)
	CO ₂	1 210 - 1 987 (Szp - Mzp)	(kg)
zvýšení	CO	8,5 Szp - 1,1 Mzp - 0,64	(kg)

kog. jednotka s plynovou turbínou

snížení	tuhé	2,96	(kg)
	SO ₂	5,27	(kg)
	NO _x	7,72 - 8,4 Szp + 2,1 Mzp	(kg)
	CO ₂	1 210 - 1 987 (Szp - Mzp)	(kg)
zvýšení	CO	2,8 Szp - 1,1 Mzp - 0,64	(kg)

8.0 Závěr auditu a návrhy na opatření

Závěr analýzy energetického hospodářství komplexu

- charakter subjektu
- instalovaný el. a tepelný výkon (bez kog. jednotky)
- roční spotřeba el. energie a tepla
- podíl plynu a ostatních paliv na výrobě tepla (bez kog. jednotky)
- podíl vlastní výroby a nákupu el. energie (bez kog. jednotky)
- roční množství produkovaných emisí

Závěr analýzy dimenzování a provozu provozované / zamýšlené kog. jednotky :

- typ a el. a tep. výkon kog. jednotky
- podíl dodávky el. a tep. energie z kog. jednotky na celkové dodávce el. energie a tepla do komplexu
- správnost dimenzování výkonu kog. jednotky pro stávající podmínky, časové využití instalovaného výkonu, stupeň využití vyrobeného tepla
- odhad možného zvýšení podílu dodávky energie z kogenerace při úpravách spotřeby a dodávky energie v komplexu (se specifikací úprav a s odhadem investičních nákladů na úpravy)
- hodnocení řízení provozu kog. jednotky, jejího umístění a odhlučnění

Závěry ekonomického a ekologického hodnocení :

- absolutní a poměrné snížení nákladů na dodávku tepla a el. energie do komplexu po instalaci kog. jednotky, porovnání s celkovými investičními náklady
- absolutní a poměrné snížení emisí po instalaci kog. jednotky vztažené na výrobu el. energie

Návrhy na opatření

B. Upřesnění metodiky pro vybrané druhy komplexů s uvedením příkladů

Obecně popsaná metodika zpracování auditu kogenerační jednotky je v této kapitole pro ilustraci doplněna ukázkami určení druhu a doporučeného dimenzování kogenerační jednotky v konkrétních druzích komplexů.

Kombinace průběhů spotřeb tepla a el. energie jsou v příkladech zvoleny tak, aby z hlediska poměru ročního a denního průběhu spotřeby tepla a el. energie, jejich absolutní výše a druhu a teploty teplosnosného media obsáhly větší počet reálných kombinací konkrétních podmínek v konkrétních komplexech kam byla nebo má být kogenerační jednotka instalována.

Vzhledem k reálným možnostem získání vstupních údajů konkrétního komplexu jsou příklady správného dimenzování kogenerační jednotky odvozeny z ročních diagramů spotřeby tepla a el. energie v jednotlivých měsících (průměrné hodnoty tepelných a elektrických příkonů v jednotlivých měsících) a z denních průběhů spotřeby tepla a el. energie v typických dnech v zimním, přechodném a letním období.

Není tedy dimenzování kog. jednotky odvozeno z ročního diagramu trvání tepelného příkonu neboť jeho konstrukce (zvláště v komplexech s technologickou spotřebou tepla) je značně pracná a v některých případech pro nedostatek podkladů nereálná.

Dalším důvodem proč není dimenzování kog. jednotky odvozeno z ročního diagramu trvání tepelného příkonu vyplývá z funkce kog. jednotky t.j. současné výroby tepla a elektrické energie. V případě instalace kog. jednotky do komplexů s využitím vyrobené el. energie pouze a nebo převážně pro vlastní spotřebu (kromě městských vytopen a tepláren všechny ostatní druhy komplexů) bylo by tedy nutno pro optimální volbu výkonu kog. jednotky (s určitým poměrem jmenovitého elektrického a tepelného výkonu) použít kromě diagramu trvání tepelného příkonu i diagramu trvání elektrického příkonu. Tyto dva diagramy však nejsou časově synchronizované takže pro dimenzování kog. jednotky jsou nepoužitelné.

Ve vybraných příkladech různých druhů komplexů jsou uvedeny hodnoty převzaté z bilančních údajů konkrétních komplexů v ČR:

- 1/ základní údaje o spotřebě tepla a el. energie včetně druhu a teploty teplotnosného media a sazby odběru el. energie a průměrné ceny za dodávku el. energie.
- 2/ grafy průměrných příkonů tepla a el. energie v jednotlivých měsících a v typickém zimním, přechodném a letním dni v období I., II. a III. směny

Druhy komplexů byly z hlediska poměru spotřeby tepla a el. energie vybrány tak, aby obsáhly co nejvyšší počet kombinací význačných z hlediska určení :

- vhodného druhu kog. jednotky
 - s plynovým motorem
 - s plynovou turbínou
- vhodného výkonu kog. jednotky

Kromě příkladů komplexů s charakterem lokálních zdrojů tepla (městská výtopna), u kterých je výkon kog. jednotky dimenzován pouze z průběhu odběru tepla, jsou uvedeny příklady komplexů se spotřebou tepla i el. energie (výkon jednotky je dimenzován s přihlédnutím ke spotřebě obou druhů energie) v různých kombinacích následujících faktorů :

- vysoký nebo střední nebo nízký el. příkon
- vysoký nebo střední nebo nízký poměr spotřeby el. energie vůči teplu
- konečná spotřeba tepla jen v páře nebo jen ve vodě nebo v kombinaci obou

Pro každý příklad komplexu je provedena :

- stručná analýza vstupních údajů
- navržen vhodný druh a instalovaný výkon kogenerační jednotky
- určeno roční časové využití instalovaného výkonu kog. jednotky
- určen stupeň využití tepla vyrobeného v kog. jednotce

Návrh druhu a výkonu respektuje následující fakta :

- z hlediska druhu kog. jednotek je ve většině případů ekonomicky i ekologicky vhodnější instalovat kog. jednotky s plynovým motorem, které mají při nižších výkonech podstatně vyšší el. účinnost a navíc mají nižší měrné investiční náklady než jednotky s plynovou turbínou (jednotky s plynovou turbínou je vhodné instalovat až od el. výkonu cca 5 MW).

- nevýhodou kog. jednotek s plynovým motorem je dodávka využitelného tepla pouze v teplé nebo horké vodě, případně ve vyjímečných případech v teplé vodě a páře v poměru tepelného výkonu cca 60% : 40%, naopak kog. jednotky s plynovou turbínou mohou dodávat teplo i v přehřáté páře

- do komplexu o nižším el. příkonu je možno tedy instalovat pouze kog. jednotku s plynovým motorem - ovšem pokud je splněna podmínka, že existuje odběr tepla o odpovídajícím příkonu na teplé či horké vodě (v opačném případě je nutno např. rekonstruovat vytápěcí systém na teplovodní)

- naopak pro specifické případy přímé spotřeby tepla ve formě spalin (keramický a cementářský průmysl) je vhodné instalovat kog. jednotku s plynovou turbínou (tvořenou v tomto případě pouze soustrojím turbína - alternátor), přičemž spaliny z plynové turbíny jsou přímo přiváděny do sušárny nebo přípravy materiálu před rotační pecí bez nutnosti instalace spalinového kotle

Navržený instalovaný výkon kog. jednotek pro specifické podmínky příkladů jednotlivých komplexů je nutno chápat jen jako první aproximaci.

Definitivní upřesnění výkonu je možno provést až po detailní ekonomické analýze provozu kog. jednotky o výkonu vyšším a nižším vzhledem k uvedenému výkonu pro konkrétní podmínky komplexu.

V jednom příkladu komplexu (velký strojírensko - hutní závod) jsou uvedeny závěry ekonomického hodnocení dvou variant kog. jednotky jako stručný závěr podrobné technicko - ekonomické studie, která byla pro tento závod zpracována.

Příklady doporučené instalace kogeneračních jednotek do různých druhů komplexů

I. VEŘEJNÉ ZDROJE

Veřejnými zdroji tepla jsou lokální výtopny a teplárny. V některých případech je teplo dodáváno nejen pro byty ale též pro průmyslové závody, nemocnice a jiné subjekty.

Pro byty je teplo obvykle dodáváno v teplé nebo horké vodě (zbývající systémy s parními rozvody budou dříve či později rekonstruovány na teplovodní), ostatní spotřebitelé tepla však mohou teplo požadovat i v páře na vyšší teplotě. V případě tepláren je el. energie dodávána většinou do sítě (kromě krytí vlastní spotřeby a případné přímé dodávky do subjektů v sousedství teplárny).

Dimenzování instalovaného výkonu kog. jednotek do veřejných zdrojů je tedy odvozeno pouze od požadavku na dodávku tepla.

Jsou uvedeny dva příklady malé a velké městské výtopny.

MĚSTSKÁ VÝTOPNA

Specifikace spotřeby energie

dodávka tepla

během dne rovnoměrná s ranními a večerními špičkami (zvýšený odběr TUV)

během roku velmi výrazný pokles v letním období

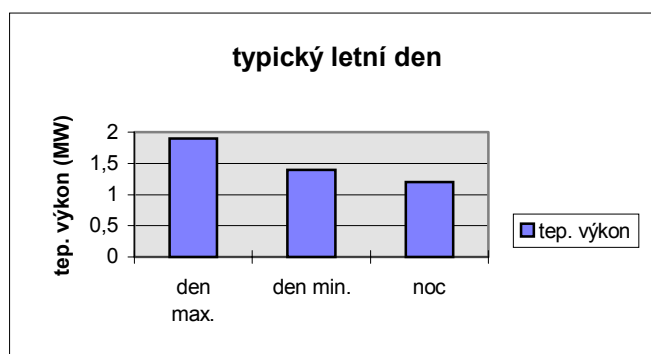
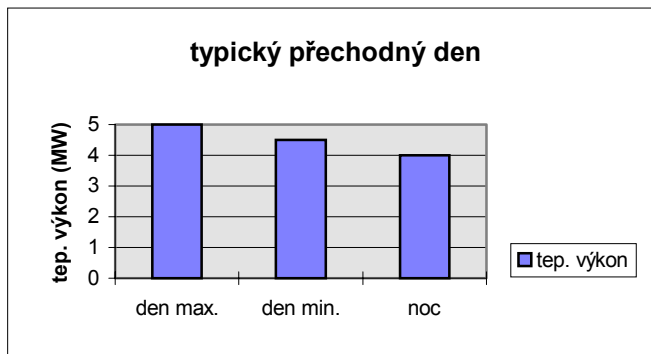
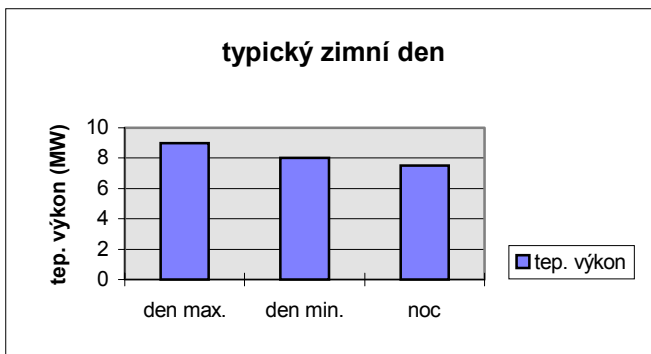
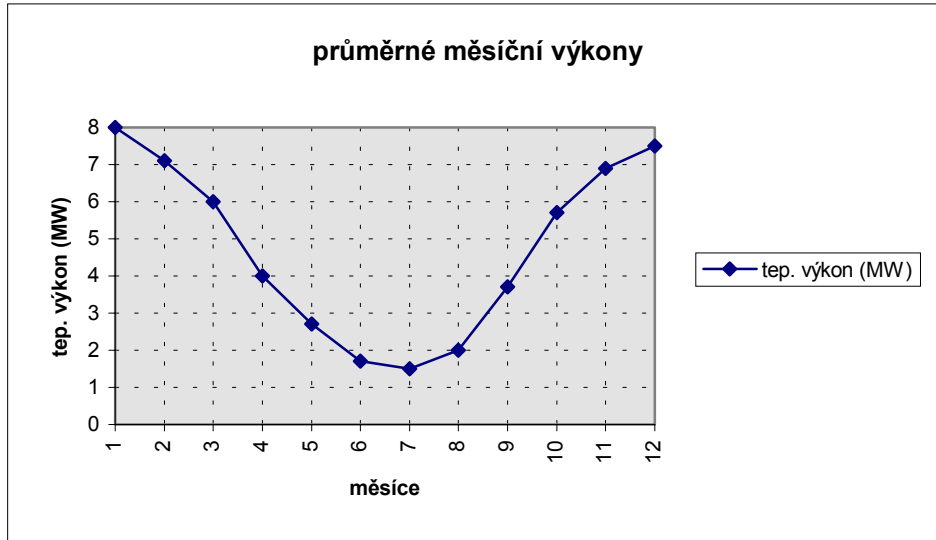
spotřeba el. energie

v porovnání s tepelným výkonem je velmi nízká, pouze pro provoz oběhových čerpadel a ostatních drobných spotřebičů

MALÁ VÝTOPNA S DODÁVKOU TEPLÉ VODY

Vstupní údaje

instalovaný tepelný výkon	13,6	MW
roční dodávka tepla	98	TJ/r
tepelný výkon max.	9,5	MW
min.	1,2	MW
elektrický příkon max.	0,1	MW
teplonosné medium	voda , 90/70 °C	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Teplo je ze zdroje dodáváno v teplé vodě, pokles tepelného výkonu v letním období je značný v důsledku dodávky tepla jen pro přípravu TUV
- 2/ Tepelný výkon zdroje je nízký, vlastní spotřeba el. energie zdroje je ještě řádově nižší

Návrh kogenerační jednotky :

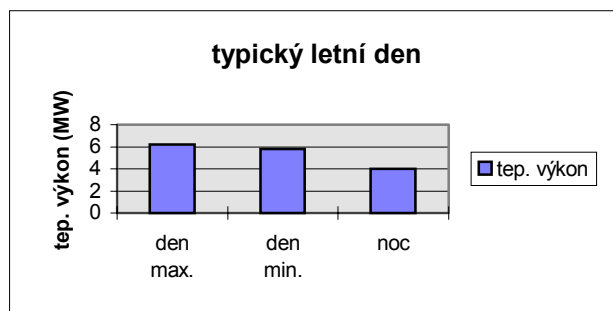
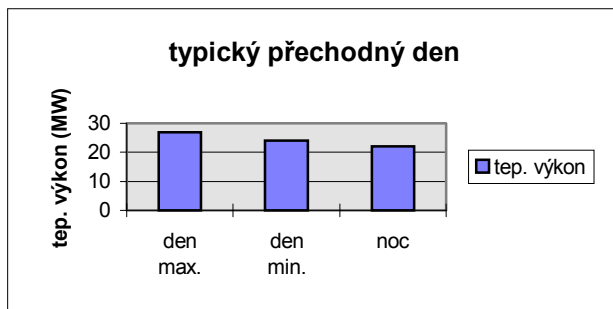
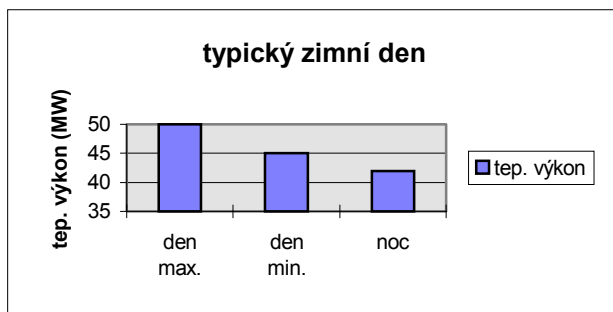
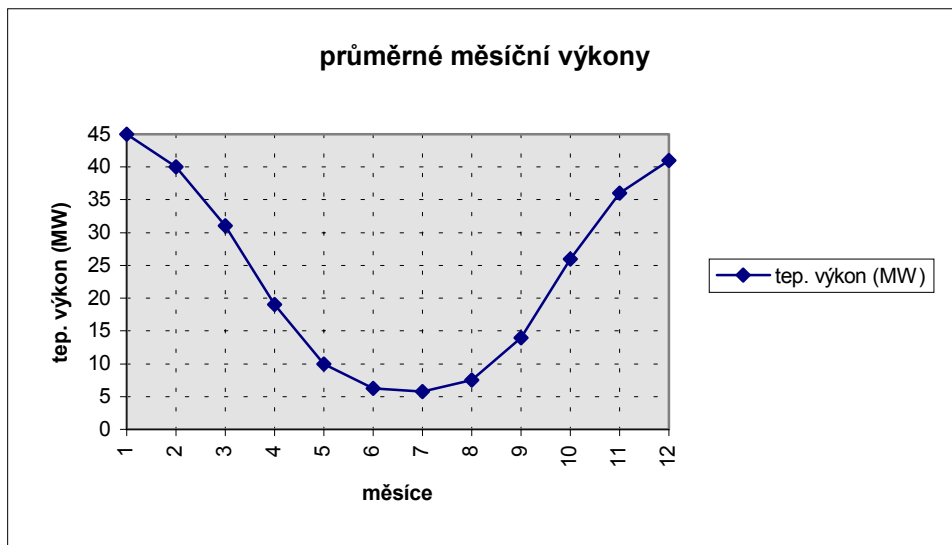
- 1/ Vzhledem k dodávce tepla v teplé vodě je možno instalovat kog. jednotku s plynovým motorem
- 2/ V důsledku velmi nízké vlastní spotřeby el. energie komplexu je kog. jednotka dimenzována dle průběhu odběru tepla, el. energie vyrobená v kog. jednotce bude využita převážně pro dodávku do sítě (kromě krytí vlastní spotřeby)
- 3/ Na základě ročního průběhu odběru tepla je možno doporučit kog. jednotku s jmenovitým tep. výkonem cca 2 MWt a odpovídajícím el. výkonem cca 1,5 MWe
- 4/ Provoz jednotky bude upřesněn po dohodě s lokální distribuční společností, která bude vykupovat vyrobenou el. energii, nejpravděpodobnější je provoz v době 6.00 - 22.00 (včetně víkendů) t.j. v období špičkového a vysokého tarifu el. energie
- 5/ V této době by byla jednotka provozována na jmenovitý výkon v zimním a přechodném období a na částečně redukováný výkon v letním období dle spotřeby tepla - vyrobené teplo bude tedy 100% využito
- 6/ Při tomto způsobu provozu jednotky by bylo dosaženo využití jejího jmenovitého výkonu vyšší než 5 000 h/rok
- 7/ Alternativně lze instalovat dvě kog. jednotky uvedeného výkonu o celkovém el. výkonu 3 MWe a tep. výkonu 4 MWt
- 8/ Provoz těchto jednotek se předpokládá také pouze v denní době, v zimním a přechodném období by byly provozovány obě jednotky současně, v letním období jen jedna jednotka

- 9/ Pro úplné využití vyrobeného tepla by přebytečné vyrobené teplo v denní době v přechodném a letním období bylo využito v noci - v tomto případě je nutno tedy ke dvěma kogeneračním jednotkám instalovat akumulátor tepla, pro dané bilanční podmínky by jeho objem činil cca 800 m³
- 10/ Za uvedených podmínek by se využití instalovaného výkonu dvou kog. jednotek snížilo na cca 4 500 h/rok - ovšem s podstatně vyšším podílem na dodávce tepla v porovnání s jednou kog. jednotkou
- 11/ Výběr z obou alternativ je možno provést až po ekonomické analýze dle podmínek pro výkupní cenu vyrobené el. energie

VELKÁ VÝTOPNA S DODÁVKOU HORKÉ VODY

Vstupní údaje

instalovaný tepelný výkon	75	MW
roční dodávka tepla	610	TJ/r
tepelný výkon max.	55	MW
min.	4,5	MW
el. příkon max.	0,5	MW
teplonosné medium	voda , 110/80 °C	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Teplo je ze zdroje dodáváno v horké vodě, pokles tepelného výkonu v letním období je značný v důsledku dodávky tepla jen pro přípravu TUV
- 2/ Tepelný výkon zdroje je střední, vlastní spotřeba el. energie zdroje je nízká

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k dodávce tepla v horké vodě je možno instalovat kog. jednotku s plynovým motorem
- 2/ V důsledku nízké vlastní spotřeby el. energie komplexu je kog. jednotka dimenzována dle průběhu odběru tepla, el. energie vyrobená v kog. jednotce bude využita převážně pro dodávku do sítě (kromě krytí vlastní spotřeby)
- 3/ Na základě ročního průběhu odběru tepla je možno doporučit kog. jednotku s jmenovitým tep. výkonem cca 6 MWt a odpovídajícím el. výkonem cca 5 MWe
- 4/ Provoz jednotky bude upřesněn po dohodě s lokální distribuční společností, která bude vykupovat vyrobenou el. energii, nejpravděpodobnější je provoz v době 6.00 - 22.00 (včetně víkendů) t.j. v období špičkového a vysokého tarifu el. energie
- 5/ V této době by byla jednotka provozována na jmenovitý výkon v zimním a přechodném období a na částečně redukováný výkon v letním období dle spotřeby tepla - vyrobené teplo by bylo tedy 100% využito, při tomto způsobu provozu jednotky by bylo dosaženo využití jejího jmenovitého výkonu cca 5 500 h/rok
- 6/ Alternativně lze instalovat dvě kog. jednotky uvedeného výkonu o celkovém el. výkonu 10 MWe a tep. výkonu 12 MWt
- 7/ Provoz těchto jednotek se předpokládá také pouze v denní době, v zimním a přechodném období by byly provozovány obě jednotky současně, v letním období jen jedna jednotka - vyrobené teplo by bylo opět zcela využito
- 8/ Za uvedených podmínek by se využití instalovaného výkonu dvou kog. jednotek snížilo na cca 4 500 h/rok - ovšem s podstatně vyšším podílem na dodávce tepla v porovnání s jednou kog. jednotkou

- 9/ Další alternativou by byla instalace tří těchto jednotek o celkovém el.výkonu 15 MWe a tep. výkonu 18 MWt s provozem všech tří jednotek současně v zimním a přechodném období (6.00 - 22.00) a v letním období jen dvou jednotek, navíc jen 10 hod/den (v období špičkového a vysokého tarifu el. energie)
- 10/ Pro úplné využití vyrobeného tepla by přebytečné vyrobené teplo v denní době v přechodném a letním období bylo využito v přechodném období v noci a v letním období v části dne a v noci - v tomto případě je nutno tedy ke kog. jednotkám instalovat akumulátor tepla, pro dané bilanční podmínky by jeho objem činil cca 2 000 m³
- 11/ Za uvedených podmínek by se využití instalovaného výkonu všech tří kog. jednotek snížilo jen na cca 3 800 h/rok - ovšem s vyšším podílem na dodávce tepla v porovnání s předchozím případem
- 12/ Výběr z navržených alternativ je možno provést až po ekonomické analýze dle podmínek pro výkupní cenu vyrobené el. energie -

II. PRŮMYSL

Spotřeba tepla a el. energie v různých typech průmyslových závodů z hlediska harmonogramu odběru obou druhů energií, poměru spotřeby tepla a el. energie a druhu a teploty teplotnosného media může nabývat nejrůznějších kombinací.

Volba druhu a hlavně dimenzování výkonu kog. jednotky je vždy zcela podřízena základnímu faktu - výroba jen takového množství el. energie, které závod v reálném čase dokáže spotřebovat protože finanční zhodnocení této el. energie je podstatně vyšší než v případě jejího prodeje do sítě. Pro zajištění příznivé ekonomie provozu kog. jednotky musí být současně v co nejvyšší míře využito i tepelného výkonu jednotky.

Dimenzování instalovaného výkonu kog. jednotek do průmyslových závodů je tedy kompromisem mezi oběma zmíněnými požadavky.

1.0 CHEMICKÝ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

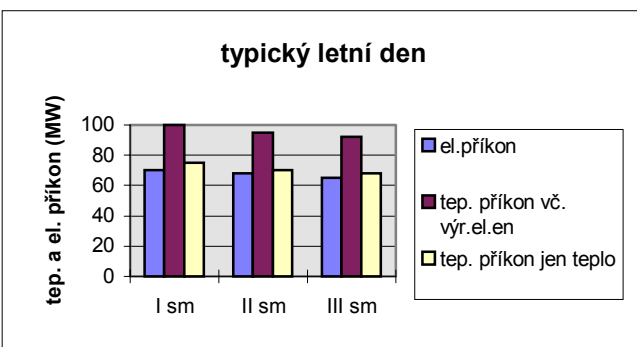
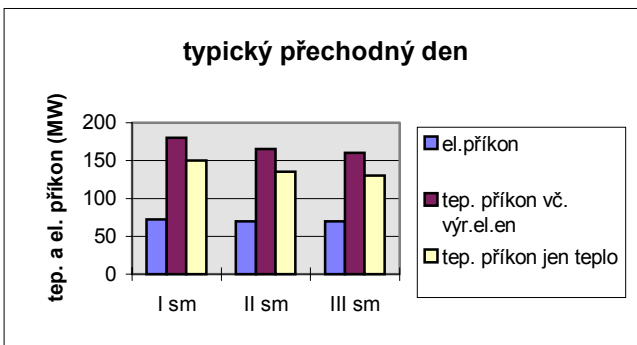
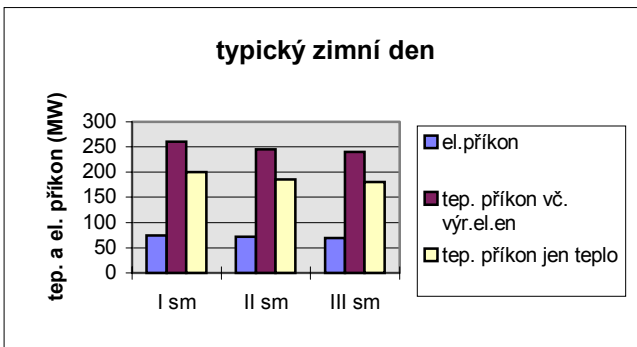
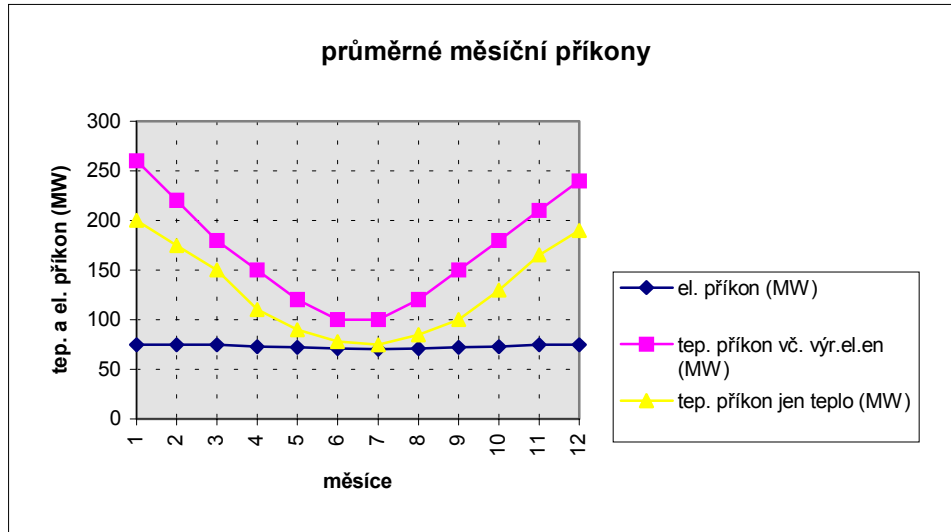
během dne vcelku rovnoměrný, během roku s nižším propadem v letním období v důsledku vysoké spotřeby tepla na technologii - obvykle na vyšší teplotní úrovni v páře, v některých případech je teplo dodáváno přímým spalováním paliva ve formě spalin - to umožňuje instalovat kog. jednotku s plynovou turbínou s přímým využitím spalin z turbíny (i když se jedná o kogeneraci odpadá nutnost instalace spalínového kotle)

odběr el. energie

během dne i roku vcelku rovnoměrný, poměr odběru el. energie k odběru tepla obvykle střední až vysoký

VELKÝ CHEMICKÝ ZÁVOD**Vstupní údaje**

instal. el. výkon		66	MW		
roční spotřeba tepla		4200	TJ/r		
el. energie		620	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	170	GWh/r		
	externí dodávka	550	GWh/r		
max. příkon	tepelný	260	MW		
	elektrický (z toho 30 MW int. zdroj)	80	MW		
min. příkon	tepelný	100	MW		
	elektrický (z toho 10 MW int. zdroj)	65	MW		
		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	75	72	70	MW
	léto	72	72	70	MW
teplonosné medium, teplota		zdroj		pára , 450-540°C	
		spotřebiče		pára , 200-300°C	
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				A 1, 1,5Kč/kWh	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s vysokou spotřebou tepla (v konečné spotřebě v páře) i el. energie (částečně kryta vlastní výrobou), vysoký podíl spotřeby el. energie vůči spotřebě tepla - vyšší průměrná cena el. en. indikuje vyšší podíl platby za maxima odběru tzn. méně vyrovnaný odběr el. energie
- 2/ Nízký pokles odběru tepla v letním období v důsledku výrazné technologické spotřeby tepla
- 3/ El. příkon závodu, který celodenně i celoročně činí přibližně 75 MW je hrazen v zimním období z cca 30 MW a v letním období z cca 10 MW vlastní výrobou el. energie (protitlaké a odběrové kondenzační turbíny) - ze sítě je nutno tedy dodávat el. výkon v zimě cca 45 MW a v létě cca 65 MW

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k vysokému tepelnému příkonu závodu v páře je možno instalovat pouze kogenerační jednotku s plynovou turbínou, která by spolupracovala se stávajícím parním zdrojem el. energie
- 2/ Je možno navrhnout kog. jednotku s plynovou turbínou o jmenovitém el. výkonu cca 35 MW (s přihlédnutím k výskytu minimálních odběrů vůči průměrným) a tepelném výkonu cca 45 MW - v zimním období by celkový el. výkon vlastního zdroje (kog. jednotka a parní soustrojí) činil cca 65 MW, v letním období cca 45 MW, roční využití takto dimenzované kog. jednotky by bylo více než 8 000 hodin se 100% využitím vyrobeného tepla - kog. jednotka by tvořila se stávajícími parními turbogenerátory paroplynovou jednotku
- 3/ Navržený výkon kog. jednotky je nutno podrobit ekonomické analýze jako kompromis mezi výrobou el. energie v kog. jednotce a stáv. turbosoustrojí - pára z kog. jednotky (přiváděná do turbosoustrojí společně s párou s kotlů pro jeho co nejvyšší výkon) bude dražší než pára ze stáv. kotlů spalující převážně uhlí, navíc zajištění vyšších parametrů páry z kog. jednotky pro možnost využití této páry v turbosoustrojí snižuje celkovou účinnost jednotky a vyžaduje instalaci přehřívacího hořáku pro zvýšení teploty spalin z plynové turbíny

- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

2.0 KERAMICKÝ A CEMENTÁRENSKÝ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne rovnoměrný ve všech třech směnách, nepodstatný pokles spotřeby v letním období, dominantní spotřeba tepla na technologii se specifickým znakem - teplo je dodáváno přímým spalováním paliva ve formě spalin jako sušící medium (keramické sušárny, cementářské rotační pece) - to umožňuje instalovat kog. jednotku se spalovací turbínou s přímým využitím spalin z turbíny pro sušení (i když se jedná o kogeneraci odpadá nutnost instalace spalinového kotle)

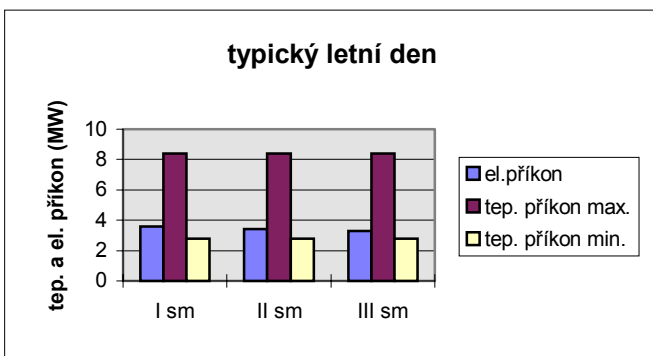
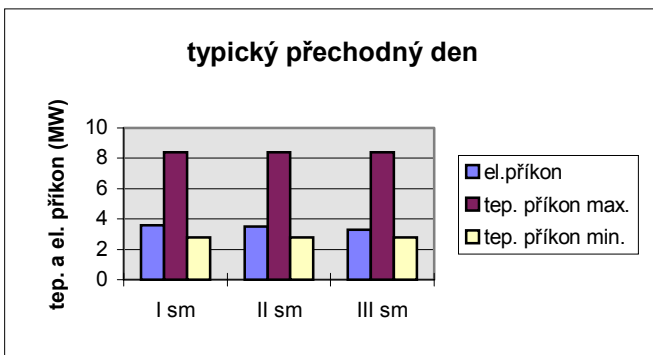
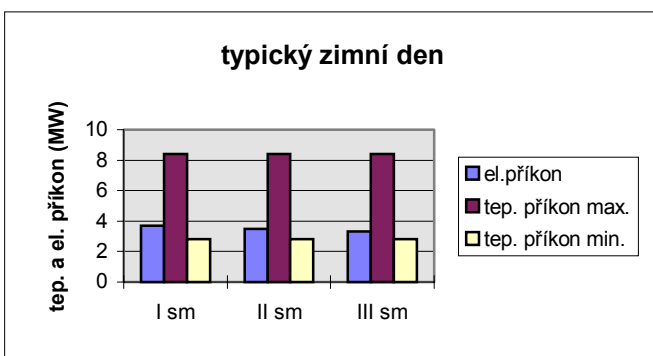
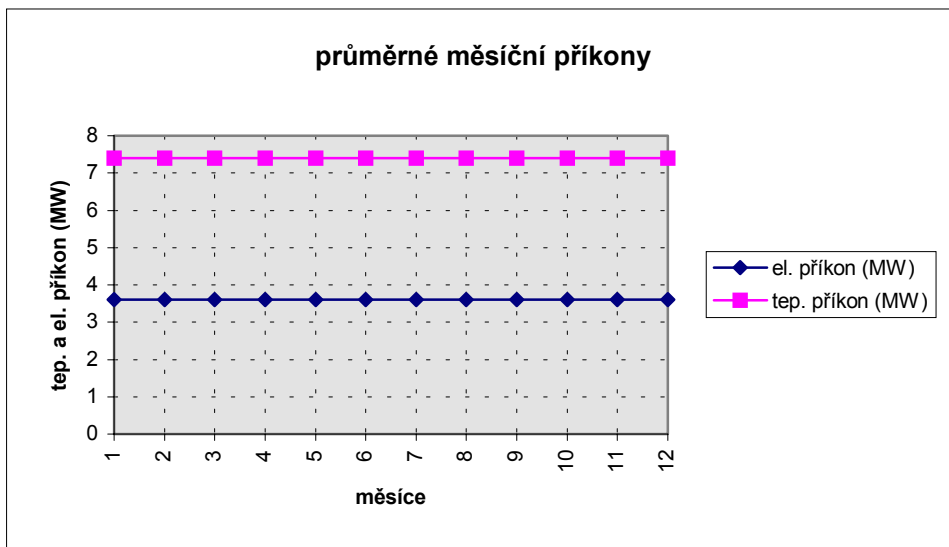
odběr el. energie

během dne i roku rovnoměrný, poměr odběru el. energie k odběru tepla vysoký

VELKÝ KERAMICKÝ ZÁVOD

Vstupní údaje

instal. el. výkon		0	MW		
roční spotřeba tepla		160	TJ/r		
	el. energie	18	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r		
	externí dodávka	18	GWh/r		
max. příkon	tepelný	8,4	MW		
	elektrický	3,7	MW		
min. příkon	tepelný	2,8	MW		
	elektrický	3,3	MW		
		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	3,7	3,5	3,3	MW
	léto	3,6	3,4	3,3	MW
teplonosné medium			spaliny přímo do sušáren		
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie			B1, 1,7 Kč/kWh		



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Uvedená tepelná bilance se týká spotřeby tepla v sušárnách kaolínu jako dominantní spotřeby tepla keramického závodu, bilance el. energie se týká celého závodu
- 2/ Teplo je do sušáren dodáváno ve formě směsi horkých spalin a vzduchu z plynových hořáků - uvedený tepelný příkon je odvozen z využitelné entalpie spalin
- 3/ Jednotlivé sušárny jsou provozovány střídavě tak, že je v provozu současně vždy několik sušáren - max. (8,4 MW) a min. (2,8MW) tepelný příkon odpovídá společnému provozu max. a min. počtu sušáren, vzhledem ke statistice provozu jednotlivých sušáren je průměrný (vážený) tep. příkon 7,4 MW

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k přímé spotřebě tepla v sušárnách ve formě spalin je možno navrhnout kog. jednotku s plynovou turbínou
- 2/ Kog. jednotka v tomto případě bude tvořena pouze soustrojím plynová turbína - el. generátor přičemž spaliny z turbíny budou přímo zavedeny do sušáren (ve spolupráci se stávajícími plynovými hořáky), pro možnost dodávky spalin do jakékoliv sušárny, která je právě v provozu bude však nutno instalovat relativně složité rozváděcí spalinové potrubí
- 3/ Vhodný el. výkon jednotky by byl cca 3 MWe, využitelný výkon ve spalinách cca 5,8 MWt, jednotka bude provozována nepřetržitě 24 hod. denně v pracovních dnech (6000 hod/rok), vzhledem ke kolísání počtu provozovaných sušáren bude teplo ve spalinách z této jednotky využito cca z 85%
- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

3.0 PAPIRENSKÝ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne rovnoměrný ve všech třech směnách, během roku s nižším propadem v letním období v důsledku vysoké spotřeby tepla na technologii - vždy na vyšší teplotní úrovni v páře

odběr el. energie

během dne i roku rovnoměrný, poměr odběru el. energie k odběru tepla obvykle střední až vyšší

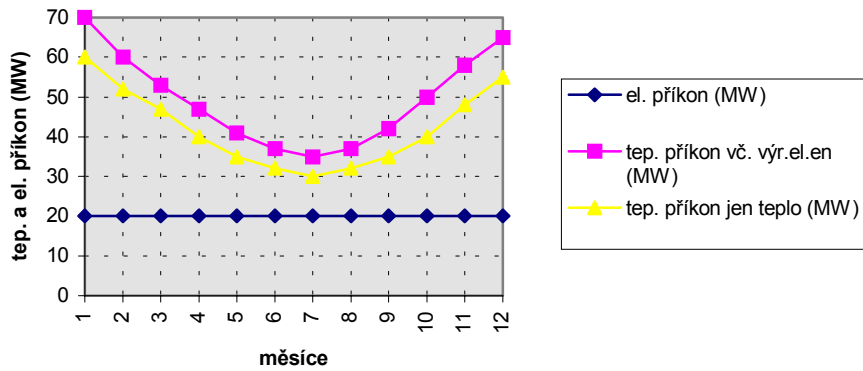
VELKÝ PAPIRENSKÝ ZÁVOD

Vstupní údaje

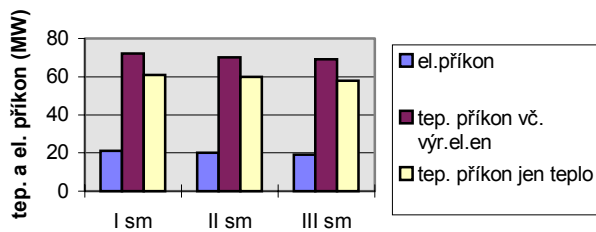
instal. el. výkon		24	MW		
roční spotřeba tepla		1400	TJ/r		
	el. energie	130	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	45	GWh/r		
	externí dodávka	85	GWh/r		
max. příkon	tepelný	70	MW		
	elektrický (z toho 9 MW int. zdroj)	23	MW		
min. příkon	tepelný	35	MW		
	elektrický (z toho 3 MW int. zdroj)	18	MW		
		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	21	20	19	MW
	léto	20	19	18	MW
teplonosné medium, teplota		zdroj	pára	470 °C	
		spotřebiče	pára,	150 - 200 °C	

sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie B1 , 1,35 Kč/kWh

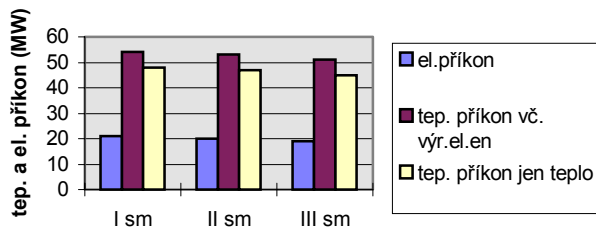
průměrné měsíční příkony



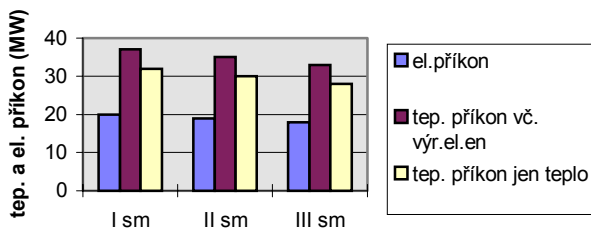
typický zimní den



typický přechodný den



typický letní den



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s vysokou spotřebou tepla (v konečné spotřebě v páře) i el. energie (částečně kryta vlastní výrobou), vysoký podíl spotřeby el. energie vůči spotřebě tepla, odběr el. energie bez podstatných výkyvů jak je patrné z nízké průměrné ceny el. en.
(nízký vliv maxim odběru)
- 2/ Nízký pokles odběru tepla v letním období v důsledku výrazné technologické spotřeby
- 3/ El. příkon závodu, který celodenně i celoročně činí přibližně 20 MW je hrazen v zimním období z cca 5 - 9 MW a v letním období z cca 2 - 5 MW (dle okamžitého odběru tepla závodem) vlastní výrobou el. energie - ze sítě je nutno tedy dodávat el. výkon v zimě cca 11 - 15 MW a v létě cca 15 - 18 MW

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k vysokému tepelnému příkonu i v letním období je možno doporučit kogenerační jednotku s plynovou turbínou (nutná dodávka páry) spolupracující se stávajícími parními turbogenerátory
- 2/ Je možno navrhnout kog. jednotku s plyn. turbínou o jmenovitém el. výkonu cca 10 MW a tepelném výkonu cca 13 MW - v zimním období by celkový el. výkon vlastního zdroje činil cca 15 - 19 MW, v letním období cca 12 - 15 MW, roční využití takto dimenzované kog. jednotky by bylo více než 8 000 hodin - kog. jednotka by tvořila se stávajícími parními turbogenerátory paroplynovou jednotku
- 3/ Navržený výkon kog. jednotky je nutno podrobit ekonomické analýze jako kompromis mezi výrobou el. energie v kog. jednotce a stáv. turbosoustrojím - pára z kog. jednotky (přiváděná do turbosoustrojím společně s párou s kotlů pro jeho co nejvyšší výkon) bude dražší než pára ze stáv. kotlů spalující převážně uhlí, navíc zvyšování parametrů páry z kog. jednotky pro možnost jejího využití v turbosoustrojím snižuje její celkovou účinnost a vyžaduje instalaci přehřívacího hořák pro zvýšení teploty spalin z plynové turbíny
- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

4.0 TEXTILNÍ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

závisí na charakteru závodu - úpravna, tkalcovna, pletárna nebo jejich kombinace, úpravny mají během dne odběr nárazový v I. a II. směně s výrazným poklesem ve III. směně (dvousměnný provoz), během roku s méně výrazným poklesem v letním období v důsledku vysokého podílu technologické spotřeby (pára)

pletárny a tkalcovny (dvousměnný provoz) mají průběh během dne rovnoměrnější, během roku s výraznějším poklesem v letním období

odběr el. energie

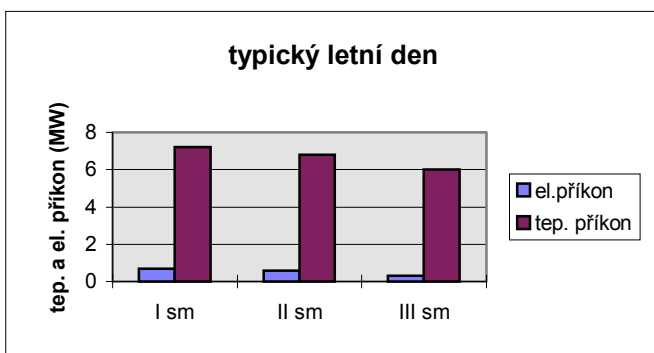
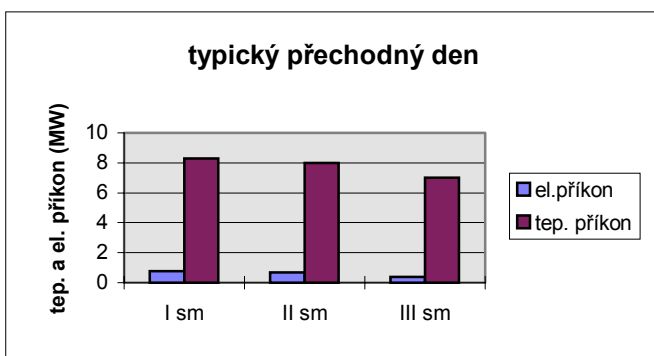
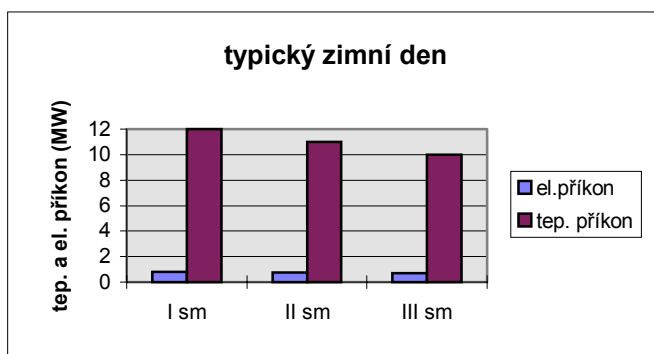
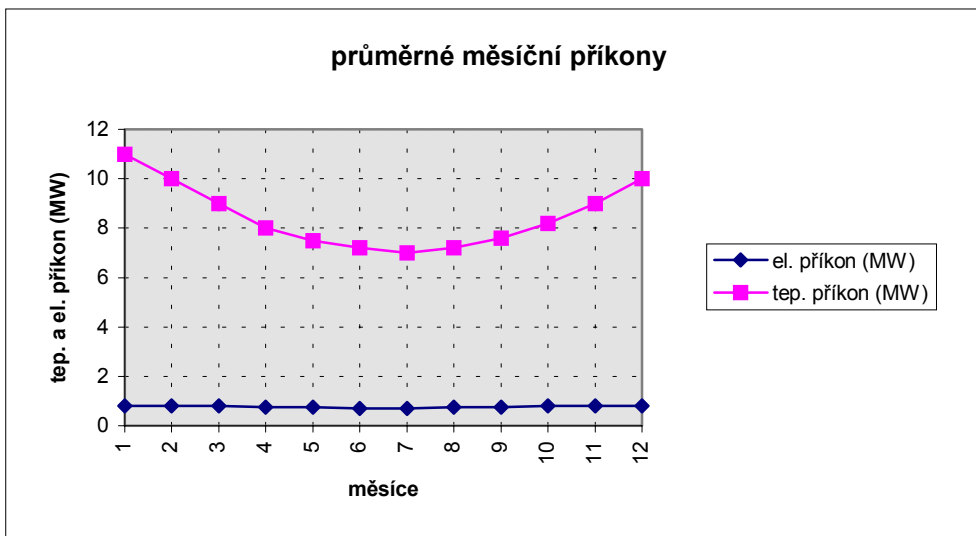
úpravny během dne s částečným poklesem ve II. směně a výrazným ve III. směně, během roku částečný pokles v letním období, poměr odběru el. energie k odběru tepla nízký

tkalcovny a pletárny během dne s výraznějším poklesem ve II. a III. směně, během roku částečný pokles v letním období, poměr odběru el. energie k odběru tepla střední

STŘEDNÍ ÚPRAVNA

Vstupní údaje

instal. el. výkon		0		MW
roční spotřeba tepla		94		TJ/r
	el. energie	3,3		GWh/r
		z toho	z vlastního zdroje	0
			externí dodávka	3,3
				GWh/r
max. příkon	tepelný	12		MW
	elektrický	1,1		MW
min. příkon	tepelný	7		MW
	elektrický	0,3		MW
		I. sm	II. sm	III. sm
odběr el. en.	zima	0,8	0,7	0,4
	léto	0,7	0,6	0,3
teplonosné médium, teplota			zdroj	pára , 200 °C
			spotřebiče	pára , 150 - 170°C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B2 , 1,9 Kč/kWh



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s nízkým poklesem spotřeby tepla v letním období v důsledku vysoké technologické spotřeby tepla, spotřeba tepla v páře
- 2/ Nízký el. příkon, s výrazným poklesem ve třetí směně v důsledku dvousměnného provozu
- 3/ Vyšší průměrná cena el. energie tzn. vyšší podíl maxim odběru el. energie a tedy nerovnoměrný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ V důsledku nízkého el. příkonu závodu je možno instalovat pouze kogenerační jednotku s plynovým motorem a s dodávkou tepla v teplé nebo horké vodě
- 2/ Podmínkou instalace této kog. jednotky je tedy možnost využití jejího tepelného výkonu na tomto mediu, vzhledem k požadavku dodávky tepla pro technologii v páře je možno tepelný výkon kog. jednotky využít pouze pro vytápění a přípravu TUV, pokud je parní je nutno je tedy rekonstruovat na teplovodní
- 3/ Po splnění této podmínky je možno navrhnout kog. jednotku s el. výkonem cca 0,4 MWe a tep. výkonem cca 0,55 MWt provozovanou v I. a II. směně v zimním a přechodném období, v letním období provozovanou jen v I. sm.
- 4/ Využití instalovaného výkonu jednotky při takto navrženém provozu by bylo cca 3 500 hod/rok, využití vyrobeného tepla v kog. jednotce pro vytápění a TUV by bylo cca 90% - případně by bylo možno pro vyšší využití instalovat akumulaci nádrží pro přípravu TUV v letním období
- 5/ Spotřeba el. energie ve III. směně je tak nízká, že při navrženém provozu jednotky je možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum (1 MW) o instalovaný el. výkon kog. jednotky (0,4 MW) bez rizika, že při odstavení jednotky z provozu ve III. směně budou snižená maxima překročena

VELKÁ PLETÁRNA**Vstupní údaje**

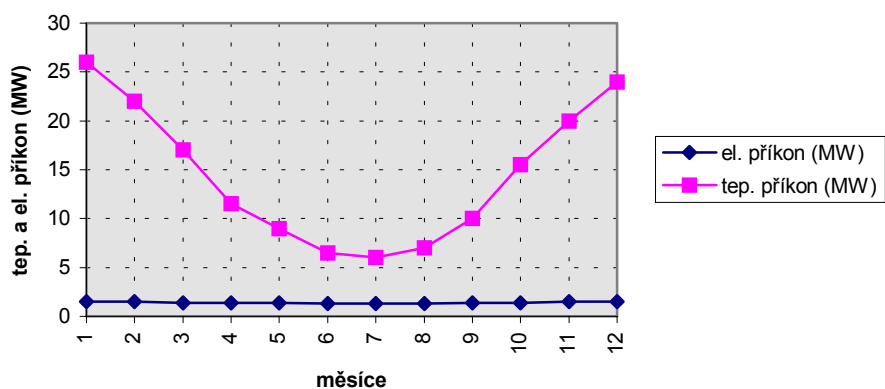
instal. el. výkon		0	MW
roční spotřeba tepla		250	TJ/r
	el. energie	5,8	GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r
	externí dodávka	5,8	GWh/r
max. příkon	tepelný	36	MW
	elektrický	1,5	MW
min. příkon	tepelný	6	MW
	elektrický	0,3	MW

		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	1,5	0,8	0,5	MW
	léto	1,2	0,6	0,3	MW

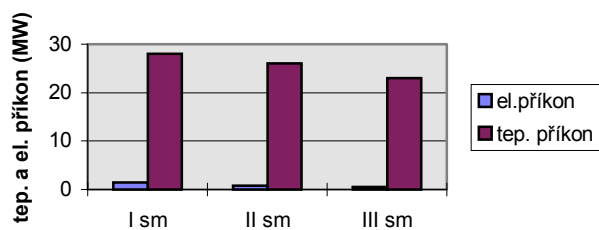
teplonosné medium, teplota	zdroj	pára , 220 °C
	spotřebiče	pára 150°C, voda 90°C

sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie	B2 , 1,9 Kč/kWh
---	-----------------

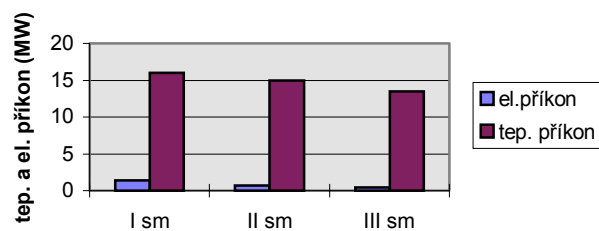
průměrné měsíční příkony



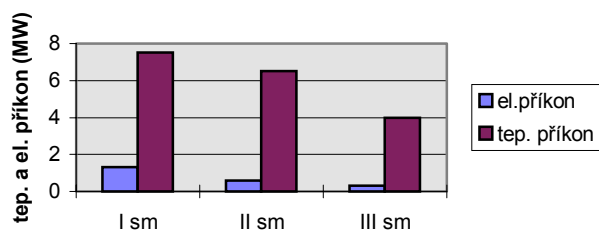
typický zimní den



typický přechodný den



typický letní den



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s vysokým poklesem spotřeby tepla v letním období v důsledku velmi nízké technologické spotřeby tepla, spotřeba tepla pro vytápění v teplé vodě
- 2/ Nízký el. příkon, s výrazným poklesem ve třetí směně v důsledku dvousměnného provozu
- 3/ Vyšší průměrná cena el. energie tzn. vyšší podíl maxim odběru el. energie a tedy nerovnoměrný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ V důsledku nízkého el. příkonu závodu je možno instalovat pouze kogenerační jednotku s plynovým motorem a s dodávkou tepla v teplé vodě
- 2/ Protože vytápění závodu je teplovodní je tedy možno využít tepelný výkon jednotky bez problémů
- 3/ Vzhledem k velmi nízkému odběru el. energie ve III. směně je možno navrhnout kog. jednotku s el. výkonem cca 0,6 MWe a tep. výkonem cca 0,85 MWt provozovanou celoročně jen v I. a II. směně
- 4/ Využití instalovaného výkonu jednotky při takto navrženém provozu by bylo cca 4 000 hod/rok, využití vyrobeného tepla v kog. jednotce pro vytápění a TUV by bylo 100%
- 5/ Spotřeba el. energie ve III. směně je tak nízká, že při navrženém provozu jednotky je možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum o instalovaný el. výkon kog. jednotky (0,6 MW) bez rizika, že při odstavení jednotky z provozu ve III. směně budou snížená maxima překročena

5.0 PLASTIKÁŘSKÝ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne částečný pokles v II. a III. směně, během roku s vyšším až nižším propadem v letním období dle spotřeby tepla na technologii - obvykle na vyšší teplotní úrovni v páře

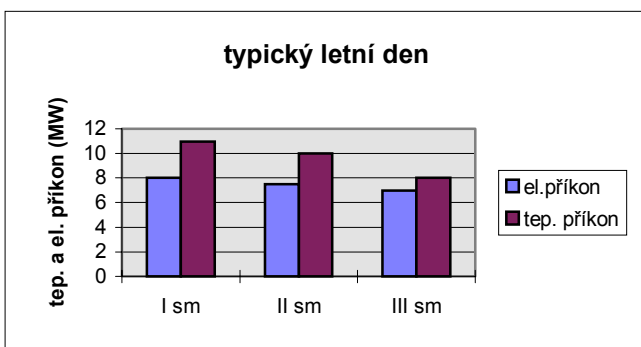
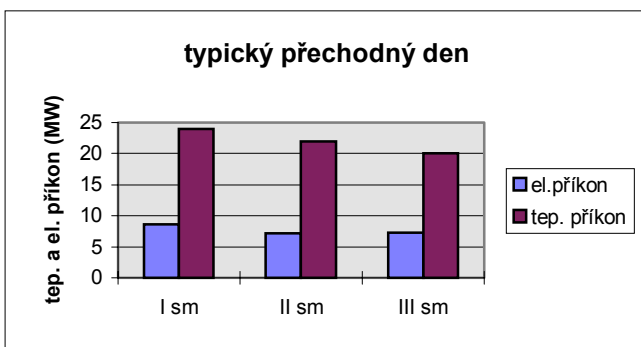
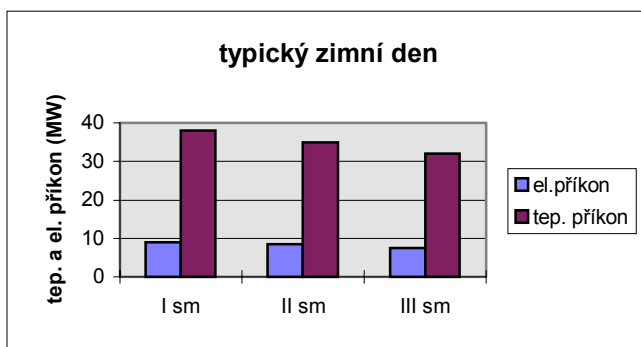
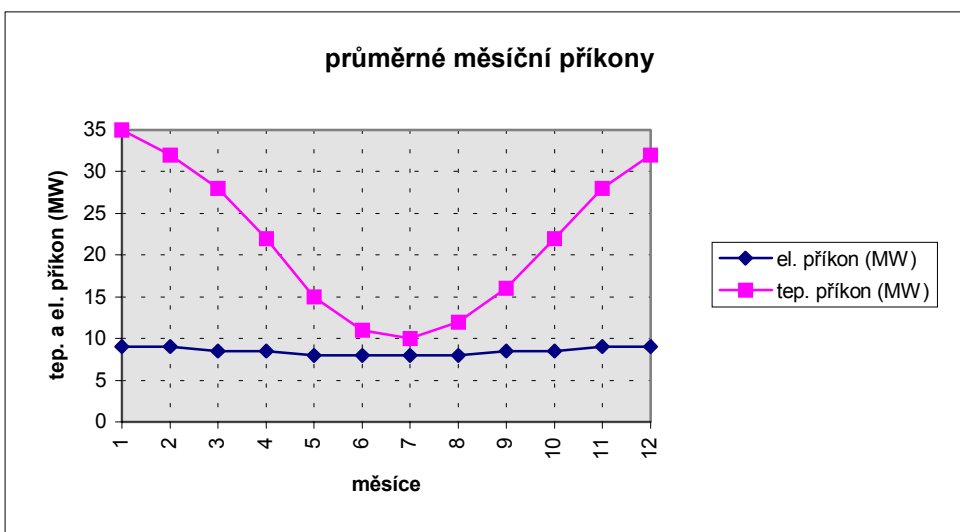
odběr el. energie

během dne částečný pokles v II. a III. směně, poměr odběru el. energie k odběru tepla obvykle vysoký

VELKÝ PLASTIKÁŘSKÝ ZÁVOD

Vstupní údaje

instal. el. výkon		2,5	MW		
roční spotřeba tepla		740	TJ/r		
	el. energie	43,6	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	10	GWh/r		
	externí dodávka	33,6	GWh/r		
max. příkon	tepelný	46	MW		
	elektrický	9,5	MW		
min. příkon	tepelný	8	MW		
	elektrický	6,5	MW		
		I. sm	II. sm	III.sm	
odběr el. en.	zima	9	8,5	7,5	MW
	léto	8	7,5	7	MW
teplonosné medium, teplota			zdroj	pára 450°C	
			spotřebiče	pára 260°C, 190°C	
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				A1 , 1,2 Kč/kWh	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

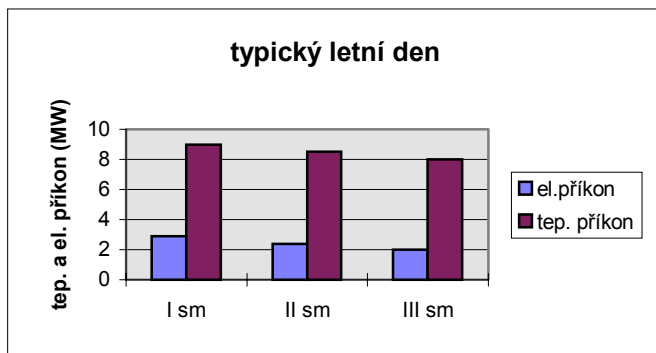
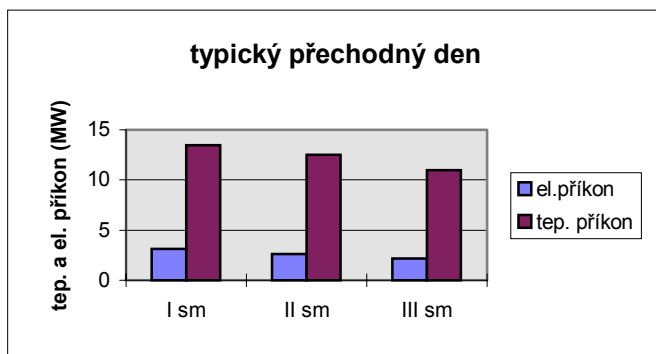
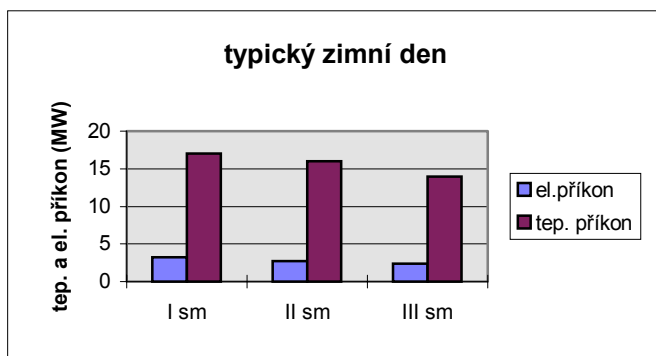
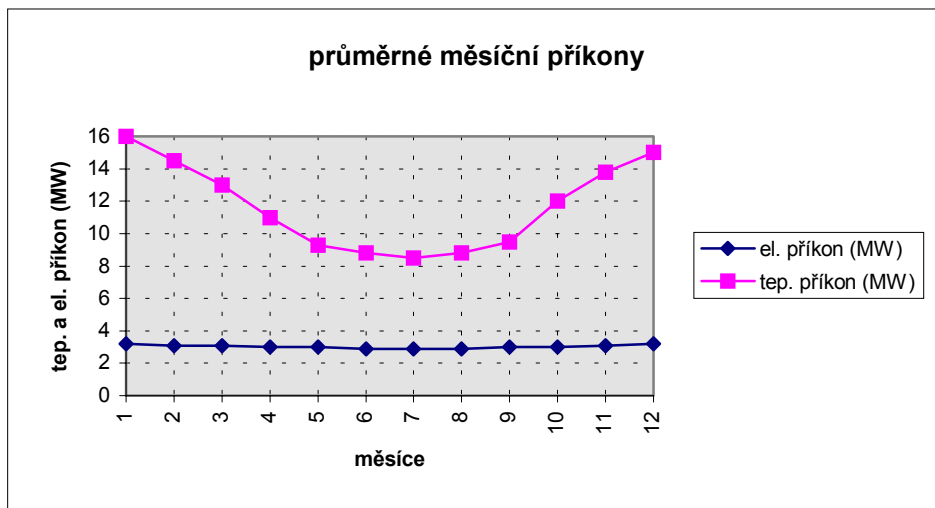
- 1/ Závod s vyšším poklesem spotřeby tepla v letním období v důsledku nižší technologické spotřeby tepla
- 2/ Závod má spotřebu tepla v technologické páře o teplotě 260°C, parní jsou též rozvody pro vytápění (190°C) a i některé vytápěcí systémy
- 3/ Vyšší a relativně vyrovnaný odběr el. energie během dne (třísměnný provoz) i během roku krytý částečně vlastním zdrojem el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k vyššímu odběru el. energie a spotřebě tepla převážně v páře je možno instalovat kogenerační jednotku s plynovou turbínou
- 2/ Možno navrhnout kog. jednotku o el. výkonu cca 5,5 MWe a tep. výkonu cca 7,5 MWt, jednotka by spolupracovala se stávající protitlakou turbínou 2,5 MWe, s kterou by tvořila paroplynové zařízení
- 3/ Kog. jednotka by byla provozována celoročně (cca 8000 hod/rok) s případným částečným nevyužitím vyrobeného tepla v letním období - celkové využití tepla vyšší než 90%
- 4/ Provoz protitlaké turbíny je řízen dle odběru tepla v závodu - cca 4000 hod/rok (zimní a přechodné období), závod vyrábí teplo v plynových kotlích tzn. pára z kog. jednotky pro protitlakou turbínu je generována ze stejného paliva a náhrada páry z kotlů parou z jednotky se neprojeví negativně na ekonomii provozu soustrojí s protitlakou turbínou
- 5/ Pro dodávku páry 450°C pro protitlakou turbínu je nutno do kog. jednotky instalovat přehřívací plynový hořák pro zvýšení teploty spalin za plynovou turbínou na cca 800 - 900°C, tepelný výkon kog. jednotky vzroste z původních 7,5 MWt (provoz v letním období bez přehřívacího hořáku) na cca 15 - 17 MWt (přechodné a zimní období s provozem hořáku)
- 6/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

STŘEDNÍ PLASTIKÁŘSKÝ ZÁVOD**Vstupní údaje**

instal. el. výkon		0		MW
roční spotřeba tepla		210		TJ/r
	el. energie	12		GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0		GWh/r
	externí dodávka	12		GWh/r
max. příkon	tepelný	20		MW
	elektrický	3,4		MW
min. příkon	tepelný	8,6		MW
	elektrický	1,8		MW
		I. sm	II. sm	III.sm
odběr el. en.	zima	3,2	2,7	2,4 MW
	léto	2,9	2,4	2 MW
teplonosné medium, teplota			zdroj	pára 250°C
			spotřebiče	pára 200°C, voda 90°C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B1 , 1,7 Kč/kWh



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s nižším poklesem spotřeby tepla v letním období v důsledku vyšší technologické spotřeby tepla
- 2/ Závod má spotřebu tepla v technologické páře i v teplé vodě pro vytápění (výměníky pára - voda na vytápěných objektech)
- 3/ Střední a relativně vyrovnaný odběr el. energie během dne (třisměnný provoz) i během roku
- 4/ Vyšší průměrná cena el. energie tzn. vyšší podíl maxim odběru el. energie a tedy částečně nerovnoměrný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k významnému odběru el. výkonu i ve III. směně je možno doporučit kog. jednotku s el. výkonem cca 1,8 MWe a tep. výkonem cca 2,3 MWt
- 2/ S tímto výkonem lze uvažovat pouze kog. jednotku s plynovým motorem a tedy s dodávkou tepla v teplé vodě - pro vytápění a přípravu TUV
- 3/ Kog. jednotku o navrženém výkonu by bylo možno provozovat vzhledem k odběru tepla pro vytápění a TUV jen v zimním a přechodném období ve všech třech směnách t.j. s využitím instalovaného výkonu cca 4 500 h/rok s téměř 100% využitím vyrobeného tepla
- 4/ Podmínkou využití tepla je ovšem instalace teplovodních rozvodů mezi kog. jednotkou a vytápěnými objekty
- 5/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky v měsících kdy bude provozována čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne nižší ve II. směně a III. směně, během roku s vysokým propadem v letním období v důsledku nízké nebo nulové spotřeby tepla na technologii

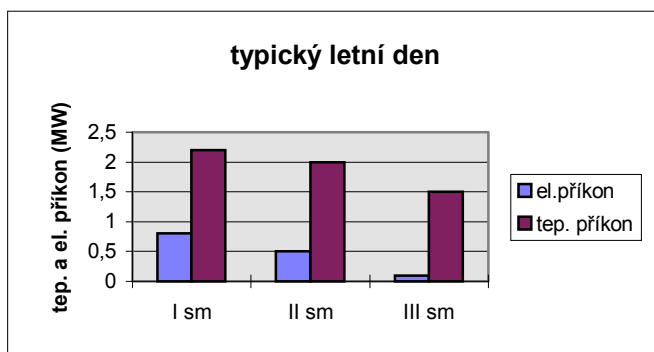
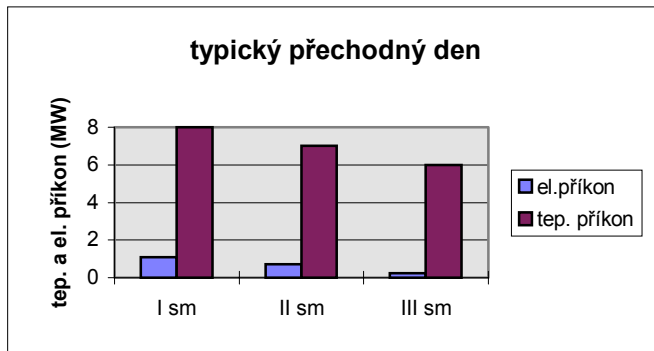
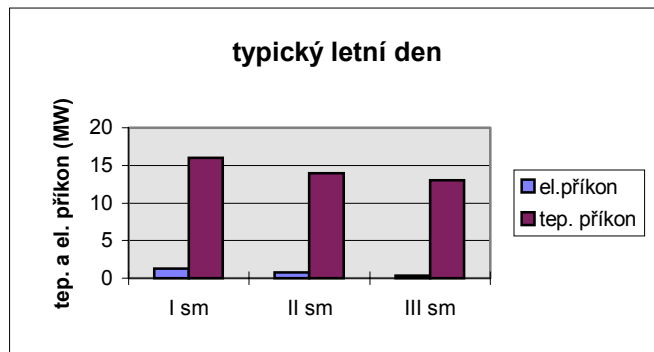
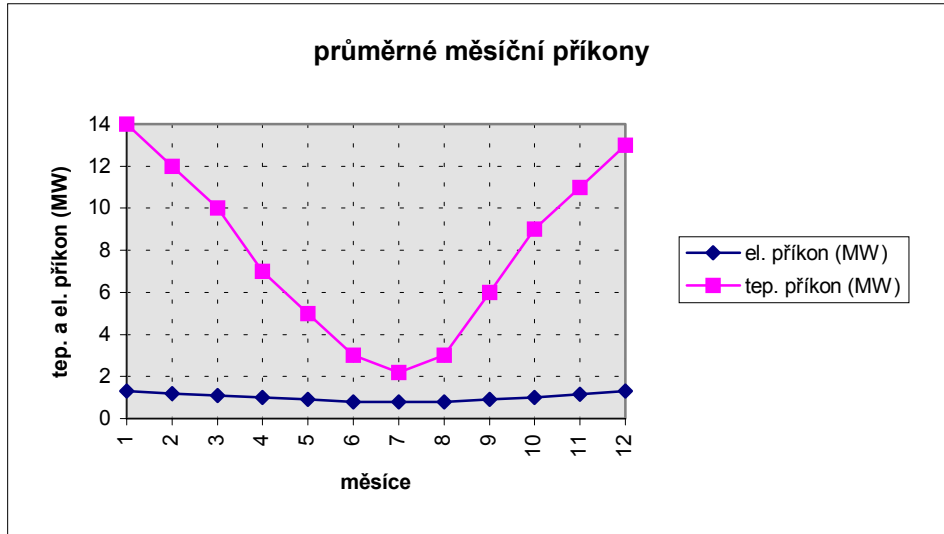
odběr el. energie

během dne s poklesem ve II. a III. směně (u dvousměnného provozu velmi výrazným), během roku s nižším až výrazným poklesem v letním období, poměr odběru el. energie k odběru tepla od nízkého až po vysoký

STŘEDNÍ ZÁVOD S NÍZKOU SPOTŘEBOU EL. ENERGIE

Vstupní údaje

instal. el. výkon		0	MW		
roční spotřeba tepla		67	TJ/r		
	el. energie	3,7	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r		
	externí dodávka	3,7	GWh/r		
max. příkon	tepelný	21	MW		
	elektrický	1,6	MW		
min. příkon	tepelný	2,2	MW		
	elektrický	0,05	MW		
		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	1,3	0,8	0,3	MW
	léto	0,8	0,5	0,1	MW
teplonosné medium, teplota		zdroj		pára , 250 °C	
		spotřebiče		voda 90/70 °C	
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B1 , 2,5 Kč/kWh	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s velmi výrazným poklesem spotřeby tepla v letním období v důsledku nulové technologické spotřeby tepla, teplovodní vytápění s parními rozvody a výměníky pára/voda na objektech
- 2/ Nízký el. příkon, navíc se značným poklesem ve II. směně a zcela nepatrným odběrem ve III. směně (dvousměnný provoz)
- 4/ Vysoká průměrná cena el. energie v dané sazbě, značný podíl maxim odběru tzn. značně nevyrovnaný odběr el. energie

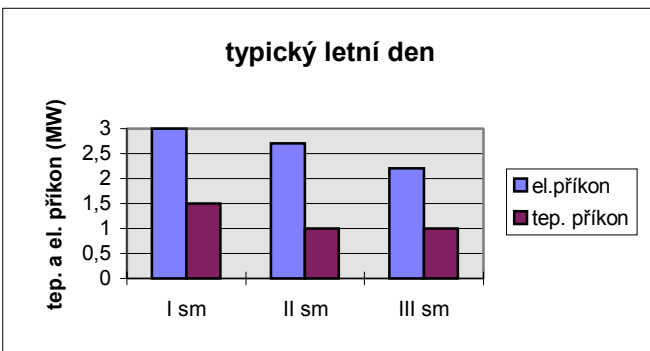
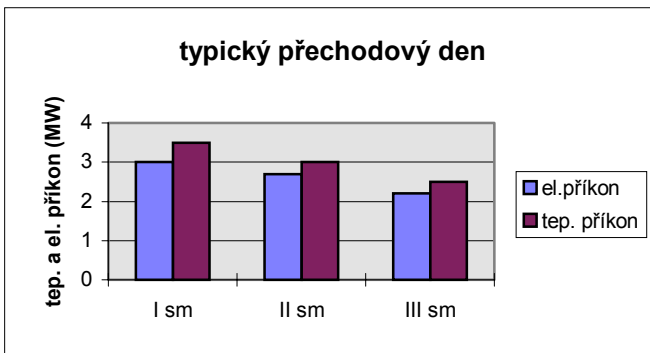
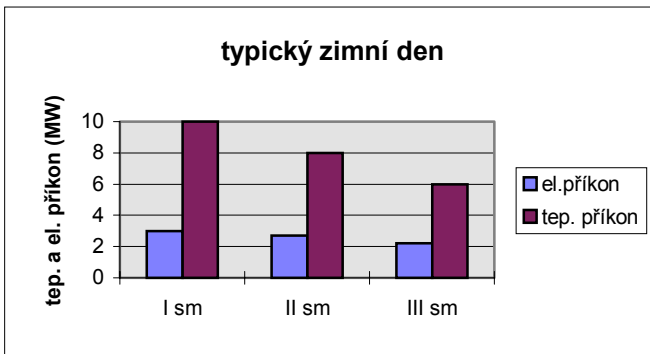
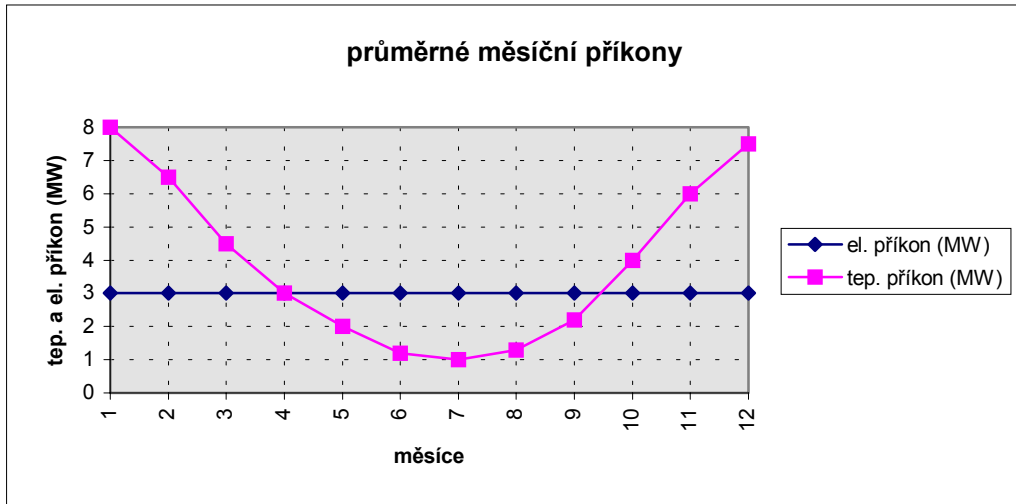
Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k poklesu odběru el. výkonu ve II. směně je možno doporučit kog. jednotku s el. výkonem cca 0,7 MWe a tep. výkonem cca 0,9 MWt
- 2/ S tímto výkonem lze uvažovat pouze kog. jednotku s plynovým motorem a tedy s dodávkou tepla v teplé vodě - pro vytápění a přípravu TUV
- 3/ Podmínkou využití tepla z jednotky je ovšem instalace teplovodních rozvodů mezi kog. jednotkou a vytápěnými objekty
- 4/ Kog. jednotku o navrženém výkonu by bylo možno provozovat v I. a II. směně celoročně (v letním období na redukováný výkon), tomuto provozu odpovídá využití instalovaného výkonu cca 4000 h/rok, vyrobené teplo by bylo téměř 100% využito
- 5/ Spotřeba el. energie ve III. směně je tak nízká, že při navrženém provozu jednotky je možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum o instalovaný el. výkon kog. jednotky (0,7 MW) bez rizika, že při odstavení jednotky z provozu ve III. směně budou snižená maxima překročena

STŘEDNÍ ZÁVOD S VYSOKOU SPOTŘEBOU EL. ENERGIE

Vstupní údaje

instal. el. výkon		0	MW
roční spotřeba tepla		88	TJ/r
	el. energie	14,8	GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r
	externí dodávka	14,8	GWh/r
max. příkon	tepelný	12	MW
	elektrický	3	MW
min. příkon	tepelný	1	MW
	elektrický	2	MW
		I. sm	II. sm
odběr el. en.	zima	3	2,7
	léto	3	2,7
teplonosné medium, teplota		zdroj	horká voda , 120 °C
		spotřebiče	voda 120 °C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie			B2 , 1,7 Kč/kWh



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s výrazným poklesem spotřeby tepla v letním období - bez technologické spotřeby tepla, dodávka tepla pro vytápění a TUV ve vodě 120/80°C
- 2/ Vyšší odběr el. energie, nižší pokles odběru ve II. a III. směně, stejný odběr v zimním i letním období
- 3/ Vyšší průměrná cena el. energie tzn. vyšší podíl maxim odběru a tedy méně rovnoměrný odběr

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem ke spotřebě tepla v závodě v horké vodě 120/80°C jen na vytápění a přípravu TUV je možno instalovat kog. jednotku s plynovým motorem s výstupem tepla v horké vodě o uvedených parametrech
- 2/ Je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 2,0 MWe a tep. výkonu cca 2,5 MWt provozovanou celodenně (tři směny) v zimním a přechodném období
- 3/ Využití instalovaného výkonu kog. jednotky by při navrženém provozu bylo cca 4 500 h/rok, využití vyrobeného tepla cca z 80%
- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky v měsících kdy bude jednotka provozována čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

VELKÝ STROJÍRENSKO - HUTNÍ ZÁVOD

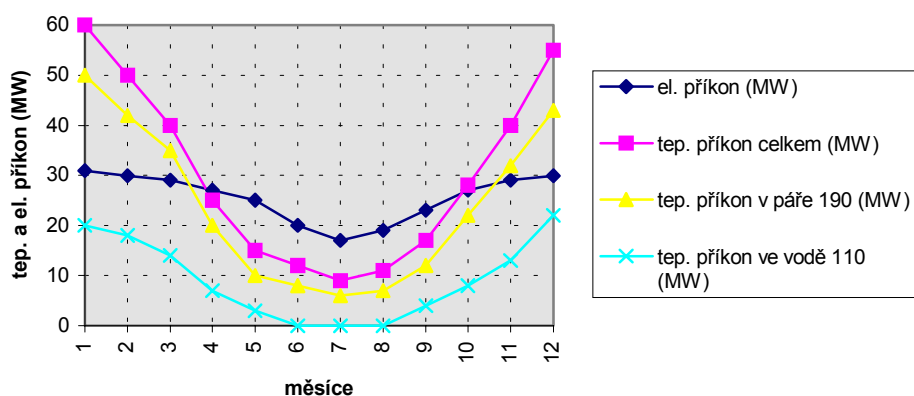
Vstupní údaje

instal. el. výkon		0		MW
roční spotřeba tepla		930		TJ/r
	el. energie	180		GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0		GWh/r
	externí dodávka	180		GWh/r
max. příkon	tepelný	70		MW
	elektrický	31		MW
min. příkon	tepelný	9		MW
	elektrický	10		MW
		I. sm	II. sm	III.sm
odběr el. en.	zima	31	27	24 MW
	léto	17	13	11 MW
teplonosné médium, teplota		zdroj		pára , 450 °C
		spotřebiče		pára 270°C a 190°C, voda 110/70°C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				A1 , 1,3 Kč/kWh

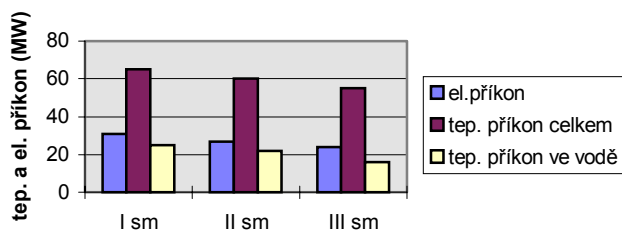
Pozn.:

V diagramu měsíčních příkonů na následující straně jsou tepelné příkony na jednotlivých mediích platné pro jejich výrobu (pro možnost posouzení pokrytí těchto příkonů kog. jednotkou), tzn. že „tep. příkon celkem“ není součtem příkonu v páře 190°C a vodě 110°C neboť horká voda je generována z páry

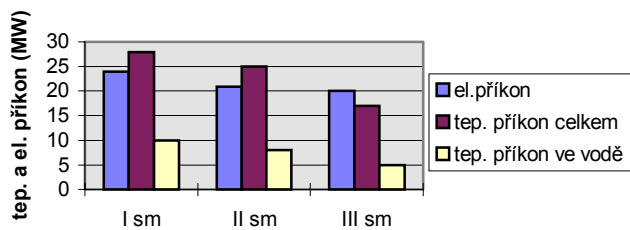
průměrné měsíční příkony



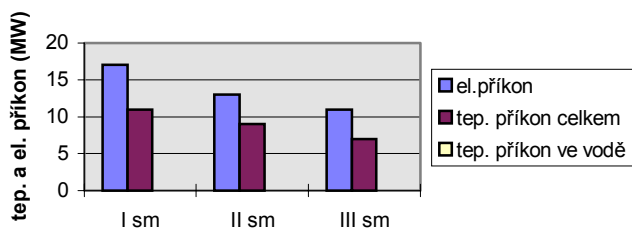
typický zimní den



typický přechodový den



typický letní den



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod je charakterisován velmi značným propadem spotřeby tepla v letním období v důsledku velmi nízké technologické spotřeby tepla a velmi vysokým podílem spotřeby el. energie vůči spotřebě tepla
- 2/ Teplo ze zdroje je dodáváno v páře 450°C (dříve provozovaná parní turbína), spotřeba tepla je však v páře o teplotě 270°C a 190°C a v horké vodě 110/70°C, průměrná cena el. energie 1,3 Kč/kWh, cena zemního plynu 4,0 Kč/m³

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Na základě uvedených a dalších doplňujících údajů byla analyzována instalace kog. jednotky :
 - a/ s plynovou turbínou o el. výkonu cca 10 MWe a tep. výkonu cca 13 MWt s dodávkou tepla v páře 1,5 MPa, 270°C
kog. jednotka by byla provozována celoročně t.j. více než 8 000 h/rok s cca 90% využitím vyrobeného tepla
 - b/ s plynovým motorem o celkovém el. výkonu cca 13,5 MWe a celkovém tepelném výkonu cca 15 MWt (tři jednotky po 4,5 MWe a 5 MWt) s dodávkou tepla v páře 0,4 MPa, 190°C a teplé vodě 90/70°C, která bude dohřáta na 110°C stávajícím zdrojem tepla
kog. jednotka by byla provozována také celoročně s cca 75% využitím vyrobeného tepla
- 2/ V důsledku podstatně vyšší elektrické účinnosti kog. jednotek s motory (41%) oproti kog. jednotce s turbínou (32%) a nižších investičních nákladů by byla na základě analýzy ekonomie provozu jednotek s motory příznivější i přes nižší využití vyrobeného tepla

3/ Provoz tří kog. jednotek s plynovými motory by zajistil :

výrobu el. energie	113,4 GWh/r
výrobu využitelného tepla	346 TJ/r
při spotřebě zemního plynu	29,3 mil. m ³ /r
celkových investičních nákladech	215 mil. Kč
a prosté návratnosti investic	6,2 roku

7.0 PIVOVARNICKÝ PRŮMYSL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne nevýrazný pokles v II. a III. směně, během roku s velmi nízkým propadem v letním období v důsledku vysoké spotřeby tepla na technologii - obvykle na vyšší teplotní úrovni v páře

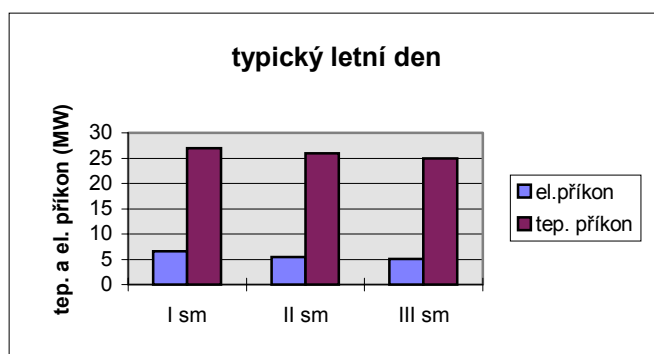
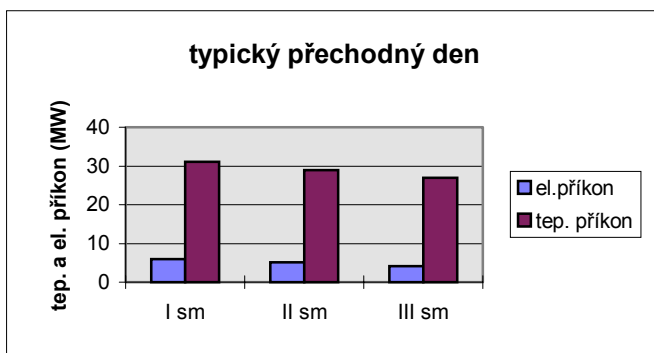
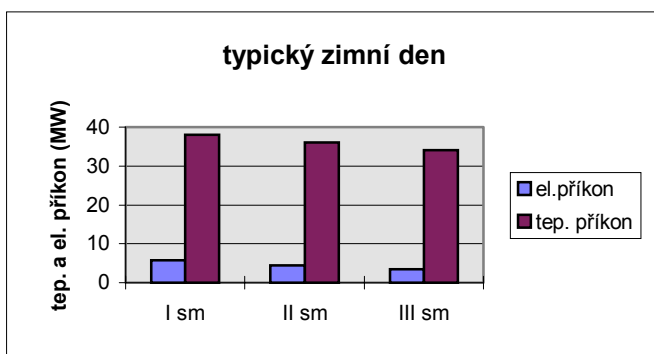
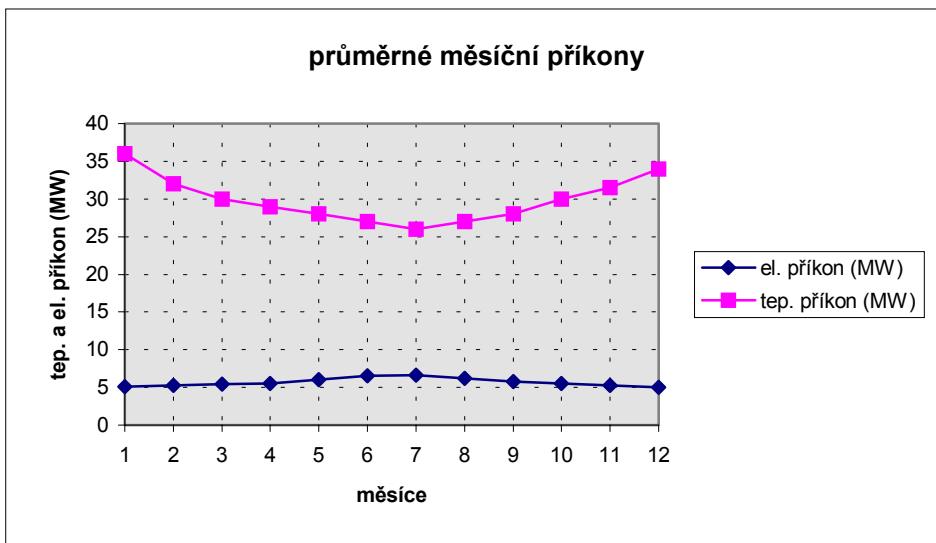
odběr el. energie

během dne pokles v II. a III. směně, během roku letní odběr o cca 10 až 30% vyšší než v zimě v důsledku provozu kompresorového chlazení, poměr odběru el. energie k odběru tepla nižší

VELKÝ PIVOVAR

Vstupní údaje

instal. el. výkon		0	MW		
roční spotřeba tepla		840	TJ/r		
	el. energie	35	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r		
	externí dodávka	35	GWh/r		
max. příkon	tepelný	50	MW		
	elektrický	7	MW		
min. příkon	tepelný	21	MW		
	elektrický	3	MW		
		I. sm	II. sm	III. sm	
odběr el. en.	zima	5,7	4,4	3,5	MW
	léto	6,6	5,5	5,1	MW
teplonosné medium, teplota		zdroj		pára , 220 °C	
		spotřebiče		pára , 200 °C	
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B2 , 1,5 Kč/kWh	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Závod s velmi nízkým poklesem spotřeby tepla v letním období - dominantní technologická spotřeba tepla, dodávka tepla v páře 200°C
- 2/ Vyšší odběr el. energie s částečným poklesem v II. a III. směně, v důsledku kompresorového chlazení je spotřeba el. energie v létě vyšší než v zimě
- 3/ Dle průměrné ceny el. energie v dané sazbě je odběr el. energie relativně vyrovnaný

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ V důsledku odběru tepla v páře a vyššího elektrického příkonu je možno instalovat kog. jednotku s plynovou turbínou
- 2/ Je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 4 MWe a tep. výkonu cca 5,2 MWt, provoz jednotky celoroční a ve všech třech směnách s částečnou redukcí výkonu v zimě ve III. směně
- 3/ Využití instalovaného výkonu jednotky při navrženém provozu by bylo více než 8 000 hod/rok se 100% využitím vyrobeného tepla
- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

III. TERCIÁLNÍ SFÉRA

V terciální sféře je možno za vhodný druh komplexů pro instalaci kogenerační jednotky považovat nemocnice, obchodní domy a hotely.

Spotřeba tepla a el. energie v těchto komplexech z hlediska harmonogramu odběru a poměru spotřeby obou druhů energie může být značně různorodá podle velikosti a vybavení komplexu (např. podíl a druh klimatizace a pod.)

Volba druhu a hlavně dimenzování výkonu kog. jednotky je ale vždy zcela podřízena základnímu faktu - výroba jen takového množství el. energie, které komplex v reálném čase dokáže spotřebovat protože finanční zhodnocení této el. energie je podstatně vyšší než v případě jejího prodeje do sítě. Pro zajištění příznivé ekonomie provozu kog. jednotky musí být současně v co nejvyšší míře využito i tepelného výkonu jednotky.

Dimenzování instalovaného výkonu kog. jednotek do komplexů terciální sféry je tedy kompromisem mezi oběma zmíněnými požadavky podobně jako v průmyslové sféře.

1.0 NEMOCNICE

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

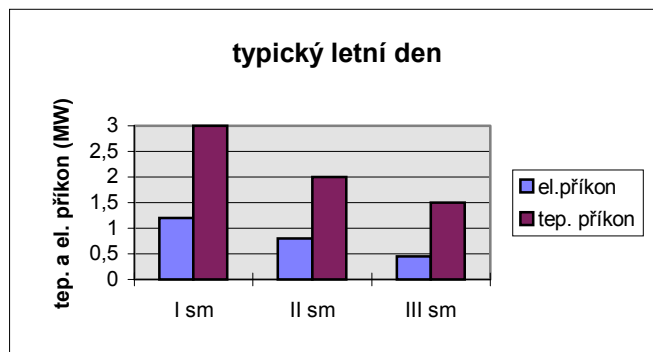
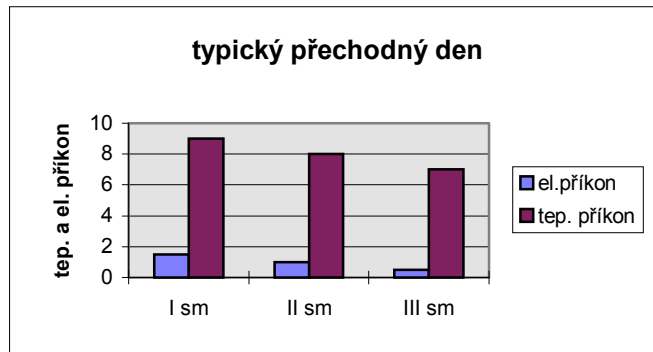
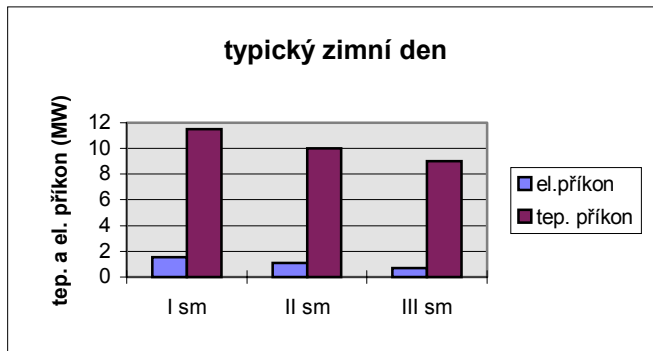
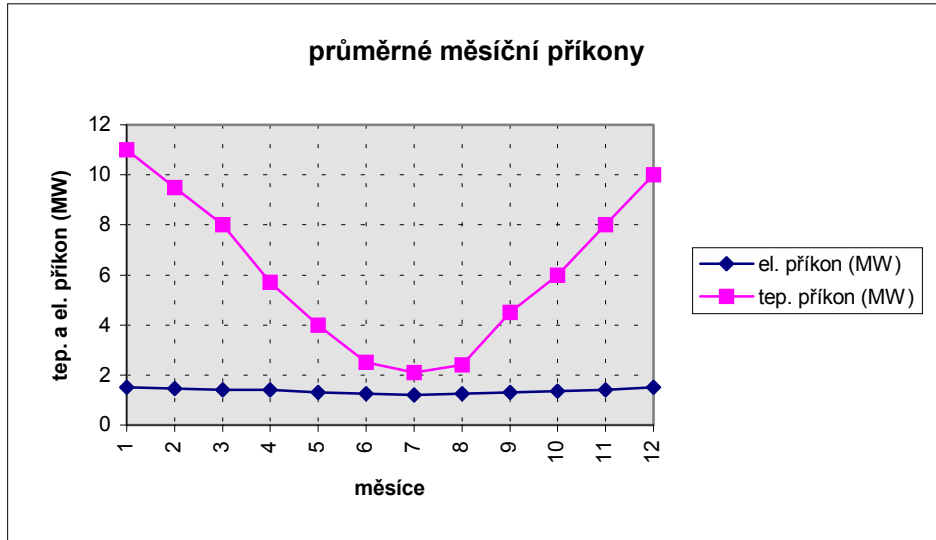
během dne rovnoměrný včetně sobot a nedělí, relativně nižší pokles spotřeby v letním období v důsledku vyšší spotřeby TUV a technologických parních odběrů (prádelna, sterilizace) nebo případně absorpčních chladicích jednotek pro klimatizaci

odběr el. energie

včetně sobot a nedělí, v případě klimatizace s kompresorovými chladicími jednotkami může být v letním období vyšší než v zimě

VELKÁ NEMOCNICE**Vstupní údaje**

instal. el. výkon		0	MW		
roční spotřeba tepla		190	TJ/r		
	el. energie	6,1	GWh/r		
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r		
	externí dodávka	6,1	GWh/r		
max. příkon	tepelný	17	MW		
	elektrický	1,5	MW		
min. příkon	tepelný	2,1	MW		
	elektrický	0,4	MW		
		I. sm	II. sm	III.sm	
odběr el. en.	zima	1,5	1,1	0,7	MW
	léto	1,2	0,8	0,5	MW
teplonosné medium, teplota	zdroj			pára , 230 °C	
	spotřebiče			pára 150°C, voda 90°C	
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B3 , 1,9 Kč/kWh	



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

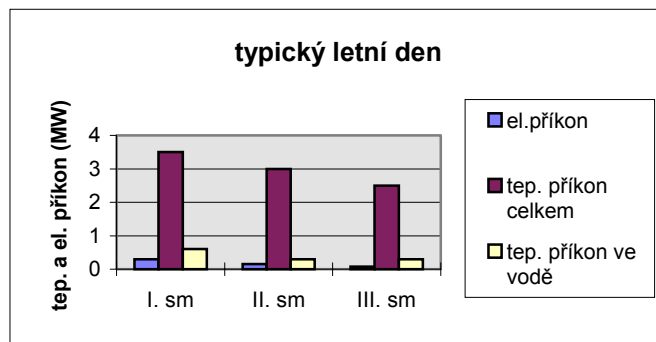
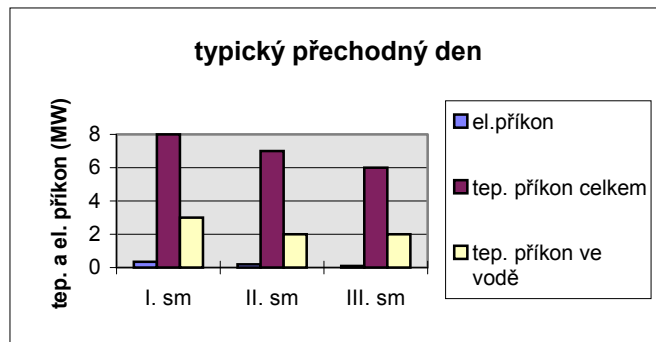
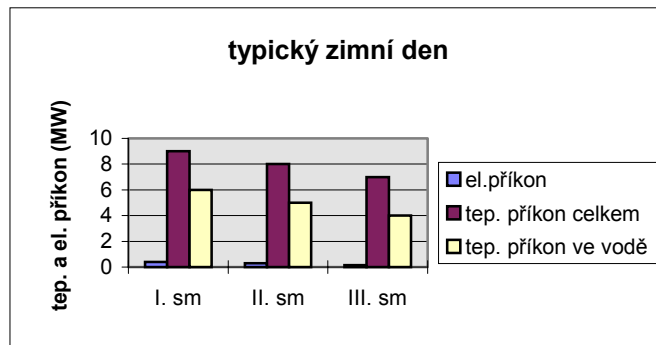
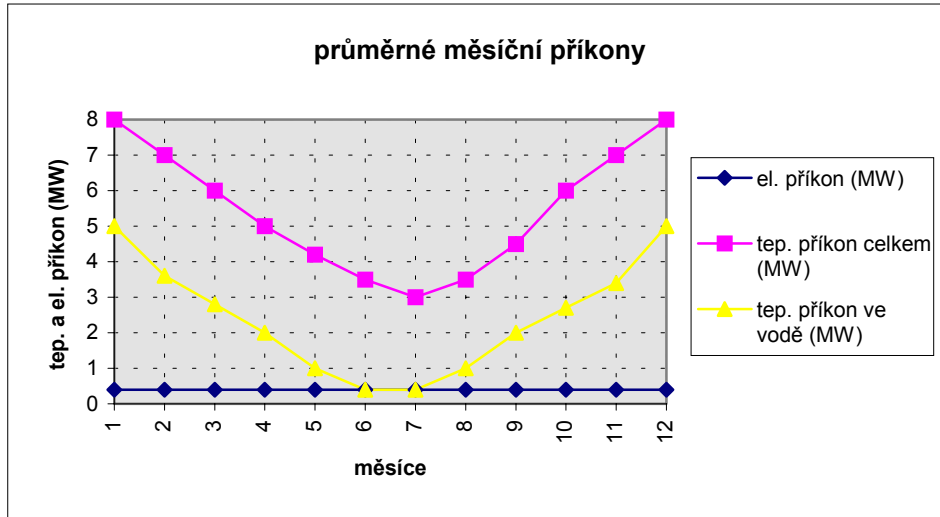
- 1/ Nemocnice s vyšším propadem spotřeby tepla v letním období - nižší podíl technologické spotřeby tepla v páře, spotřeba tepla pro vytápění v teplé vodě (výměníky pára - voda na vytápěných objektech)
- 2/ Nižší el. příkon, podstatnější pokles odběru el. energie v II. a III. směně
- 3/ Vysoká průměrná cena el. energie v dané sazbě, značný podíl maxim odběru tzn. nevyrovnaný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ V důsledku nízkého el. příkonu je možno instalovat pouze kogenerační jednotku s plynovým motorem a s dodávkou tepla v teplé vodě
- 2/ Vzhledem k nízkému odběru el. energie ve III. směně je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 0,7 MWe a tep. výkonu cca 1,0 MWt, jednotka by byla provozována celoročně jen v I. a II. směně
- 3/ Využití instalovaného výkonu jednotky při tomto způsobu provozu by bylo cca 5 500 hod/rok, využití vyrobeného tepla pro vytápění a přípravu TUV by bylo přes 90%
- 4/ Podmínkou instalace navržené kog. jednotky pro možnost využití tepelného výkonu jednotky na teplotní úrovni 90/70°C je instalace teplovodních rozvodů mezi jednotkou a vytápěnými objekty
- 5/ Spotřeba el. energie ve III. směně je tak nízká, že při navrženém provozu jednotky je možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum o instalovaný el. výkon kog. jednotky (0,7 MW) bez rizika, že při odstavení jednotky z provozu ve III. směně budou snížená maxima překročena

MALÁ NEMOCNICE**Vstupní údaje**

instal. el. výkon		0		MW
roční spotřeba tepla		46		TJ/r
	el. energie	1,2		GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0		GWh/r
	externí dodávka	1,2		GWh/r
max. příkon	tepelný	10		MW
	elektrický	0,5		MW
min. příkon	tepelný	3		MW
	elektrický	0,08		MW
		I. sm	II. sm	III.sm
odběr el. en.	zima	0,4	0,3	0,14 MW
	léto	0,3	0,15	0,08 MW
teplonosné medium, teplota	zdroj			pára , 170 °C
	spotřebiče			pára, voda 90°C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B2 , 2,0 Kč/kWh



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Nemocnice s relativně nízkým propadem spotřeby tepla v letním období - vyšší podíl technologické spotřeby na páře, teplovodní vytápění a příprava TUV
- 2/ Nízký el. příkon s částečným poklesem ve II. směně a výrazným poklesem ve III. směně
- 3/ Vysoká průměrná cena el. energie v dané sazbě, značný podíl maxim odběru tzn. nevyrovnaný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ V důsledku nízkého el. příkonu je možno instalovat pouze kogenerační jednotku s plynovým motorem a s dodávkou tepla v teplé vodě
- 2/ Vzhledem k velmi nízkému odběru el. energie ve III. směně je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 0,2 MWe a tep. výkonu cca 0,3 MWt, jednotka by byla provozována celoročně jen v I. a II. směně (s částečnou redukcí výkonu v létě ve II. směně)
- 3/ Využití instalovaného výkonu jednotky při tomto způsobu provozu by bylo cca 5 500 hod/rok, využití vyrobeného tepla pro vytápění a přípravu TUV by bylo přes 90%
- 4/ Spotřeba el. energie ve III. směně je tak nízká, že při navrženém provozu jednotky je možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum o instalovaný el. výkon kog. jednotky (0,2 MW) bez rizika, že při odstavení jednotky z provozu ve III. směně budou snížena maxima překročena

2.0 OBCHODNÍ DŮM

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne rovnoměrný s částečným poklesem v noci, během roku značný pokles spotřeby v letním období (klimatizace s kompresorovými chladicími jednotkami), v případě klimatizace s absorpčními chladicími jednotkami je pokles v letním období nevýrazný

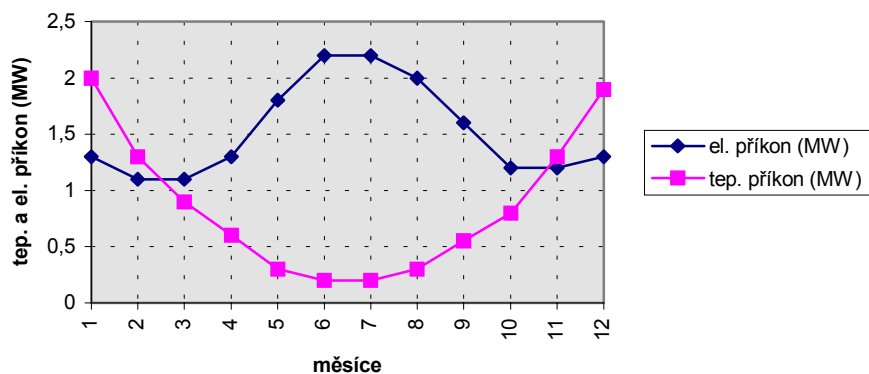
odběr el. energie

během dne rovnoměrný s poklesem v noci, během roku je v letním období v případě klimatizace s kompresorovými chladicími jednotkami vyšší než v zimě, v případě absorpčních chladicích jednotek je spotřeba během roku rovnoměrná

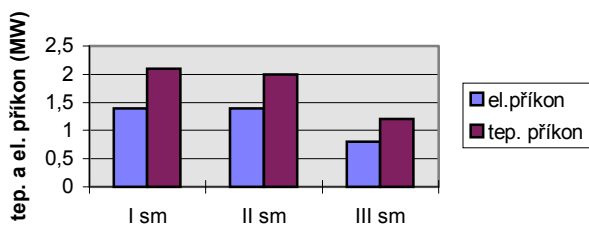
VELKÝ OBCHODNÍ DŮM**Vstupní údaje**

instal. el. výkon		0		MW
roční spotřeba tepla		21		TJ/r
	el. energie	13,5		GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0		GWh/r
	externí dodávka	13,5		GWh/r
max. příkon	tepelný	2,1		MW
	elektrický	2,2		MW
min. příkon	tepelný	0,1		MW
	elektrický	1,1		MW
		I. sm	II. sm	III.sm
odběr el. en.	zima	1,4	1,4	0,8 MW
	léto	1,6	2,2	1,6 MW
teplonosné médium, teplota		zdroj		voda 110/80 °C
		spotřebiče		voda 90/70 °C
sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie				B1 , 1,9 Kč/kWh

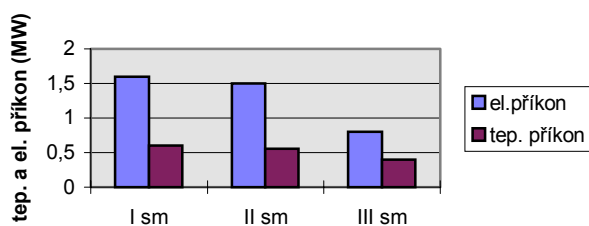
průměrné měsíční příkony



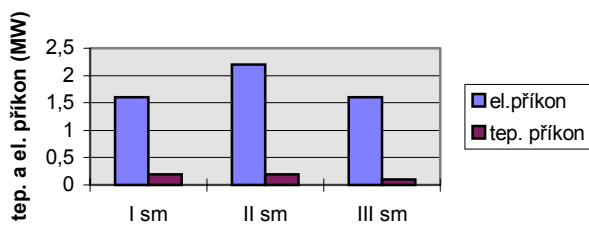
typický zimní den



typický přechodný den



typický letní den



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Obchodní dům s výrazným poklesem spotřeby tepla v letním období, dodávka tepla pro vytápění a TUV ve vodě 90/70°C
- 2/ Vzrůst spotřeby el. energie v letním období v důsledku vysoké letní tepelné zátěže od oslunění (klimatizace s kompresorovým chlazením s chladicím výkonem 3 x 0,8 MW)
- 3/ Nárůst odběru el. energie v II. směně v létě a pokles odběru ve III. směně v zimě
- 4/ Vyšší cena el. energie v dané sazbě tzn. nerovnoměrný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k nižšímu odběru el. energie a spotřebě tepla v teplé vodě je možno instalovat kog. jednotku s plynovým motorem
- 2/ Současně s instalací kog. jednotky je výhodné instalovat absorpční chladicí jednotky výměnou za dvě stávající kompresorové - tím se sníží letní spotřeba el. energie a současně se zvýší letní spotřeba tepla, kog. jednotku lze celoročně provozovat s téměř úplným využitím vyrobeného tepla
- 3/ Je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 1 MWe a tep. výkonu cca 1,3 MWt provozovanou celoročně (částečná redukce výkonu v III. směně v zimě) s využitím jmenovitého výkonu cca 6 000 h/rok s využitím vyrobeného tepla více než 90%
- 4/ Současně je třeba instalovat absorpční chladicí jednotky o celkovém chladicím výkonu cca 1,1 MW (tepelný příkon 1,5 MW), spolupracující s jednou stávající kompresorovou chladicí jednotkou s chladicím výkonem 0,8 MW (v období vyšších teplot vzduchu)

3.0 HOTEL

Specifikace spotřeby energie

odběr tepla

během dne rovnoměrný s částečným poklesem odpoledne a v noci, během roku značný pokles spotřeby v letním období (klimatizace s kompres.chlad. jednotkami), v případě klimatizace s absorp. chladicími jednotkami je pokles v letním období méně výrazný

odběr el. energie

během dne rovnoměrný s poklesem v noci, během roku je v letním období v případě klimatizace s kompresorovými chladicími jednotkami vyšší než v zimě, v případě absorpčních chladicích jednotek nevýrazný pokles spotřeby v letním období

STŘEDNÍ HOTEL

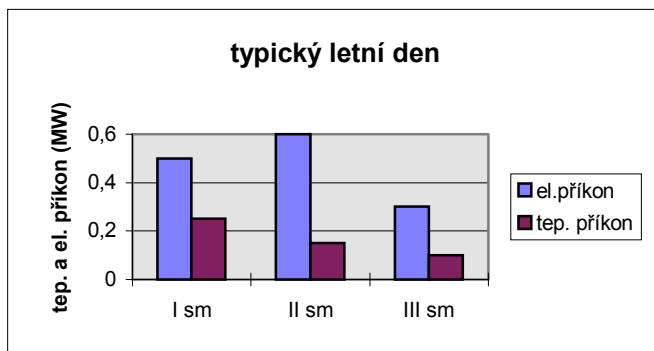
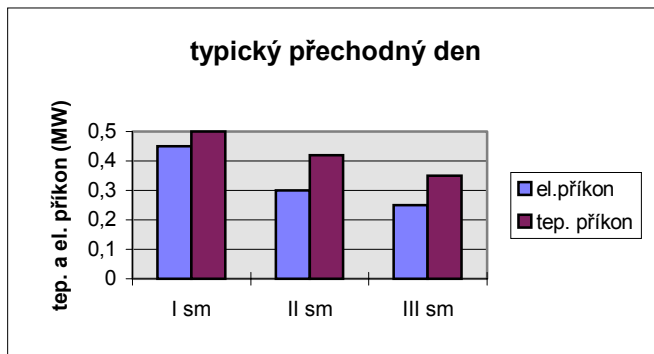
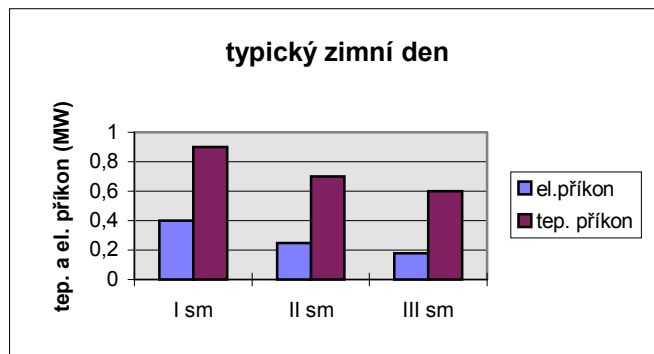
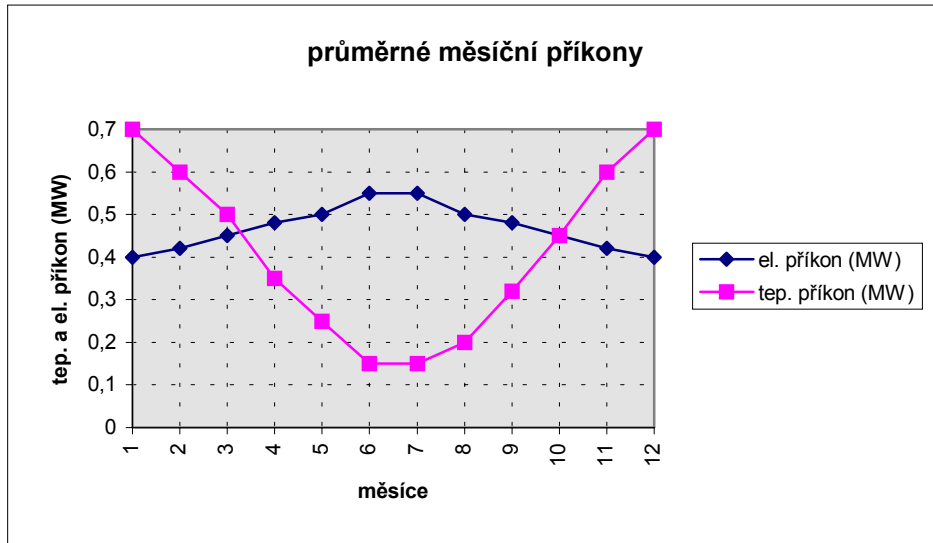
Vstupní údaje

instal. el. výkon		0	MW
roční spotřeba tepla		12,2	TJ/r
	el. energie	1,9	GWh/r
	z toho z vlastního zdroje	0	GWh/r
	externí dodávka	1,9	GWh/r
max. příkon	tepelný	0,8	MW
	elektrický	0,55	MW
min. příkon	tepelný	0,15	MW
	elektrický	0,2	MW

		I. sm	II. sm	III.sm	
odběr el. en.	zima	0,4	0,25	0,18	MW
	léto	0,5	0,55	0,3	MW

teplonosné medium, teplota	zdroj	pára, 180°C
	spotřebiče	90/70 °C, 50/35°C - vytápění, TUV
		pára - vzduchotechnika, kuchyně

sazba odběru el. energie, průměrná cena el. energie B4 , 1,8 Kč/kWh



Shrnutí vstupních údajů a doporučení instalace kogenerační jednotky

Stručná analýza :

- 1/ Hotel s výrazným poklesem spotřeby tepla v letním období, dodávka tepla pro vytápění a TUV v teplé vodě, v páře pro vzduchotechniku a kuchyni
- 2/ Vzrůst spotřeby el. energie v letním období v důsledku letní tepelné zátěže od oslunění (klimatizace s kompresorovým chlazením s chladicím výkonem 0,5 MW)
- 3/ Nízký el. příkon s výraznějším poklesem ve III. směně
- 4/ Vyšší cena el. energie v dané sazbě tzn. nerovnoměrný odběr el. energie

Návrh kogenerační jednotky :

- 1/ Vzhledem k nízkému odběru el. energie a spotřebě tepla na vytápění a TUV v teplé vodě je možno instalovat kog. jednotku s plynovým motorem
- 2/ Je možno doporučit kog. jednotku o el. výkonu cca 0,2 MWe a tep. výkonu cca 0,3 MWt (dodávka ve vodě 90/70°C) provozovanou celodenně v zimním a přechodném období s využitím jmenovitého výkonu cca 5 500 h/rok a s cca 90% využitím vyrobeného tepla
- 3/ Alternativně by bylo možno uvažovat instalaci absorpčních chladicích jednotek pro vhodnější vzájemný průběh tepla a el. energie během roku - zvýšení tepelného (a tím též elektrického) výkonu kog. jednotky v důsledku instalace absorpčních chladicích jednotek je však nezdůvodnitelné vzhledem k nízké spotřebě el. energie v zimním období, navíc by se snížila spotřeba el. energie v létě na úroveň současné zimní spotřeby
- 4/ Po uvedení kog. jednotky do provozu bude možno snížit stávající technické i čtvrt hodinové maximum odběru el. energie o instalovaný el. výkon jednotky čímž bude dosaženo podstatné finanční úspory při platbě za dodávku el. energie ze sítě

C PŘÍLOHA**UKÁZKA VÝSTUPŮ EKONOMICKÉHO HODNOCENÍ ENERGETICKÉHO AUDITU INSTALACE TŘÍ KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK S PLYNOVÝMI MOTORY DO PRŮMYSLOVÉHO ZÁVODU**

Výtah z technicko - ekonomické studie rekonstrukce zdroje průmyslového závodu (viz část B, velký strojírensko - hutní závod)

Instalace kogeneračních jednotek byla ve studii označena jako Alternativa IIIa (výpis ze studie) :

ALTERNATIVA III a**Rekonstrukce výtopny na teplárnu s kog. jednotkami s plynovým motorem****Specifikace alternativy :**

Výměna stávajících roštových kotlů za parní kotle fluidní pro spalování černého uhlí (celkový instalovaný výkon 90 t/h, tlak páry 1,5 MPa)

instalace parního plynového kotle (instalovaný výkon 10 t/h, tlak páry 1,5 MPa)

instalace tří kogeneračních jednotek s plynovým motorem (celk. el. výkon 13,5 MW)

Bilanční údaje :

výroba tepla celkem	935 TJ/r
výroba tepla na fluidních kotlích	589 TJ/r
výroba tepla v kog. jednotkách	346 TJ/r
výroba el. energie	113 400 MWh/r
spotřeba černého uhlí	36 809 t/r
spotřeba zemního plynu	29,3 mil. m ³ /r
nákup el. energie ze sítě	66 600 MWh/r

Nákladové údaje (r. 1997) :

celkové náklady na palivo	152,3 mil. Kč/r
náklady na uhlí	34,2 mil. Kč/r
náklady na zemní plyn	118,1 mil. Kč/r
úspora z vyrobené el. energie	123,3 mil. Kč/r
nárůst nákladů na opravy a údržbu	15,9 mil. Kč/r
celkové investiční náklady	366,0 mil. Kč/r

Ukázka ekonomického hodnocení je provedena pro období r. 2000 - 2020 pro různé pravděpodobné nárůsty cen paliv a el. energie :

černé uhlí	3,0	3,0	5,0	3,0 %
zemní plyn	2,5	2,5	2,5	5,0 %
el. energie	2,5	5,0	2,5	5,0 %

nárůst ostatních položek je v hodnoceném období uvažován konstantní :

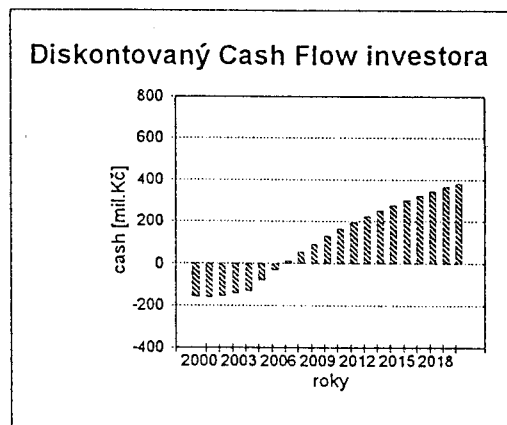
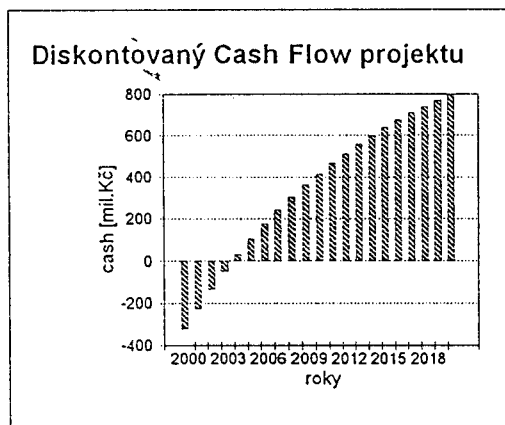
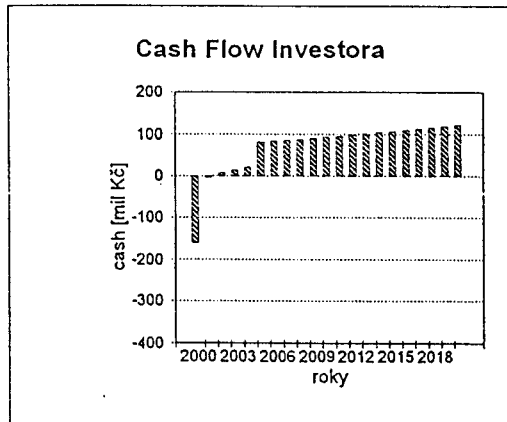
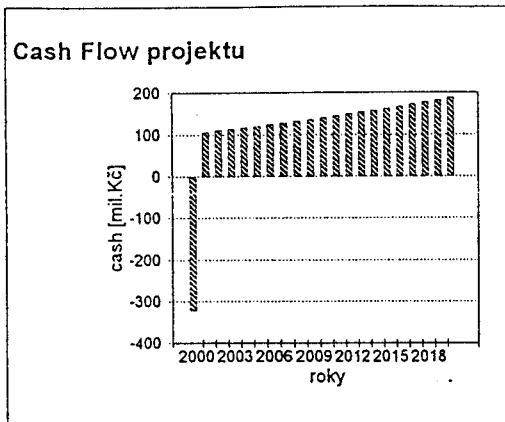
mzdy	4,0 %
opravy a údržba	3,5 %
ostatní náklady	3,5 %
tržby	3,0 % (teplo a el. energie vyrobené v teplárně jsou prodávány do závodu)

Pozn.:

vzhledem k růstu investic budou v roce 2000 kdy je uvažována instalace zařízení investiční náklady již 414 mil. Kč

Příložené "Přehledy výsledných ukazatelů" dokumentují ekonomické hodnocení uvedené Alternativy III a v období r. 2000 - 2020 pro čtyři uvedené předpokládané úrovně růstu černého uhlí, zemního plynu a el. energie při krytí investic z 50% úvěrem (úrok 15%, doba splácení 4 roky).

Přehled výsledných ukazatelů



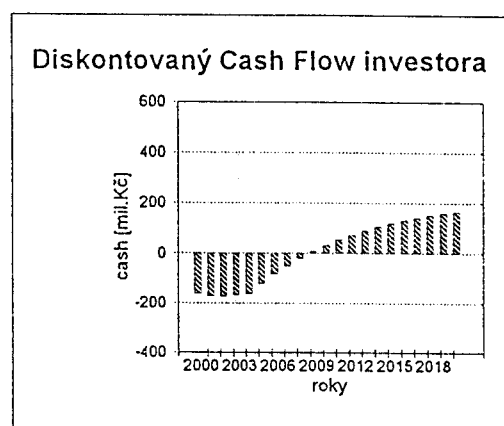
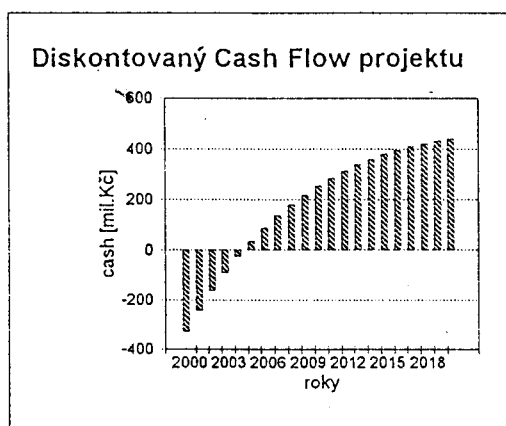
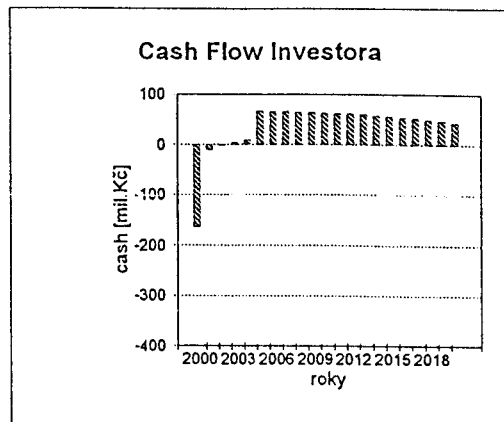
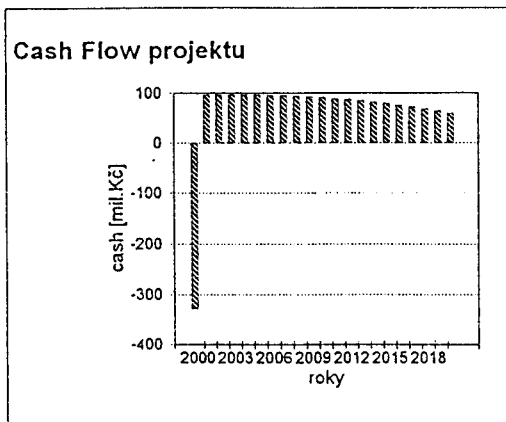
	projekt	investor	
Hodnocené období:	2000 - 2020		
Rok hodnocení (diskont.)	2000		
Průměrný roční zisk	84	62	mil. Kč
Diskontovaný zisk	725	535	mil. Kč
Diskontovaný C.F.	797	383	mil. Kč
Vnitřní výnosové procento	36.18	25.43	%
Doba návratnosti investice	4	7	

Elektřina kondenzační - Minimální cena		mil. Kč/MWh
Elektřina kondenzační - Cena (1.rok)	0	mil. Kč/MWh
Teplo horká voda - Minimální cena		mil. Kč/GJ
Teplo horká voda - Cena (1.rok)	0	mil. Kč/GJ

Diskontní sazba	10	%
Sazba daně ze zisku v prvním roce	39	%

Vlastní prostředky	212	mil. Kč
Cizí kapitál	212	mil. Kč
Dotace	0	mil. Kč
% Ni na úvěr	50.0	%

Přehled výsledných ukazatelů



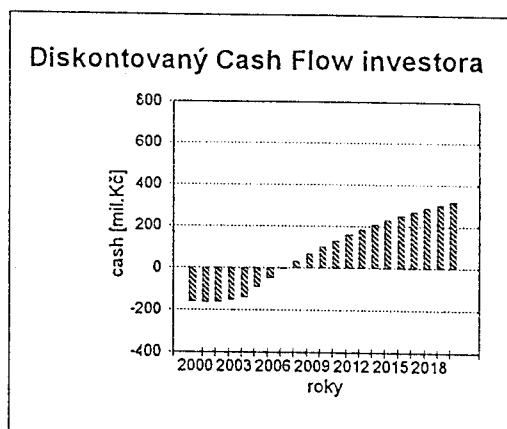
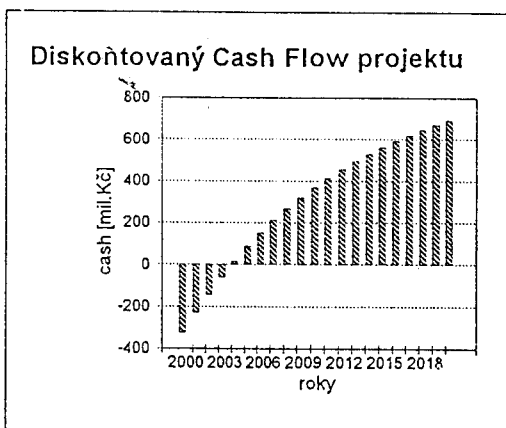
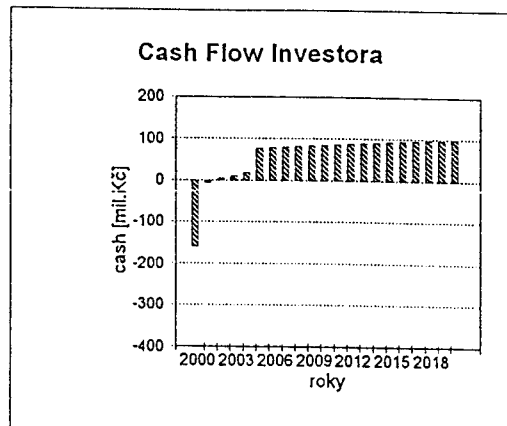
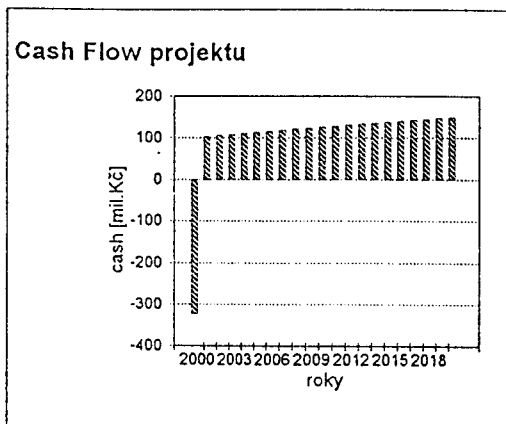
	projekt	investor	
Hodnocené období:	2000 - 2020		
Rok hodnocení (diskont.)	2000		
Průměrný roční zisk	46	39	mil. Kč
Diskontovaný zisk	400	337	mil. Kč
Diskontovaný C.F.	440	165	mil. Kč
Vnitřní výnosové procento	28.52	18.23	%
Doba návratnosti investice	5	9	

Elektřina kondenzační - Minimální cena		mil. Kč/MWh
Elektřina kondenzační - Cena (1.rok)	0	mil. Kč/MWh
Teplo horká voda - Minimální cena		mil. Kč/GJ
Teplo horká voda - Cena (1.rok)	0	mil. Kč/GJ

Diskontní sazba	10	%
Sazba daně ze zisku v prvním roce	39	%

Vlastní prostředky	212	mil. Kč
Cizí kapitál	212	mil. Kč
Dotace	0	mil. Kč
% Ni na úvěr	50.0	%

Přehled výsledných ukazatelů



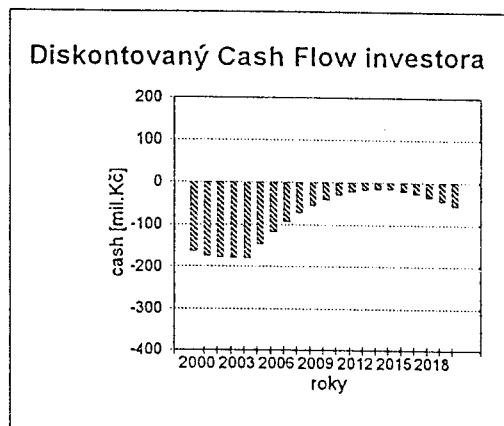
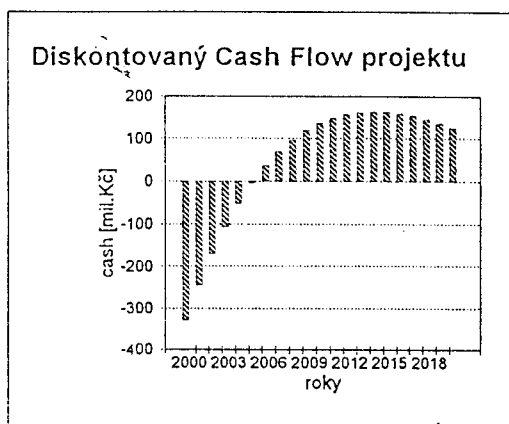
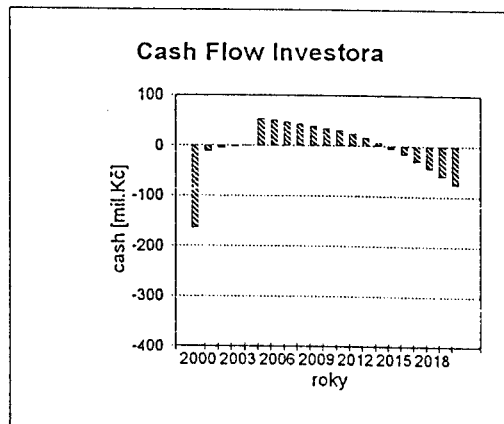
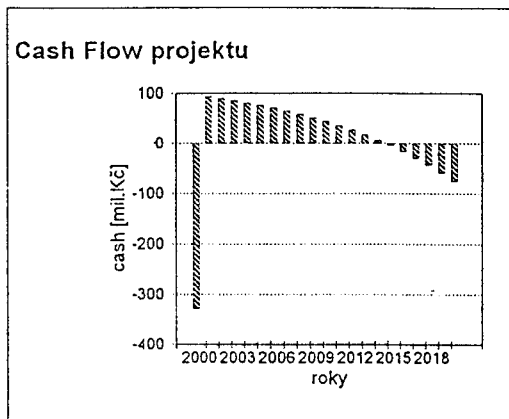
	projekt	investor	
Hodnocené období:	2000 - 2020		
Rok hodnocení (diskont.)	2000		
Průměrný roční zisk	73	55	mil.Kč
Diskontovaný zisk	630	477	mil.Kč
Diskontovaný C.F.	693	319	mil.Kč
Vnitřní výnosové procento	34.08	23.5	%
Doba návratnosti investice	4	8	

Elektřina kondenzační - Minimální cena		mil.Kč/MWh
Elektřina kondenzační - Cena (1.rok)	0	mil.Kč/MWh
Teplo horká voda - Minimální cena		mil.Kč/GJ
Teplo horká voda - Cena (1.rok)	0	mil.Kč/GJ

Diskontní sazba	10	%
Sazba daně ze zisku v prvním roce	39	%

Vlastní prostředky	212	mil.Kč
Cizí kapitál	212	mil.Kč
Dotace	0	mil.Kč
% Ni na úvěr	50.0	%

Přehled výsledných ukazatelů



	projekt	investor	
Hodnocené období:	2000 - 2020		
Rok hodnocení (diskont.)	2000		
Průměrný roční zisk	13	16	mil.Kč
Diskontovaný zisk	114	137	mil.Kč
Diskontovaný C.F.	125	-54	mil.Kč
Vnitřní výnosové procento	20.47	není defin.	%
Doba návratnosti investice	6	nesplatí	

Elektřina kondenzační - Minimální cena		mil.Kč/MWh
Elektřina kondenzační - Cena (1.rok)	0	mil.Kč/MWh
Teplo horká voda - Minimální cena		mil.Kč/GJ
Teplo horká voda - Cena (1.rok)	0	mil.Kč/GJ

Diskontní sazba	10	%
Sazba daně ze zisku v prvním roce	39	%

Vlastní prostředky	212	mil.Kč
Cizí kapitál	212	mil.Kč
Dotace	0	mil.Kč
% Ni na úvěr	50.0	%