

SBORNÍK TECHNICKÝCH ŘEŠENÍ ÚSPOR ENERGIE V PRŮMYSLOVÉM PODNIKU

2007

**Název publikace: SBORNÍK TECHNICKÝCH ŘEŠENÍ ÚSPOR ENERGIE
V PRŮMYSLVÉM PODNIKU**

Evidenční číslo: 222004 7213

Vypracoval: Ing. Jan Porkert
Ing. Evžen Příbyl
Ing. Karel Zelený
Karel Fejtek

Ředitel: Ing. Václav Šrámek

Datum: září 2007

OBSAH:

Horkovodní kotel na spalování biomasy ve společnosti SAPELI a. s.

Využití odpadního tepla z pece v závodě LAUFEN s.r.o. Znojmo

Plynová kogenerační jednotka ve společnosti Chotěbořské strojírny služby a.s.

Soustrojí s parním motorem ve společnosti BIOFERM a.s. A DUKOL s.r.o.

Decentralizované vytápění velkoprostorových hal s využitím tmavých plynových zářičů ve firmě KEPÁK spol. s r.o.

Vytápění velkoprostorových hal světlými plynovými zářiči KASPO
NKT Cables Kladno

Vlhkostní sušení porcelánových izolátorů ve společnosti Elektroporcelán
Louny a.s., v závodě Merklín

Instalace tepelného čerpadla ve společnosti RYBENOR s.r.o.

SEZNAM AUTORŮ:

Horkovodní kotel na spalování biomasy ve společnosti SAPELI a. s.

Ing. Evžen Příbyl

Využití odpadního tepla z pece v závodě LAUFEN s.r.o. Znojmo

Karel Fejtek

Plynová kogenerační jednotka ve společnosti Chotěbořské strojírný služby a.s.

Ing. Evžen Příbyl

Soustrojí s parním motorem ve společnosti BIOFERM a.s. A DUKOL s.r.o.

Ing. Evžen Příbyl

Decentralizované vytápění velkoprostorových hal s využitím tmavých plynových zářičů ve firmě KEPÁK spol. s r.o.

Ing. Jan Porkert

Vytápění velkoprostorových hal světlymi plynovými zářiči KASPO

NKT Cables Kladno

Ing. Jan Porkert

Vlhkostní sušení porcelánových izolátorů ve společnosti Elektroporcelán Louny a.s., v závodě Merklín

Ing. Karel Zelený

Instalace tepelného čerpadla ve společnosti RYBENOR s.r.o.

Ing. Evžen Příbyl

HORKOVODNÍ KOTEL NA SPALOVÁNÍ BIOMASY VE SPOLEČNOSTI SAPELI a.s.

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

Ve výrobním závodě Polná společnosti SAPELI a.s. byl provozován fyzicky dožitý středotlaký parní kotel Slatina 135 s výrobou 2 t/h syté páry o jmenovitém tlaku 1,1 MPa na spalování odpadních pilin ve vzhledu. Na doporučení závěru zpracovaného energetického auditu v tomto závodě přistoupil investor k jeho odstavení a instalaci nového horkovodního kotle včetně rekonstrukce rozvodů tepla v závodě z parních na horkovodní.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

V závodě byl instalován nový automatický horkovodní kotel typu JUSTSEN o jmenovitém výkonu 2,5 MW dodavatelem CLAUHAN s.r.o. Brno.

V současné době je kotelna závodu osazena třemi kotli :

- novým horkovodním kotlem JUSTSEN na spalování dřevního odpadu
- parním kotlem TISCHBEIN z roku 1920 o výkonu 1,6 t/h páry (1,0 MW) s výměníkem pára /voda na spalování dřevního odpadu
- plynovým kotlem BK 2,5 t/h (1,6 MW) odstaveným do studené rezervy

Nový horkovodní kotel je provozován v topném období, po zbývajících část roku je provozován kotel TISCHBEIN.

2.1 Popis řešení

Vysokotlaký horkovodní kotel Justsen JU-HHF 8 je celosvařovaný žárotrubný třítahový kotel s otevřeným dnem a válcovým tlakovým bubnem. Kotel je konstruován tak, aby bylo dosaženo kompletní spalování paliva a efektivní využití sálavého tepla v topeništi. Dimenzování dvou konvekčních teplosměnných částí umožňuje maximální chlazení spalin.

Rozměry a hlavní parametry kotle :

Délka:	4 200 mm
Šířka:	2 350 mm
Výška:	3 055 mm

Účinnost kotle při jmenovitém výkonu	min. 84 %
Max. tepelný výkon	2,5 MW
Teplota média:	max. 140 °C
Kontinuální pracovní tlak	0,84 MPa

Palivo:

suchý granulovaný dřevní odpad a dřevotříska (průměrný obsah prachu 10%)

výhřevnost	13,8 – 18,0 MJ / kg
voda	4-25% celkové hmotnosti
popel	0-2% celkové hmotnosti
max. velikost částic	30 x 20 x 20 mm
sypná hmotnost	100-300 kg/m ³
bod měknutí popele	> 1000 °C

Emise: Kotel vyhovuje požadavkům na hodnoty emisí.

Horkovodní kotel Justsen JU-HHF 8



Hlavní komponenty kotle

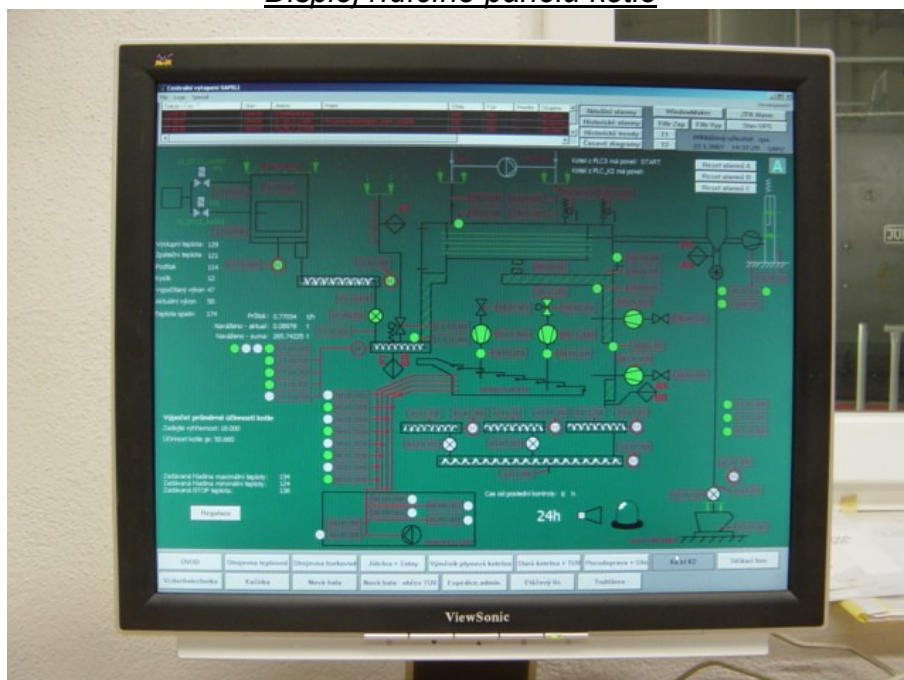
Zásobník se zabudovaným systémem vyprazdňování a se 2 ks čidly výšky paliva s čištěním ofukem tlakovým vzduchem.

Podávací jednotka je optimálně zabezpečena proti zpětnému prohoření. Je vybavena vzduchotěsným rotačním uzávěrem, hasicím systémem, termostatickým ventilem s čidlem a požárním termostatem s čidlem. Podávací jednotka je vybavena vyrovnávacím prostorem s čidly pro výšku paliva s čištěním ofukem tlakovým vzduchem.. Šnek roštu je vybaven frekvenčně řízeným motorem s převodovkou pro automatické přizpůsobení rychlosti podávacího šneku dle výhřevnosti a hustoty paliva.

Pohyblivý rošt má vodou chlazené podpěry roštu udržující jeho teplotu na konstantní úrovni. To zabraňuje hromadění strusky na roštu. Stěny pohyblivého roštu jsou rovněž chlazeny vodou, a je tak zajištěna konstantní teplota spalování. Rošt je vybaven pohyblivými sekcemi, tak aby docházelo k řízenému posunu paliva. Pohyb je prováděn pomocí hydraulických válců a hydraulického čerpadla. Primární spalovací vzduch je přiváděn otvory v roštu. Sekundární spalovací vzduch je přiváděn tryskami ve stěnách nad roštovými sekcemi. Jak primární, tak sekundární vzduch lze nastavit individuálně pro jednotlivé roštové sekce tak, aby docházelo k optimálnímu spalování.

Řídicí systém kotle je založen na PLC Siemens, typ S7 – 300. Zajišťuje, že všechny parametry jsou automaticky upravovány dle momentálního výkonu kotle a systém tedy běží kontinuálně v rozsahu výkonu kotle 10-100%. Na displeji řídicího panelu je zobrazen momentální výkon kotle, zatížení a další relevantní parametry. Řídicí panel je vybaven jednotkou PLC Omron.

Displej řídicího panelu kotle



Řídicí systém kotle bude obsahovat rozhraní pro připojení na nadřazený SCADA systém.

Systém se skládá z teplotního čidla a průtokoměru ve výstupním potrubí z kotle, sondy O_2 umístěné ve spalínovodu, frekvenčního měniče pro motor

převodovky podávacího šneku, frekvenčních měničů pro motory všech ventilátorů spalovacího vzduchu, frekvenčního měniče pro spalínový ventilátor a požadovaného naprogramování na řídicím panelu. Výstupní teplota kotle je nastavena nadřazeným řídicím systémem, případně ručně na řídicím panelu. Je-li skutečná výstupní teplota nižší nebo vyšší než nastavená hodnota, dojde automaticky ke zvýšení nebo snížení přísunu paliva a spalovacího vzduchu. Řídicí panel je vybaven automatickým řízením O_2 . Účelem řízení O_2 je dosažení konstantního výkonu a čistého spalování v kotli bez ohledu na možné změny kvality a měrné hmotnosti paliva. Systém se skládá ze sondy O_2 umístěné ve spalínovodu, frekvenčního měniče pro převodkový motor podávacího šneku a požadovaného naprogramování na řídicím panelu pro optimalizaci rychlosti dopravního šneku.

Montáž kotle



2.2 Energetické hodnocení provozu

Spotřeba tepla v závodě se v posledních letech pohybuje v rozmezí cca 14 000 – 15 000 GJ/r dle průběhu venkovních teplot v topném období. V topném období lze do dalších let, s plánovaným částečným rozšířením provozu závodu předpokládat spotřebu tepla cca 12 500 GJ/r.

Tato spotřeba tepla by měla být pokryta novým horkovodním kotlem JUSTSEN 2,5 MW. Při průměrné účinnosti tohoto kotle 80% bude spotřeba tepla v dřevním odpadu 15 625 GJ/r.

Protože v důsledku provozu tohoto kotle bylo možno zcela odstavit z provozu plynový kotel je možno úsporu energie v plynu stanovit na 14 706 GJ/r (při průměrné účinnosti 85 %).

2.3 Ekonomické hodnocení provozu

Cena plynu v roce 2006 v závodě byla 8,9 Kč/m³ což při výhřevnosti zemního plynu 34 GJ/tis. m³ představuje cenu energie v palivu 262 Kč/GJ. Při výrobě tepla 12 500 GJ/r je tedy úspora plynu 14 706 GJ/r a úspora nákladů na plyn 3 852 972 Kč/r (bez DPH na úrovni roku 2006).

Cena za dodávku horkovodního kotle JUSTSEN s příslušenstvím byla 11 mil. Kč.

Tomu odpovídá návratnost investičních prostředků 2,8 roku v případě, že cena spalovaného vlastního dřevního odpadu je brána jako nulová. Vzhledem k tomu, že demonstrovaným řešením odpadnou i náklady za ukládání dřevního odpadu na skládku, bude návratnost investic ještě kratší.

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Je porovnáno množství emisí při provozu původně provozovaného plynového kotle BK 2,5 t/h a množství emisí při provozu horkovodního kotle JUSTSEN 2,5 MW na dřevní odpad při dodávce tepla 12 500 GJ/r. Při výhřevnosti dřevního odpadu 16 GJ/t a účinnosti kotle 80 % je spáleno 977 tun paliva. Účinnost odprášení kotle JUSTSEN je brána 99 %.

Znečišťující látky (kg/rok)	plynový kotel	kotel JUSTSEN	rozdíl
Tuhé	9	122	113
SO₂	4	977	973
NO_x	826	2 931	2 105
CO	138	977	839
CO₂	812 398	0	- 812 398

Při provozování kotle JUSTSEN na dřevní odpad se v porovnání s původně provozovaným plynovým kotlem kromě emisí CO₂ všechny emise zvýší.

2.5 Provozní zkušenosti

Nový horkovodní kotel na spalování dřevního odpadu JUSTSEN je v provozu od září 2006 a po seřízení jeho chodu jeho provoz splňuje požadavky investora. Vzhledem k velmi nízké vlhkosti spalovaného dřevního odpadu (i jen 5%) je značnou výhodou chlazený rošt, který zajišťuje prohoření paliva bez tvorby sklovité strusky – problém u dalšího kotle TISCHBEIN v závodě. Minerály z vyhořelého dřevního odpadu jsou z kotle JUSTSEN odváděny výhradně ve formě sypkého popela.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Instalace kotle byla financována z vlastních prostředků investora, SAPELI a.s.
Polná

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Provozovatel kotle:

pan Vomlel – energetik závodu
vomlel@sapeli.cz
602 942 501
SAPELI a.s., Polná, Na Podhoře 185

Dodavatel kotle:

ing. Hoda
mh@clauhan.cz
541 214 092
CLAUHAN s.r.o. Brno, Štefánikova 5

VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA Z PECE V ZÁVODĚ LAUFEN s.r.o. ZNOJMO

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

V prostoru pecní haly závodu LAUFEN CZ s.r.o. jsou umístěny jednotlivé dílny. V jedné z nich – v glazovně je instalována tunelová vypalovací pec Riedhammer (TP-1), která má tři výdechy chladicího vzduchu jehož tepelný obsah je v současnosti bez užitku odváděn nad střechu objektu.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Charakteristika řešení – využití odpadního tepla pro vytápění a přípravu TUV pro technologii.

Účelem uváděného řešení je návrh technického zařízení ke snížení spotřeby zemního plynu, který se používá ve vzduchotechnických jednotkách pro vytápění výrobních prostorů areálu firmy LAUFEN ve Znojmě. Na základě požadavku od zadavatele byla vypracovaná studie o využití odpadního tepla z tunelové pece k vytápění okolních dílen a také k přípravě teplé užitkové vody (TV). Cílem zpracované studie byl provedený rozbor možných technických řešení při využití odpadního tepla z tunelové pece TP-1 v pecní hale

2.1 Popis řešení

2.1.1 Vytápění

Na obrázku je vidět odťah teplého vzduchu nad střechu haly z TP – 1.



Vytápění Bílé haly

Bílá hala je v sousedství tunelové pece. Bude do ní přiváděn horký vzduch (180°C) vzduchotechnickým potrubím o ϕ 700 mm, které bude zavěšeno pod stropem haly. V hale se přívodní potrubí rozdělí na dvě stejné větve, aby byl rovnoměrně zásoben celý prostor. Každá větev bude opatřena

ventilátorem, který si bude přisávat venkovní chladný vzduch tak, aby výsledná teplota vzduchu, který se bude přes textilní potrubí s výústkami vyfukovat do haly, nepřekročila 60°C. Zařízení je navrženo tak, aby jeho provoz nepříznivě neovlivňoval spalovací pochody tunelové pece.

Základní technické údaje

Množství vzduchu, distribuované do haly stávající vzduchotechnikou je $2 \times 9,7 \text{ m}^3/\text{sec.}$, tedy $19,4 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Přívod od tunelové pece je $2 \times 6,2 \text{ m}^3/\text{sec.}$, tedy $12,4 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Rozdíl v přívodu vzdušiny činí tedy $7 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Protože teplota přívodního vzduchu může dosahovat okolo 60°C a teplota v hale by neměla přesáhnout 42 °C, bude uvedená teplota hlídána stávající automatikou jednotek KLMC-40.

Tlaková ztráta na sání ventilátoru delší trasy je 120 Pa, na výtlaku činí 280 Pa. Potřebný tlak ventilátoru je min. 400 Pa.

Použitý ventilátor je radiální, nízkotlaký s převodem a rámem. Typ je: RNH-800, dle PK-123410, otáčky ventilátoru 380, motor má výkon 5,5 kW. Vzduchový výkon je $6,3 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Výrobce a dodavatel je Janka-Lennox, Radotín, Praha 5.

Dodavatelem kruhového potrubí II. nebo III. skupiny jsou ZVVZ as, Milevsko, potrubí Spiro vč. komponentů dodává fa.Lindab, s.r.o, Praha 10.

Dodavatelem textilního potrubí (výústek) je firma Příhoda s.r.o, Milevsko.

Investiční náklady na dodávku zařízení bez montážních nákladů činí 1 474 900,- Kč. (bez DPH). Celkové náklady budou předmětem výběrového řízení.

2.1.2 Příprava TV

Další navržené řešení využívá ohřátý vyfukovaný odpadní vzduch z TP - 1 pro ohřev teplé vody (dále TV) ve vřazeném výměníku typu vzduch / voda. Ohřátá voda je poté shromažďována ve stávajících třech zásobních nádržích o obsahu 4 m³, které jsou umístěny v prostoru bývalé rozvodny páry. Navržené zařízení bude umístěno v nově zřízené strojovně.

Základní technické údaje zařízení

Navržený výkon výměníku činí 136 kW, typ vzduch / voda OVD 1 20T-1000-4R-2th dle PK 125619 firmy Janka - Lenox. Výkon odpovídá vstupnímu množství vzduchu 1,17 m³/sec a teplotě 200°C, výstupní teplota vzduchu je 50°C. Tlaková ztráta výměníku na vzduchové straně je 60 Pa.

Průtok vody je 0,64 kg/sec, tlaková ztráta na vodní straně je 15 kPa, DN – 40, PN-6. Vstupní teplota vody je 10°C, výstupní teplota 55°C.

Rozměry čelní plochy (připojovací) jsou 1070x670x140 mm, hmotnost výměníku je 190 kg.

Přívod teplého vzduchu od tunelové pece je 0,77 m³/sec, teplota 295°C. Výsledná teplota vstupního vzduchu do výměníku po smíšení s venkovním vzduchem 0,4 m³/sec bude 200°C.

Tlaková ztráta vzduchotechnického potrubí na sání ventilátoru je 200 Pa, na výtlaku činí 145 Pa. Potřebný tlak ventilátoru je min. 350 Pa.

Použitý ventilátor je radiální, vysokotlaký na spojku s rámem typu RVI 630, provedení dle PP-123340, otáčky ventilátoru 932. Motor má výkon 2,2 kW. Vzduchový výkon je 1,2 m³/sec, potřebný tlak 500 Pa. Výrobce a dodavatel ventilátoru je Klima, as., Prachatice.

Dodavatelem kruhového potrubí III. skupiny jsou ZVVZ as, Milevsko, potrubí Spiro vč. komponentů dodává fa. Lindab, s.r.o, Praha 10.

Investiční náklady na dodávku zařízení bez montážních nákladů činí 624 643,-Kč (bez DPH). Montážní náklady budou předmětem výběrového řízení.

2.2 Energetické hodnocení provozu

Vytápění haly

Po realizaci uvedeného zařízení je možné reálně uvažovat s úsporou zemního plynu ve výši cca 64 % původní spotřeby, tedy 139 tis.m³/r.

Příprava TV

Úspora tepelné energie vychází ze spotřeby ZP, který je spotřebován v kotelně závodu při ohřevu celkem 12 tun vody denně na teplotu 55°C. Provoz zařízení je uvažován denně po dobu cca 5,5 hod., počet provozních dní je 330 za rok.

Spotřeba tepla pro ohřev uvedeného množství TV je 2,26 GJ/den, za rok 746,1 GJ.

Při předpokládané účinnosti ohřevu 90% by roční spotřeba zemního plynu na ohřev byla 820,7 GJ, což znamená 24 104 m³ ZP.

2.3 Ekonomické hodnocení provozu

Vytápění haly

Úspora tepelné energie je uvažována cca 1 172,5 MWh/rok, vyjádřena v korunách činí 866 tis. Kč/rok. Celkové náklady na realizaci lze odhadnout na 1 700,- tis. Kč.

Prostá návratnost uvedeného zařízení je tudíž 2 roky

Příprava TV

Roční úspora 24 104 m³ ZP vyjádřená v korunách činí 154 506,- Kč.

Od uvedené částky je nutno odečíst náklady na elektrickou energii, která se spotřebuje na provoz ventilátoru 1 089 kWh/rok a oběhového čerpadla 454 kWh/rok. Při ceně elektrické energie 1 942 Kč/MWh to představuje částku 2,996 tis. Kč/rok

Celková finanční úspora tedy činí 151,510 tis. Kč/rok.

Prostá návratnost celého zařízení pro ohřev TV je tedy 4,12 roku

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Po realizaci navrženého zařízení se uspoří ZP celkem 163100 m³/rok, který by se jinak spaloval ve stávajících tepelných zařízeních závodu (vzduchotechnické jednotky a kotelna závodu). Tímto opatřením dojde ke snížení emisní zátěže v okolí závodu ve výši :

Znečišťující látka	Úspora emisí (t/rok)
Tuhé látky	0,00326
SO₂	0,00157
NO_x	0,31315
CO	0,05219
CO₂	367,09

2.5 Provozní zkušenosti

Na základě provozních zkušeností v jiných provozech lze konstatovat, že navržené zařízení je nenáročné na vlastní obsluhu, protože údržba ventilátorů vyžaduje pouze periodické kontroly (řemeny, případně mazání ložisek). Ostatní zařízení je v podstatě bezúdržbové. Péče o nově instalované zařízení tedy nebude zatěžovat navíc současný plán údržby stávajících vzduchotechnických jednotek.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Uvedená realizace pro využívání odpadního tepla je součástí větší investiční akce, která bude realizována v závodě Laufen CZ s.r.o. Znojmo. Investiční prostředky na realizaci budou vlastní.

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Uvedené zařízení se bude realizovat v závodě

LAUFEN CZ, s.r.o.
Průmyslová 14
670 40 Znojmo
tel.515 204 245

PLYNOVÁ KOGENERAČNÍ JEDNOTKA VE SPOLEČNOSTI CHOTĚBOŘSKÉ STROJÍRNY SLUŽBY a.s.

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

CHSS a.s. zajišťuje dodávku elektrické energie a tepla, výrobu nástrojů a zařízení pro strojírenskou a potravinářskou výrobu. Původním zdrojem energie byly dva uhelné parní kotle, jeden plynový parní kotel a soustrojí s kondenzační odběrovou turbínou. Po dožití uhelných kotlů by byla kondenzační výroba elektrické energie ze zemního plynu neekonomická a proto byla turbína odstavena. Parní zdroj s kombinovanou výrobou tepla a elektrické energie byl rekonstruován na plynovou teplovodní výtopnu.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Do rekonstruovaného plynového zdroje tepla s dvěma novými plynovými kotli VIESSMANN o tepelném výkonu 2 x 2,1 MW a původním parním kotlem BK 6,5 t/h doplněným výměníkem pára/voda, kterým jsou pokrývány špičky ve spotřebě tepla, byla instalována plynová kogenerační jednotka. El.energie i teplo vyrobené v kogenerační jednotce je zcela využito ve vlastní spotřebě závodu .

2.1 Popis řešení

V roce 2000 byla do závodu instalována plynová kogenerační jednotka typu KLASIK TBG 800 dodavatelem MOTORGAS s.r.o. o následujících základních parametrech :

- jmenovitý elektrický výkon	764 kW
- jmenovitý tepelný výkon	1 056 kW
- tepelný spád topného systému	90 / 70°C
- typ motoru	WAUKESHA P 48 GLD/2
- typ synchronního generátoru	STAMFORD HCI 634 J1
- svorková účinnost (zatížení 100%, 75%, 50%)	37,0%, 35,4%, 32,6%
- tepelná účinnost (zatížení 100%, 75%, 50%)	51,1%, 52,1%, 54,3%
- provozní účinník	0,8 – 1,0
- provozní tlak zemního plynu na vstupu	2 – 5 kPa

- hmotnost bez protihlukového krytu	10 350 kg
- hmotnost s protihlukovým krytem	12 650 kg
- hlučnost ve vzdálenosti 1 m bez krytu	97 dB/A
- hlučnost ve vzdálenosti 1 m s krytem	75 dB/A
- rozměry (délka x šířka x výška)	5,9 x 1,5 x 3,5 m

Řídicí systém kogenerační jednotky zajišťuje její plně automatizovaný provoz včetně automatického startu a odstavení s přífázováním a odfázováním. Řídicí systém je umístěn společně v jednom rozvaděči se silovou částí zajišťující vyvedení elektrického výkonu a jištění provozu.

Kogenerační jednotka KLASIK TBG 800 v protihlukovém krytu



Pomocí systému TELECONTROL je jednotka připojena na servisní dispečink MOTORGAS s.r.o. prostřednictvím internetu. Dispečink nejen nepřetržitě kontroluje

jednotlivé provozní stavy kogenerační jednotky, ale z časového vývoje sledovaných veličin je schopen i předvídat provozní problémy s včasným odstavením jednotky z provozu a odstraněním závady.

Protože je kogenerační jednotka vybavena synchronním generátorem je schopna i tzv. „ostrovního“ provozu s dodávkou elektrické energie do závodu při výpadku veřejné elektrické sítě.

Kogenerační jednotka je v závodě provozována celoročně cca 8 hodin denně pro vykrývání odběrových špiček elektrické energie. To umožňuje nižší platbu za dodávku max. elektrického příkonu ze sítě.

Výkon kogenerační jednotky byl vůči odběru tepla v závodě vhodně navržen tak, aby všechna vyrobená elektrická energie i teplo v jednotce bylo zcela spotřebováno v závodě. V letním období je pro možnost úplného využití vyrobeného tepla využíváno akumulace.

2.2 Energetické hodnocení provozu

Průměrná provozní bilance kogenerační jednotky při dosavadním provozu:

- spotřeba zemního plynu	4 500 MWh (14 570 GJ/r)
- výroba el. energie	1 400 MWh/r
- výroba tepla	7 000 GJ/r
- průměrná el. účinnost	34,6 %
- využití instalovaného el. výkonu	1 832 h/r

Celkové množství spotřebované energie v závodě a podíl kogenerační jednotky na jeho pokrytí :

- spotřeba el. energie v závodě	9 000 MWh/r
- spotřeba tepla v závodě celkem	42 000 GJ/r
- podíl kogenerační jednotky	
na dodávce el. energie	15,6 %
na dodávce tepla	16,7 %

2.3 Ekonomické hodnocení provozu

Vyrobenou elektrickou energii v kogenerační jednotce lze ocenit průměrnou cenou nakupované elektrické energie ze sítě, cca 2,0 Kč/kWh. Navíc je možno dle Cenového rozhodnutí ERÚ č.8/2006 uplatnit u lokálního distributora elektrické energie tzv. „příspěvek“ ve výši 1,48 Kč/kWh za elektrickou energii vyrobenou z kombinované výroby elektrické energie a tepla v období odběru elektrické energie ve VT.

Teplo vyrobené v kogenerační jednotce není nutno vyrobit v kotlích provozovaných v závodě a je tudíž oceněno úsporou nákladů za zemní plyn, který by kotelnou na jeho výrobu spotřebovala.

Do následující ekonomické bilance kogenerační jednotky jsou dosazeny tyto hodnoty :

- cena zemního plynu 250 Kč/GJ
- průměrná účinnost kotlů 85%
- průměrné náklady na údržbu a opravy jednotky 370 Kč/MWh vyrobené el. en.

Ekonomická bilance kogenerační jednotky :

- náklady na zemní plyn	$4500/10,5 \cdot 34 \cdot 250$	3 642 857 Kč/r
- zisk z výroby el. en.	$1400 \cdot 3480$	4 872 000 Kč/r
- zisk z výroby tepla	$7000/0,85 \cdot 250$	2 058 824 Kč/r
- náklady na údržbu a opravy	$1400 \cdot 370$	518 000 Kč/r
- rozdíl zisku a nákladů		2 769 967 Kč/r
- investiční náklady na kog. jednotku včetně vyvedení výkonu		10 500 000 Kč
- prostá návratnost		3,8 roku

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Změna v množství emisí při výrobě elektrické energie v kogenerační jednotce je hodnocena z celospolečenského hlediska tzn. porovnáním výroby elektrické energie v jednotce se zemního plynu s výrobou elektrické energie v systémových kondenzačních elektrárnách spalujících hnědé uhlí s účinností odprášení 99,9 % a účinností odsíření 80 %.

Spotřeba zemního plynu jen pro výrobu elektrické energie v kogenerační jednotce je stanovena z celkové spotřeby plynu pro jednotku po odečtení spotřeby plynu pro výrobu tepla, tedy pro 6 335 GJ/r (186 000 m³/r) zemního plynu.

Znečišťující látky (kg/rok)	el. energie z kogenerační jednotky	el. energie z kondenz. elektrárny	rozdíl
Tuhé	4	402	-398
SO₂	2	8 948	-8 946
NO_x	357	9 417	-9 059
CO	60	785	-726
CO₂	351 944	1 638 000	-1 286 056

2.5 Provozní zkušenosti

Během dosavadního provozu kogenerační jednotky se nevyskytly žádné podstatné závady. Provoz jednotky je prostřednictvím dispečinku MOTORGAS s.r.o. nepřetržitě monitorován. Drobnou údržbu jednotky zajišťuje provozovatel, plánované SO a GO opravy provádí dodavatel, MOTORGAS s.r.o.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Instalace kogenerační jednotky včetně vyvedení elektrického a tepelného výkonu do závodu byla financována z vlastních prostředků investora, CHSS a.s.

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Provozovatel :

CHOTĚBOŘSKÉ STROJÍRNY SLUŽBY, a.s.

ing. Sedlák, energetik

energetika@chss.cz

569 551 403

Herrmannova 520, Chotěboř

Dodavatel :

MOTORGAS s.r.o.

ing. Vladan Švaňa, jednatel

svana@motorgas.cz

603 227 120

Oderská 333, Praha 9

SOUSTROJÍ S PARNÍM MOTOREM VE SPOLEČNOSTI BIOFERM a.s. A DUKOL s.r.o.

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

V závodě BIOFERM a.s. Kolín je nutno redukovat tlak syté páry dodávané z Elektrárny Kolín o tlaku 0,8 MPa na tlak 0,2 MPa a teplotu mírně nad 100°C pro provoz atmosférických odparek.

V závodě DUKOL s.r.o. Ostrava je pára v množství cca 4 t/h a tlaku až 1,3 MPa produkována jako odpadní z technologie (chlazení reakčních nádob). Tato pára, pro kterou není v závodě DUKOL s.r.o. využití, je bezplatně dodávána do MCHZ a.s. Ostrava.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

V obou závodech bylo společností POLYCOMP a.s. instalováno paralelně ke stávajícím redukčním parním stanicím soustrojí s parním motorem pohánějící generátor elektrické energie zajišťující stejnou redukci tlaku páry jako redukční stanice. Průtok páry přes parní motor v obou závodech je přibližně stejný, cca 1,5 t/h. Zbývající požadované množství redukované páry je zajištěno provozem stávajících redukčních stanic.

Je nutno zdůraznit, že škrcení páry v redukčních stanicích je děj izoentaltický, protože škrcená pára nekoná žádnou mechanickou práci. Naopak při expanzi páry v parním motoru se jedná o generování mechanické práce a následně výrobu elektrické energie. I když je tlak páry za parním motorem stejný jako za redukční stanicí, entalpie páry za parním motorem je nižší o entalpický spád využitý pro výrobu elektrické energie. Pokud je tedy po instalaci parního motoru požadován v nízkotlaké parní síti stejný parní výkon je nutno dodávat do parního motoru ve vstupním tlaku zvýšený parní výkon o el. výkon soustrojí dělený celkovou účinností výroby elektrické energie (účinnost generátoru a tepelné ztráty z motoru do okolí).

2.1 Popis řešení

Parní motor je umístěn na společném ocelovém rámu s asynchronním generátorem, který je motorem poháněn napřímo bez převodovky. Zařízení je jako celek vybaveno řídicím systémem pro plně automatizovaný provoz včetně najíždění, odstávek při nedostatku páry, hlášení a registrace poruchových stavů, sledování provozních stavů a potřebných ochran při havarijních stavech. Rozvod, píst a pístní tyče nejsou mazány, takže je zaručena čistota výstupní páry.

Při konstrukci parního motoru byly z velké části použity díly z běžně dostupných a sériově vyráběných automobilových motorů - jako hlavní část kinetického mechanismu je použit upravený základ motoru nákladního automobilu PRAGA V3S. Proto jsou některé konstrukční celky motoru patentově chráněny. Regulace celého systému byla určována požadovaným a měnitelným tlakem emisní páry, který byl na dané hodnotě udržován změnou admisního tlaku – škrcením na vstupu do motoru.

Instalovaný tříválcový dvojčinný motor s nemazaným prostorem páry navazuje na původně testovaný prototyp jednočinného parního motoru a mazaným prostorem páry.

Základní údaje soustrojí

(pro admisní tlak 1,1 MPa, emisní tlak 0,3 MPa, průtok páry 1,5 t/hod)

jmenovitý svorkový výkon	50 kW _e
vrtání válců	130 mm
zdvih pístů	130 mm
počet válců	3
jmenovité otáčky	450 /min.

Kolísavé množství páry v předchozích instalacích si vynutilo hledání odpovídajícího způsobu regulace soustrojí. V obou závodech jsou jmenovité otáčky motoru přizpůsobovány okamžitě dodávanému množství páry tak, aby byl zajištěn optimální průběh expanze páry ve válcích. Za generátor je tedy instalován měnič frekvence pro zajištění její konstantní hodnoty při dodávce vyrobené elektrické energie.

Provozní podmínky v závodech :

BIOFERM a.s. Kolín

- tlakový spád páry z 0,8 MPa na 0,2 MPa
- průtok páry motorem cca 1,5 tun/hodinu
- el. výkon soustrojí je cca 30- 35 kW (výkon jednotky kolísá spolu s kolísáním tlaku a průtoku admisní páry)
- se souhlasem firmy Bioferm se na umístěné jednotce ověřuje životnost a vhodnost určitých materiálů při různých provozních podmínkách

DUKOL s.r.o. Ostrava

- tlakový spád páry z 1,0 MPa na 0,3 MPa
- průtok páry motorem cca 1,5 tun/hodinu
- el. výkon soustrojí je cca 30 kW

soustrojí je umístěno v ISO kontejneru ve kterém se ověřují různé provozní stavy a chod jednotky i s celou technologií v uzavřeném v prostoru a při daných tuhostech kontejneru

Soustrojí s parním motorem v BIOFERM a.s. Kolín





2.2 Energetické hodnocení provozu

V obou závodech je nepřetržitý provoz a tedy i průtok redukované páry. Při využití jmenovitého výkonu obou soustrojí cca 7 500 h/r je množství vyrobené elektrické energie v jednom soustrojí cca 230 MWh/r. Při respektování účinnosti generátoru a tepelných ztrát z motoru v celkové výši účinnosti výroby elektrické energie cca 90% je pro jedno soustrojí množství spotřebovaného tepla v páře na výrobu elektrické energie 256 MWh/r tj. 922 GJ/r.

2.3 Ekonomické hodnocení provozu

Cena páry dodávané z Elektrárny Kolín do BIOFERM a.s. Kolín je 219 Kč/GJ (r.2006, bez DPH).

Tržby za páru dodávanou z DUKOL s.r.o. Ostrava do MCHZ a.s. Ostrava jsou nulové.

Vyrobene množství elektrické energie je možno využít ve vlastní spotřebě obou závodů. Nákupní cena elektrické energie ze sítě pro BIOFERM a.s. je 2,27 Kč/kWh (r.2006), pro DUKOL s.r.o. je 2,0 Kč/kWh (r.2006). Navíc je možno dle Cenového rozhodnutí ERÚ č.8/2006 uplatnit u lokálního distributora elektrické

energie tzv. „příspěvek“ ve výši 0,35 Kč/kWh za elektrickou energii vyrobenou z kombinované výroby elektrické energie a tepla.

Úspora z výroby el. energie :

Bioferm	230 . (2 270 + 350)	602 600 Kč/r
Dukol	230 . (2 000 + 350)	540 500 Kč/r

Náklady na teplo pro výrobu el. energie :

Bioferm	922 . 219	201 900 Kč/r
Dukol	900 . 0	0 Kč/r

Ostatní provozní náklady (opravy, údržba)

měrný náklad 50 Kč/MWhe	11 500 Kč/r
-------------------------	-------------

Hrubý zisk z provozu soustrojí :

Bioferm	389 200 Kč/r
Dukol	529 000 Kč/r

Prostá návratnost

(investiční náklady na soustrojí včetně regulace cca 2,5 mil. Kč)

Bioferm	6,4 roku
Dukol	4,7 roku

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Pára dodávaná do závodu BIOFERM a.s. Kolín je vyráběna v Elektrárně Kolín převážně z hnědého uhlí. Spotřeba hnědého uhlí na výrobu 922 GJ/r tepla v páře pro výrobu 230 MWh/r elektrické energie v soustrojí s parním motorem je 1 152 GJ/r (při celkové účinnosti výroby páry a ztrát v rozvodu tepla mezi Elektrárnou Kolín a závodem Bioferm 80%).

Pára v závodě DUKOL s.r.o. Ostrava je vyráběná z odpadního technologického tepla, není tedy spotřebováváno žádné palivo.

Změna v množství emisí při výrobě elektrické energie v soustrojí s parním motorem je hodnocena z celospolečenského hlediska tzn. pro výrobu elektrické energie v systémových

kondenzačních elektrárnách spalujících hnědé uhlí s účinností odprášení 99,9% a účinností odsíření 80%.

Znečišťující látky (kg/rok)	pára z Elektrárny Kolín	el. en. z kondenz. elektrárny	rozdíl BIOFERM	rozdíl DUKOL
Tuhé	17	48	-31	- 48
SO₂	387	1 164	-777	- 1 164
NO_x	408	1 572	-1164	- 1 572
CO	34	131	-97	- 131
CO₂	96 432	295 274	-198 842	- 295 274

2.5 Provozní zkušenosti

Soustrojí s parním motorem v obou závodech slouží dodavateli společnosti POLYCOMP a.s. k získání zkušeností s provozem těchto zařízení v dlouhodobém provozu. Na rozdíl od původního konstrukčního řešení s mazaným prostorem páry nedochází u obou zmíněných motorů ke znečištění výstupní páry olejem.

Využití soustrojí s parním motorem pro výrobu elektrické energie je vhodný téměř u každého provozovatele parní kotelny při požadavku na redukci tlaku páry. Z hlediska ekonomie provozu tohoto zařízení je limitující hlavně dostatečný tlakový spád admisní a emisní páry, množství páry a časové roční využití instalovaného výkonu.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Instalace soustrojí s parním motorem do obou závodů byla financována dodavatelem, společností POLYCOMP a.s. Poděbrady pro možnost testování zařízení

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Provozovatel soustrojí :

BIOFERM a.s. Kolín

pan Ivoš Peer, výrobně technický ředitel

321 752 011

Havlíčková 140, Kolín IV

DUKOL s.r.o. Ostrava

ing. Jaroslav Doležal, vedoucí provozu

721 092 630

Chemická 1, Ostrava – Mariánské Hory

Dodavatel soustrojí :

POLYCOMP a.s.

ing. Vladimír Hrbek

vhrbek@polycomp.cz

325 604 200

Na Hrázce 22, Poděbrady

DECENTRALIZOVANÉ VYTÁPĚNÍ VELKOPROSTOROVÝCH HAL S VYUŽITÍM TMAVÝCH PLYNOVÝCH ZÁŘIČŮ VE FIRMĚ KEPÁK

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

Areál výrobního závodu firmy Kepák s.r.o. byl původně zásobován teplem z teplovodní přípojky vedené z cizí centrální kotelny spalující zemní plyn.

Vytápění výrobních hal bylo teplovodní prostřednictvím topných registrů, radiátorů a teplovzdušných jednotek SAHARA. Vytápění administrativních objektů je zajišťováno prostřednictvím předávací stanice a teplovodního systému s otopnými tělesy.

Jde o změnu stávajícího způsobu vytápění z centrálního na lokální vytápění v jednotlivých objektech s tím, že hlavní část výrobních hal je vytápěna tmavými plynovými zářiči.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

2.1 Popis řešení

Projekt řeší dokončení plynofikace v areálu výrobního závodu.

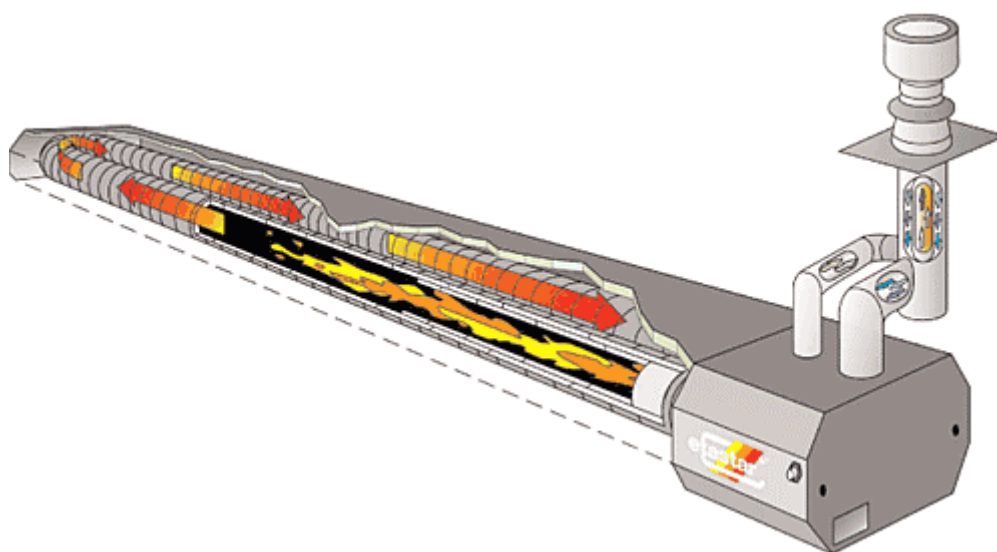
Řešení spočívá v decentralizaci vytápění a změně konvekčního případně teplovzdušného vytápění výrobních hal na vytápění sálavé prostřednictvím tmavých plynových zářičů.

Podmínkou realizace bylo vybudování plynových přípojek do jednotlivých hal.

Pro vytápění staré a nové části sociální a administrativní budovy byly instalovány nové tři plynové kotle THERM 90 TRIO a pro elektroúdržbu THERM 20 TLX.

Do výrobních hal a dílen byly instalovány tyto tepelné zdroje :

objekt	instalovaný výkon	navržené spotřebiče
Hala 1	300	infrazářič 2 x EST 42
Hala 2	300	infrazářič 2 x EST 42
Hala 3	150	infrazářič 1 x EST 42
Hala 4	512	infrazářič 4 x EST 33
Obrobna	35	Teplovzdušná jednotka 1 x UDSA 35
Údržba	29	Teplovzdušná jednotka 1 x UDSA 30
Lakovna	294	Infrazářič 1 x EST 42 1 x EST 39
Elektroúdržba	29,2	plynový agregát REZNOR 030



Tmavý plynový zářič SCHULTE

2.2 Energetické hodnocení provozu

Pro vytápění prostřednictvím tmavých plynových zářičů ze zkušeností z podobných instalací platí, že oproti teplovzdušnému vytápění je spotřeba zemního plynu o 20 - 40 % nižší. Budeme-li předpokládat úspory pouze 20 % bude roční potřeba tepla při decentralizovaném vytápění 7 431GJ a předpokládaná úspora 1 660 GJ.

2.3 Ekonomické hodnocení

Investiční náklady na vybudování decentralizovaného systému vytápění na bázi lokálních teplovodních plynových kotlů, teplovzdušných jednotek a tmavých zářičů jsou uvedeny v následující tabulce.

položka	cena bez DPH	
Projekční a inženýrská činnost	54 400	Kč
Dodávka a montáž topných technologií HALA 1	737 497	Kč
Dodávka a montáž topných technologií HALA 2	737 497	Kč
Dodávka a montáž topných technologií HALA 3	363 748	Kč
Dodávka a montáž topných technologií HALA 4	1 254 758	Kč
Dodávka a montáž topných technologií LAKOVNA	717 846	Kč
Dodávka a montáž topných technologií ÚDRŽBA	68 913	Kč
Dodávka a montáž topných technologií OBROBNA	75 702	Kč
Systém měření a regulace	177 453	Kč
Elektroinstalace	86 304	Kč
STL přípojky	195 300	Kč
Objekty regulace tlaku plynu	172 050	Kč
NTL rozvody plynu	330 894	Kč
NTL kotelna pro administrativní budovy	424 871	Kč
Nahrazení stávající přípojky do HUP	36 400	Kč
Úprava měření HUP	68 200	Kč
Dodávka topného systému do elektroúdržby	57 700	Kč
Cena díla celkem	5 559 533	Kč

Při ceně tepla 361 Kč/GJ budou roční náklady na vytápění 1 918 tis. Kč. Roční úspora vyjádřená ve finančních prostředcích je tedy 600 tis. Kč.

Prostá návratnost při IN 5 560 tis. Kč je tedy kratší než 10 let. Ve skutečnosti je úspora tepla na vytápění vyšší, neboť je možno vytápět pouze pracoviště která jsou obsazena a to jak prostorově tak časově.

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Závod je v současné době zásobován ze zdroje spalujícím zemní plyn. Stávající emise škodlivin jsou tedy vypočteny na základě emisních faktorů uvedených v příloze č.5 k nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

Výchozí stav emisí škodlivin je vypočten ze skutečné spotřeby tepla pro rok 2005 přepočtené na spotřebu zemního plynu ve výtopně zásobující závod teplem.

Znečišťující látka	změna zdroje vytápění		rozdíl
	výchozí stav (t/rok)	stav po realizaci (t/rok)	
Tuhé látky	0,0052	0,0044	0,0008
SO₂	0,00249	0,00209	0,0004
NO_x	0,49870	0,41899	0,0797
CO	0,08312	0,06983	0,0133
CO₂	516,10	433,61	82,49

Je zřejmé, že snížením spotřeby zemního plynu na vytápění pouze o 20 % lze snížit např. emise CO₂ o více než 82 tun/rok.

2.5 Provozní zkušenosti

Vytápění tmavými sálavými zářiči přináší daleko vyšší tepelnou pohodu pro zaměstnance. Instalací zářičů je na jednotlivých pracovištích dosahováno požadované teploty a to i při přerušovaném vytápění, neboť náběh teploty zářiče je v řádu minut.

Teplota pracovišť je regulována prostorovými termostaty a zároveň je možné vypínat sekce zářičů nad pracovišti která jsou v danou směnu neobsazena, čímž je dosaženo vyšších úspor než vypočtených.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Projekt byl financován z větší části z vlastních prostředků firmy za finanční podpory z Operačního programu na podporu průmyslu a podnikání.

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Realizátor:	KEPÁK spol s r.o.
se sídlem:	Sportovní 4
	602 00 Brno
zastoupený:	panem Zdeňkem Kepákem, jednatelem společnosti

5.0 DALŠÍ MOŽNÁ ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ

Alternativně byla uvažována výstavba centrální plynové kotelny o výkonu potřebném pro přípravu teplé vody a k pokrytí tepelné ztráty po zateplení objektu 1,6 MW.

Toto řešení je však jak z hlediska ekonomické návratnosti, tak emisí škodlivin méně výhodné než decentralizovaný zdroj vytápění s tmavými plynovými zářiči.

Vytápění velkoprostorových hal světlymi plynovými zářiči KASPO NKT Cables Kladno

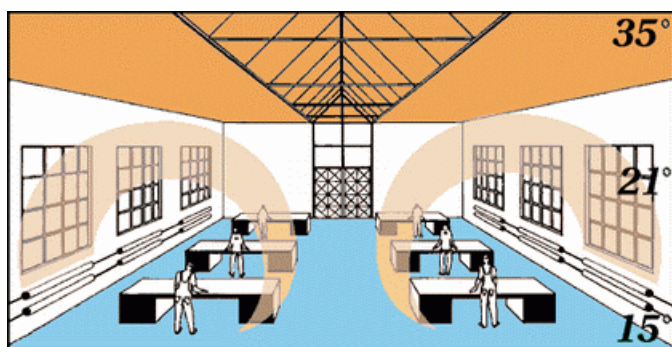
1. CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÍ

Tradiční teplovodní konvekční nebo teplovzdušné vytápění velkoprostorových výrobních hal je nahrazováno vytápěním sálavým na bázi plynových zářičů.

V průmyslových závodech tvoří náklady na vytápění hal významnou položku. Tyto náklady jsou vysoké zejména, jedná-li se o vytápění hal s větší výměnou vzduchu, nebo se značnými tepelnými ztrátami. Pokud není nutné udržovat teplotu v celém prostoru, ale jen na určitých místech nebo pracovištích, případně jen v určitých časových intervalech, stává se stálé vytápění hal značně neekonomické.

Vytápění hal konvekční

Otopné plochy radiátorů (registrů) zahřívají primárně vzduch, který proudí směrem vzhůru podél obvodových stěn. Teprve po vyhřátí prostoru pod stropem (pod

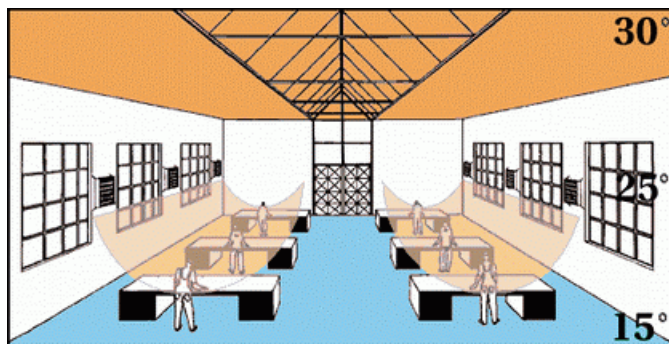


střechou haly) proudí část takto ohřátého vzduchu zpět k podlaze a vytápí i středové části haly. Vertikální rozložení teplot je při takovémto způsobu vytápění hal (pod stropem haly je třeba dosáhnout až 35°C, abychom

dosáhli 15°C při podlaze ve středu haly) naprosto neefektivní.

Vytápění hal teplovzdušné

Proud ohřátého vzduchu (jeho zdrojem jsou teplovzdušné soupravy nebo centrální soustředěný rozvod) je směřován při poměrně vysokých rychlostech do oblasti pobytu osob. Vlivem rozdílu teplot při takto řešeném

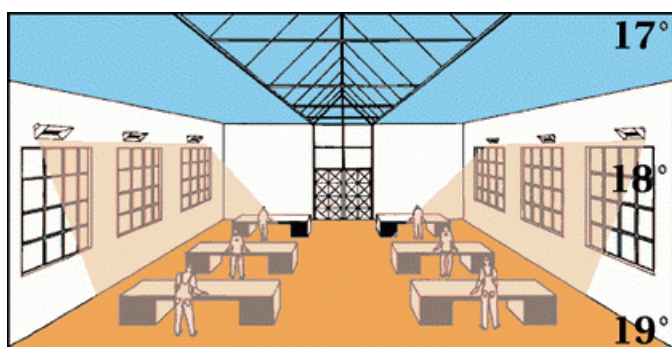


vytápění hal ovšem stoupá ohřátý vzduch velmi rychle pod strop (střechu haly). Zde

opět dochází ke značným tepelným ztrátám, přičemž je velice obtížné dosáhnout příznivých teplot při podlaze. Vertikální rozložení teplot při tomto způsobu vytápění hal je o něco příznivější než při konvekčním vytápění hal, ale i tak je dosahováno teploty pod stropem až 30°C, při teplotě u podlahy 15°C. I při tomto způsobu vytápění hal jsou tepelné ztráty střechou příliš vysoké.

Vytápění hal infrazářiči

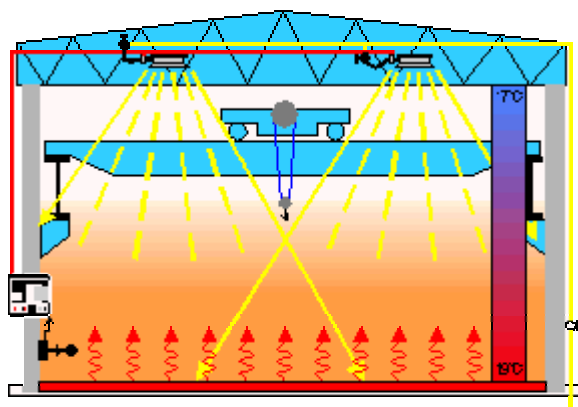
Energie vyzařovaná zářičem je směřována svisle (resp. šikmo) k podlaze přesně do oblasti pohybu osob. Zářiče lze vzhledem k vysoké teplotě povrchu sálavých ploch



umísťovat do značných výšek, případně řešit vytápění hal pouze pro jednotlivá pracoviště. Takto vyzářená energie ohřívá povrch podlahy a strojů, a od těchto je následně ohříván vzduch. Ten potom proudí při minimálních rychlostech vzhůru,

takže vertikální rozložení teplot od podlahy po výšku hlavy osob je při tomto způsobu vytápění takřka ideální.

Protože vytápění zářením je ve své podstatě dodávkou tepla přímo do potřebných



prostor, je ve srovnání s konvekčními nebo teplovzdušnými soustavami velice úsporné. V mnoha případech je to (zvláště u vytápění rozlehlých hal) prakticky jediný způsob, jak zajistit požadovanou teplotu uprostřed haly, aniž bychom přetápěli podstřešní prostor.

Ve většině případů se toto vytápění zřizuje kvůli osobám v těchto prostorách pracujícím a

proto je nezbytné brát ohled nejen na tepelnou pohodu, ale i na druh činnosti těmito osobami prováděnou. Jiné jsou nároky na práci vsedě, lehkou nebo těžkou práci, zda se lidé ve vytápěných prostorách zdržují trvale apod. Tato hlediska jsou velmi důležitá pro správné projektování vytápění hal a provoz soustav s infrazářiči.

2. ANALÝZA A STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

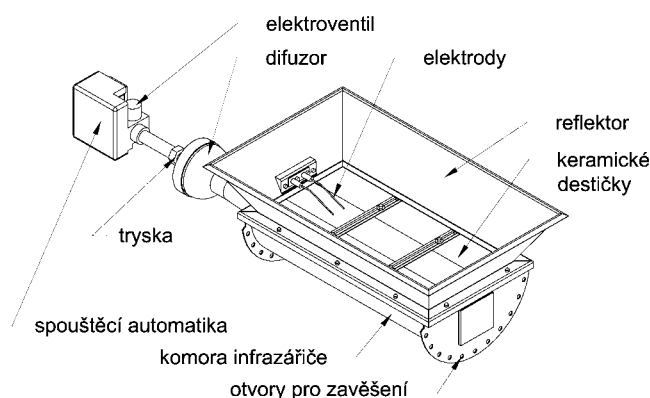
Hlavním zdrojem tepla pro vytápění výrobních hal i administrativních prostor byla výměňková stanice pára-voda napojená na vysokotlakou přípojku páry (1,8 MPa). Část páry zde byla redukována na tlak 0,6 MPa a využívána pro technologii i vytápění. Pro vytápění administrativních budov a přípravu teplé vody jsou instalovány podružné výměňkové stanice horká voda – teplá voda.

3. DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

3.1 Technický rozbor a popis řešení

Projekt řeší opravu a dostavbu stávajícího plynového odběrního zařízení. Současně s rekonstrukcí a dostavbou došlo k přechodu na vyšší tlakovou hladinu dodávaného zemního plynu a to na hodnotu 300 kPa na nové přípojce, dále na hodnotu 100 kPa ve stávajících hlavních vnějších rozvodech.

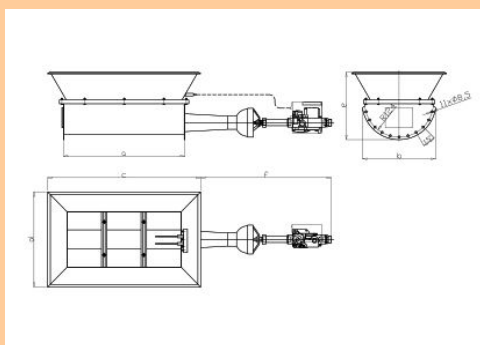
Původně bylo plynové odběrní zařízení provozováno na nízkotlaké úrovni s provozním přetlakem 2 kPa se samostatnou přípojkou DN 200. V objektu byl proveden stávající vnější trubicí rozvod pro dopravu zemního plynu pro nově navrhovanou tlakovou hladinou na úrovni 100 kPa. Vzhledem ke stávajícímu stavu trubicích rozvodů a jejich kapacitních možnostech rozhodl investor o provedení přestavby na vyšší tlakovou hladinu a zároveň s tímto krokem byl realizován požadavek na doplnění zdrojů jak sálavými zářiči, teplovzdušnými agregáty, tak teplovodními kotelny, v jednotlivých stávajících objektech. Areálu NKT Cables.



3.2 Ekonomické údaje a hodnocení

Přechod na vytápění plynovými zářiči byl realizován v několika etapách v průběhu let 1995 – 2007. V průběhu těchto let byly ve výrobních halách instalovány převážně světlé zářiče KASPO rady K20, 25, 30, 40 a v roce 2007 i 5 nízkoteplotních (tmavých) zářičů typu K100 a 200. Investiční náklady za jednotlivé etapy a v souhrnu jsou uvedeny v tabulce.

rok	počet	typ	IN
			tis.Kč
1995	10	K30	530
	13	K20	615
Celkem r.1995			1.145
1998	6	K30	320
1999	14	K30	750
2003	10	K30	530
2006	32	K20	1.515
	12	K25	600
	6	K30	320
	10	K40	590
Celkem r.2006			3.025
2007	4	K20	190
	3	K200	
	2	K100	2.600
Celkem r. 2007			2.790
Celkem - infrazářiče			8.560



Kromě instalace infrazáříčů byla provedena v r. 2006-07 provedena plynofikace celého areálu včetně kotlen v ceně dalších cca 5.000 tis. Kč



3.3 Energetické hodnocení, měrné ukazatelé

Pro vytápění prostřednictvím světlyých plynových zářičů ze zkušeností z podobných instalací platí, že oproti teplovzdušnému vytápění je spotřeba tepla o 30 - 40 % nižší.

3.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Infrazářiče KASPO mají od roku 1997 přidělenou ochrannou známku „Ekologicky šetrný výrobek“. Bezplamenné spalování zemního plynu na keramické desce zářiče zajišťuje minimální emise škodlivin a jejich provoz je schválen bez odvodu spalin. Emise CO jsou dle certifikovaných měření v rozmezí 10-17 mg/Nm³, emise NO_x v rozmezí od hodnot pod mezí detekce po 11 mg/Nm³.

4. FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Financování projektu bylo řešeno z vlastních prostředků firmy NKT Cables Kladno.

5. Identifikační údaje a kontakty

Realizátor:	NTS Cables, a.s.
se sídlem:	Průmyslová 1130 Kladno
Dodavatel :	KASPO Praha s.r.o.
se sídlem:	Nový Zlíchov 3172/6 Praha 5
Jednatelé společnosti :	Ing. Petr Šindelář Ing. Aleš Trunc

Vlhkostní sušení porcelánových izolátorů v závodě Merklín

Elektroporcelán Louny a.s.

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

1. Technologie horkovzdušného sušení

Tato původní užívaná technologie v závodě využívala pro sušící proces odpadní teplo z tunelové pece. Trvalým odstavením tunelové pece došlo k zachování této technologie vybudováním nového, samostatného plynového zdroje tepla o tepelném výkonu 370 kW. Pořizovací náklady na zdroj tepla 1,7mil.Kč.

Pro intenzifikaci sušení porcelánových výrobků v závodě bylo přistoupeno k realizaci následujícího demonstračního zařízení systému vlhkostního sušení.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Předmětem demonstračního projektu je vybudování komplexu sušáren na sušení porcelánových izolátorů s použitím technologie vlhkostního sušení v závodě Elektroporcelán Merklín u Karlových Varů, který patří pod Elektroporcelán Louny a.s. a je samostatnou Divizí izolátory Merklín.

Jedná se o realizaci tří kusů tříkomorových sušáren, celkem 9 ks komor s možností samostatného provozování každé z komor. Sušárny jsou situovány v 1NP objektu č. 21 závodu. Proti předchozímu klasickému systému sušení dochází k výraznému zkrácení sušící doby, zvýšení výrobní produkce a snížení energetické náročnosti na sušení.

Principem vlhkostního sušení je dávkování tlakově nízkopotenciální syté páry do sušícího prostředí, kterým jsou spaliny od plynového hořáku, čímž je udržována příslušná předepsaná relativní vlhkost v různých fázích průběhu sušení podle nastavené křivky sušení. Zvlhčené spaliny sytou párou výrazně zvýší intenzitu sdílení

tepla do sušených izolátorů a urychluje proces sušení. Zdrojem tepla pro sušící proces je tlakový plynový hořák.

Při klasickém způsobu sušení je v sušárně udržovaná pouze teplota sušícího vzduchu bez ohledu na relativní vlhkost v průběhu sušení.

2.1 Popis řešení

1. Strojní zařízení - popis

Sušárna sestává z těchto hlavních celků:

Těleso sušárny

Ocelová kostra tvoří nosnou část sušárny. Je zhotovená z běžných válcovaných profilů. Na podlahu haly je ukotvena kovovými rozpěrnými kotvami pomocí kotevních desek.

Kostra je oplášťena izolačními panely PROMATEC 120. Na vjezdu do každé komory sušárny je ruční zateplený uzávěr ukotvený k ocelové kostře sušárny.

Vzduchotechnika

Vzduchotechnické potrubí zajišťuje přívod, cirkulaci a odtah sušícího prostředí. Všechny rozvody jsou umístěny na strop sušárny. Potrubí dopravuje během sušícího cyklu sušící médium o teplotě 25 až 150⁰C .Potrubí přívodu a rozvodu media je opatřeno tepelnou izolací.

Přívod sušícího média je realizován radiálním ventilátorem. Odpadní médium je odsáváno samotahem komína.

Přívod páry

Parní potrubí je zaústěno do přívodního potrubí vzduchu na výtlačné straně přívodního ventilátoru. Vlhkostním regulačním obvodem je řízeno dávkování páry přímo do přiváděného suchého vzduchu a to v souladu dle předem nastavené sušící vlhkostní křivky.

Zdroj tepla

Je tvořen hořákem WEISHAUPPT WG 20N/1-C o maximálním výkonu 200 kW. K výbavě hořáku patří regulační a zabezpečovací zařízení. Teplota sušícího média je řízena nadřazeným regulátorem, který je součástí řídicího systému. Topným médiem je zemní plyn. Hořák je umístěn v podtlakové části přívodního ventilátoru. V přívodu plynu ke každému hořáku je instalována regulační řada plynu.

2. Popis technologie

Každá komora je opatřena na vjezdu dvojkřídlými vraty. Do každé komory lze zavést 26 ks regálů s naloženými izolátory.

Nosnou část sušárny tvoří ocelová kostra. Je zhotovená z běžných válcovaných profilů. Na podlahu haly je ukotvena kovovými rozpěrnými kotvami pomocí kotevních desek. Kostra je oplášťena izolačními panely PROMATEC 120. Na přední straně sušárny je zateplený ruční uzávěr. Do každé ze tří komor se stávajícím vozíkem zaváží sušárenské palety naložené sušenými výrobky.

Sušárna je kotvena pomocí rozpěrných kovových kotev k rovnému betonovému základu. Zatížení na jednu patku ocelové konstrukce sušárny činí cca 55 kN. Zadní stěna sušárny je přivařena k rámu zakotvenému ve zdi.

Vzduchotechnické potrubí zajišťuje přívod, cirkulaci a odtah sušícího média. Všechny rozvody jsou umístěny na strop sušárny. Potrubí dopravuje během sušícího cyklu spaliny o teplotě 30 až 150⁰C .Potrubí přívodu a rozvodu spalin je opatřeno tepelnou izolací.

Parní potrubí je zaústěno do přívodního potrubí vzduchu na výtláčné straně přívodního ventilátoru. Vlhkostním regulačním obvodem je řízeno dávkování páry přímo do přiváděného suchého sušícího média a to v souladu dle předem nastavené sušící vlhkostní křivky. Sytá pára je vyráběna ve vyvíječi páry přímotopeným plynem.

Zdroj tepla pro každou komoru je tlakový plynový hořák Weishaupt WG 20N/1-C. K výbavě hořáku patří regulační a zabezpečovací zařízení a ovládací část pro řízení a zabezpečení hořáku. Teplota sušícího média je řízena nadřazeným regulátorem, který je součástí řídicího systému. Topným médiem je zemní plyn. Hořák je umístěn v podtlakové části přívodních ventilátorů.

Sušící medium z hořáku je a dodáváno ventilátory s regulací množství pomocí frekvenčních měničů. Odpadní sušící medium je odváděno přímými odtahy umístěnými ve stropě sušárny. V odtahových komínech a vratném potrubí jsou instalovány klapky pro regulaci teploty a vlhkosti v komoře.

Průběh sušení je automaticky regulován a to pro každou komoru zvlášť. Vzhledem k požadavku na enormně šetrného sušení je v každé komoře několik velkorozměrových výústek, takže rychlost sušícího média nepřesahuje 2 m/s. Sušící cyklus probíhá podle zadaných sušících křivek, každá komora sušárny může být provozována podle jiné křivky. Signály z MaR jsou svedeny do programovatelného

řídícího systému, který zajišťuje veškeré regulační algoritmy. Na tento automat je připojeno vizualizační PC, kde je grafickou a numerickou formou zobrazeno základní technologické schéma sušárny s dalšími funkcemi, jako jsou archivace naměřených údajů, zobrazení aktuálních historických trendů, změna parametrů regulátorů, výstupní tiskové protokoly apod. Pro zobrazení okamžitých hodnot teplot a času v jednotlivých komorách a pro možnost obsluhy zařízení i při náhodném výpadku PC je v rozvaděči zabudován operátorský panel.

Sušicí cyklus se spouští po zavezení sušárenské komory. Od tohoto okamžiku cyklus probíhá a je kontrolován automaticky. Ve svém průběhu se člení do pěti fází podle požadavku na teplo a vzduch v souvislosti s odpařovací křivkou výrobků.

Skutečný konečný sušicí cyklus byl upřesněn a odzkoušen při zkušebním provozu sušáren.

1. fáze (fáze prohřívání)

Na počátku sušicího cyklu probíhá prohřívání výrobku jako celku na konstantní teplotu bez nadměrného povrchového odpařování.

Teplota

Vzestup teploty v kanále sušárny na cca 40 °C probíhá plynule s minimální rychlostí ohřevu. Předpoklad - počáteční teplota v kanále cca 25 °C

Relativní vlhkost

Při počátečním období cyklu je relativní vlhkost udržována mezi 90 - 95 % .Pro zajištění vysoké relativní vlhkosti bez nadměrného odpařování z výrobků je použita cirkulace spalin a přidávání páry do přívodního vzduchu, řízeného vlhkostním regulačním obvodem. Výdechová klapka je uzavřena. Ventilátor dopravuje spaliny regulovaně teplotně a vlhkostně dle požadavku průběhu sušicí křivky.

2. fáze (fáze stejnoměrného odpařování)

Teplota

Teplota v sušárně průběžně stoupá na 60°C – křivka 1 (50°C – křivka 2)

Relativní vlhkost

Hladina relativní vlhkosti v komoře se plynule zredukuje v souladu s odpařovací křivkou výrobků na hladinu přibližně 60 %. Při této druhé fázi sušícího cyklu nastává intenzivní odpařování vody a dochází k zahájení soustředěného sušícího procesu. Vlhkostní regulační obvod s přidáváním páry do přívodního vzduchu pomáhá udržovat nastavenou hodnotu relativní vlhkosti až do konce této fáze.

3. fáze (fáze intenzivního sušení)

Teplota

Teplota se plynule zvedne na 90°C .

Relativní vlhkost

Po dosažení kontrolního bodu daného hodnotou relativní vlhkosti sušících spalin cca 50% se uzavře přívod páry pro jejich zvlhčování. Od tohoto okamžiku upravuje příslušný regulační obvod vlhkost sušících spalin otevíráním výdechové klapky. Klapka cirkulačních spalin sleduje otevírání či zavírání výdechové klapky.

4. fáze (fáze s klesající intenzitou odpařování)

Teplota

Teplota je udržována na hodnotě 90°C.

Relativní vlhkost

Je udržována dle křivky vlhkosti otevíráním výdechové klapky.

5. fáze - 30 min. chlazení

Tato fáze slouží pouze k ochlazení sušeného zboží pro snadnější manipulaci.

Vypne se plynový hořák, otevře se naplno výdech, ventilátor jede na plný výkon.

Poznámka: v některých případech uvedeného způsobu sušení, kdy není přesně známa sušící křivka, je možná aplikace paropropustných folií, do kterých se izolátory před sušením zabalí, jak je zřejmé z fotografické dokumentace. Folie umožňuje odvod vlhkosti ze sušených izolátorů a zároveň brání průniku vyšší vlhkosti z okolního prostředí sušárny. Sušení pak probíhá šetrnějším způsobem, ale zpravidla s prodlouženou dobou sušení.

Současnou nevýhodou instalovaného systému je skutečnost, že není formou rekuperace využíváno odpadní teplo ohřátých spalin odcházejících ze sušárny do okolního prostředí. Stejně platí i o pro případy, kde dochází k ochlazování výrobků po konečné fázi sušení.

Realizace sušáren byla prováděna postupně a započata v roce 2002 a 2005, kdy byly realizovány dvě trojice sušárenských komor a dokončena v druhé půlce roku 2006, kdy byla realizována poslední trojice sušárenských komor a do konce roku 2006 probíhal zkušební provoz. Od roku 2007 a pak následoval trvalý provoz celého komplexu zařízení.

Technické údaje zařízení

Základní technické parametry jedné trojice komor

Typ sušárny	komorová
Počet komor	3 ks stejných komor
Sušené zboží	porcelánové izolátory
Vstupní vlhkost w_p	18 %
Výstupní vlhkost w_p	1 %
Pracovní teplota v sušárně	30 ÷ 110 °C
Doba sušení – hmota C 130	140 hod
– hmota C 110	100 hod
Hmotnost vsázky v komoře max	14 000 kg
Množství vody odpařené za jeden sušící cyklus	2 390 kg
Způsob ložení	na paletách
Základní stavební rozměry sušárny	
- délka	5 700 mm
- šířka	8 500 mm
- výška	3 150 mm

Rozměry kanálu

- šířka	2 300 mm
- výška	3 000 mm
- délka	5 700 mm

Počet palet v jedné komoře	26 ks
Zdroj tepla pro sušení	tlakový monoblokový plynový hořák
Palivo	zemní plyn, $H_u = 34 \text{ MJ/m}^3_n$, $p = 3 \div 5 \text{ kPa}$
Instalovaný příkon elektrické energie	18 kW
Spotřeba elektrické energie	cca 8 kWh/h (0,8 MWh/cyklus)
Tepelný výkon zdroje tepla pro každou komoru	200 kW
Parametry páry pro vlhčení sušícího media	0,15 MPa, 110°C
Parametry zemního plynu	3 – 5 kPa - připojovací rozměr 3xDN25

Zařízení je vybaveno centrálním řídicím systémem pro bezobslužný provoz.

Energetické a ekonomické hodnocení provozu

Srovnání konkrétní spotřeby energie na technologii sušení mezi horkovzdušným a vlhkostním sušícím procesem

Technologie horkovzdušného sušení

Tato technologie využívala pro sušící proces odpadní teplo z tunelové pece. Trvalým odstavením tunelové pece došlo k zachování této technologie vybudováním nového, samostatného plynového zdroje tepla o tepelném výkonu 370 kW. Pořizovací náklady na zdroj tepla 1,7mil.Kč.

Provozní údaje za období 1. pololetí r. 2007

Denní spotřeba zemního plynu	750 m ³ tj. 25,5 GJ
Spotřeba za období 1.pololetí r.2007	140 tis.m ³ tj. 4 770 GJ
Průměrná měsíční spotřeba plynu	23,3 tis.m ³ tj. 793 GJ
Kapacita sušení	30 t/měsíc
Průměrná měrná spotřeba energie plynu při sušení	26,4 GJ/t
Průměrná doba sušícího cyklu od obtočení výrobku	21 dnů

Technologie vlhkostního sušení

Zařízení pro využití této technologie bylo postupně v závodě zaváděno od r.2002. V současné době jsou v závodě 3 tříkomorové vlhkostní sušárny. Každá komora sušárny pracuje v samostaném provozním režimu.

Provozní údaje za období 1. pololetí r. 2007

Spotřeba zemního plynu za období 1.pololetí r.2007	216 tis.m ³ tj. 7 355 GJ
Průměrná měsíční spotřeba plynu	36 tis m ³ tj. 1 226 GJ
Doba cyklu jedné komory	140-210hod
Kapacita sušení	cca 120 t/měsíc
Průměrná měrná spotřeba energie plynu při sušení	10,2 GJ/t
Průměrná doba sušícího cyklu od obtočení výrobku	6-9 dní

Pořizovací náklady na vlhkostní sušení 15mil.Kč (bez nákladů na vyvíječ páry tj. cca 2,5mil Kč)

Úspora tepla vlhkostním sušením proti klasickému způsobu	16,2 GJ/t
Úspora plynu na 1 t usušených výrobků	477 m ³ /t
Úspora nákladů na 1 t usušených výrobků	3 800 Kč/t
Při průměrné roční výrobě 1 400 t/r usušených výrobků je úspora	5 472 tis.Kč
Prostá doba návratnosti vložených investičních prostředků vychází	3,2 roku

Z hlediska celkových investičních prostředků potřebných na realizaci ve srovnáním s jinými zdroji se jedná o akci zajímavou a investičně ne příliš náročnou.

Při současných průměrných tržbách za užívaný zemní plyn vychází prostá doba návratnosti vložených investičních prostředků na realizaci možností využívání vlhkostního sušení cca 3,2 roků.

Hodnocení vlivu na životní prostředí

Na základě dosavadního provozu a zkušeností provozovatele je možno zařízení hodnotit velmi pozitivně s prokazatelnými výhodami pro výrobu v závodě a ozdravění ekologicky postižené oblasti Krušných Hor.

Jedná se především o výrazně nižší spotřeby zemního plynu, zkrácení doby sušení proti klasickému původnímu způsobu sušení.

Provozní zkušenosti

Provozní zkušenosti velmi dobré. Zařízení je jednoduché bez možností vzniku významnějších provozních poruch. Zatím velmi spolehlivé bez poruchové.

Přínosy zavedením technologie vlhkostního sušení:

- Vytvoření podmínek pro výrobu izolátorů z korundových hmot dle IEC 672
- Zvýšení konkurence schopnosti závodu
- Rozšíření výrobního portfolia o izolátory pro svodiče přepětí, izolátory s požadavky na mechanické vlastnosti apod.
- Zkrácení výrobní doby finálního produktu o cca 14dní
- Zvýšení objemu výroby, spolu s vybudováním další pecní kapacity pro další rozšíření strojní výroby plášťových izolátorů o 600t tj. index nárůstu 1,5 proti r.2006

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Investiční náklady :

Celkové investiční náklady na realizaci zařízení pro vlhkostní sušení 17 500 tis.Kč
z toho:

vlastní technologie sušáren	15 000 tis.Kč
parní vyvíječ syté páry	2 500 tis.Kč

Financování bylo provedeno z vlastních provozních prostředků závodu.

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Provozovatel zařízení a investor :

Název: Elektroporcelán Louny a.s.
Adresa: Postoloprtská 2685, 440 15 Louny
Divize izolátory Merklín u Karlových Varů
Zastoupený : Eduard Š k i v r a - ředitel
Telefon: 353 678 111, 737 269 228
Fax: 353 678 140

Projektové práce :

Název: PKI – Teplotechna Brno s.r.o.
Adresa: Anenská 4, 656 26 Brno
Kontakt : Ing. Miloš H o l í k, Ing. Stanislav H l i n k a
Telefon: 543 124 000
Fax: 543 124 001

Dodavatel technologického zařízení sušáren a montáž:

Název: PKI – Teplotechna Brno s.r.o.
Adresa: Anenská 4, 656 26 Brno
tel. : 543 124 000
fax : 543 124 001

Místo realizace projektu :

Sušárny s technologií vlhkostního sušení jsou vybudovány v závodě Elektroporcelán Merklín u Karlových Varů v přízemí objektu č. 21.

Vnější pohled na zavážecí vrata sušáren



Pohled na zadní části sušících komor



Pohled na zavezené izolátory do sušící komory při obvyklém způsobu vlhkostního sušení





Pohled na zavezenou komoru izolátory před sušením po zabalení do folie, jedná se o sušení v případech, kdy není přesně známa sušící křivka.



INSTALACE TEPELNÉHO ČERPADLA VE SPOLEČNOSTI RYBENOR s.r.o.

1.0 STRUČNÝ POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

Společnost RYBENOR s.r.o. Žalhostice zabývající se zpracováním dovážených mořských ryb zrekonstruovala bývalé objekty stavebního podniku v Mlékojedech u Litoměřic na výrobní a administrativní prostory. Přestavba byla prováděna během roku 2004 v plném provozu je od roku 2005.

Původní areál stavebního podniku byl vytápěn kotelnou spalující hnědé uhlí s dvěma teplovodními kotli ČKD DUKLA o výkonu 750 kW. Kotelna byla stavebnímu podniku pronajata.

V rámci rekonstrukce objektu stavebního podniku pro účely společnosti Rybenor s.r.o. bylo navrženo i obvyklé řešení vytápění i chlazení. Po vybudování plynové přípojky měl být objekt administrativy napojen na kotelnu o výkonu cca 500 kW umístěnou ve stávající výměňkové stanici. Pro výrobní objekt byla navržena plynová kotelna o výkonu 100 kW a kompresorové chladicí jednotky s vypařovací teplotou 0°C resp. -5°C pro chlazení skladových prostor s vnitřní teplotou 12°C resp. 2 – 5°C. Obě chladicí jednotky měly být instalovány v uzavřené samostatné strojovně chlazení v technologickém přístavku. Chladicí kondenzátory o patřičném výkonu měly být umístěny na konstrukci střechy této strojovny.

2.0 DEMONSTRACE ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Na základě požadavků investora byl původní záměr na rekonstrukci vytápěcího a chladicího systému změněn na instalaci dvou kompresorových tepelných čerpadel, která dodávají chladicí vodu pro výrobní objekt Rybenoru (chlazené sklady) a současně teplo pro vytápění i přípravu TUV (pro výrobní objekt i pro administrativní budovu).

2.1 Popis řešení

V objektu byla instalována dvě tepelná čerpadla ve dvou samostatných strojovnách, které se liší teplotní úrovní chlazené vody a využitím kondenzačního tepla. Tepelná čerpadla Hennlich Industrietechnik s.r.o. řady DS 6485.3 pracují jako zdroje chladu s možností využití kondenzačního tepla pro vytápění objektů a ohřev TUV.

Strojovna I s jedním tepelným čerpadlem slouží pro chlazení prostor s teplotami 2-5°C. Z vyrovnávací nádrže chladu je chladicí voda čerpána potrubím do koncových jednotek v jednotlivých místnostech. Okruh chladicí vody je trvale v provozu, regulace zapíná a vypíná ventilátory jednotlivých jednotek v závislosti na dosažené teplotě vzduchu v místnosti. Ze sekundární (topné) strany tepelného čerpadla jsou přes deskový výměník napojeny dva akumulární ohříváky TUV o objemu 900l.

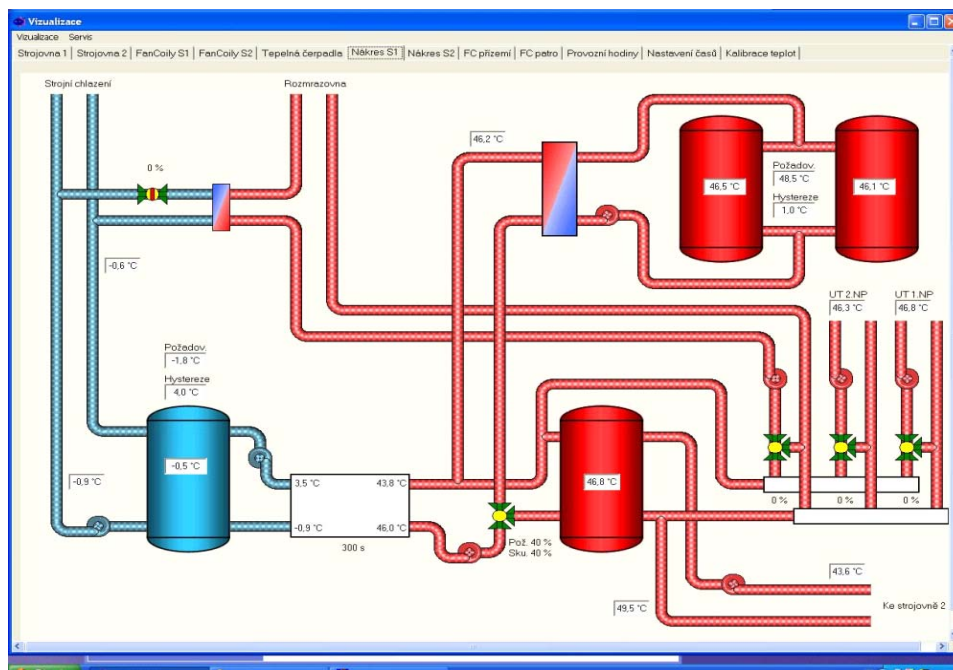
Ohříváky jsou umístěny v sousední místnosti a jsou se strojovnou propojeny předizolovaným potrubím uloženým v zemi. Z vyrovnávací nádrže sekundárního okruhu je dále napojen topný systém výrobního objektu.

Strojovna I je propojena předizolovaným potrubím uloženým v zemi se Strojovnou II. Toto propojení umožňuje mařit případné přebytky tepelné energie v deskovém výměníku umístěném ve Strojovně II, vodou čerpanou ze studní. Hlavní funkcí tohoto zařízení je chlazení, odpadní teplo je využito v nejvyšší možné efektivní míře. Veškeré provozní režimy jsou ovládány systémem MaR.

Strojovna I, tepelné čerpadlo a vyrovnávací nádrž vytápěcího systému

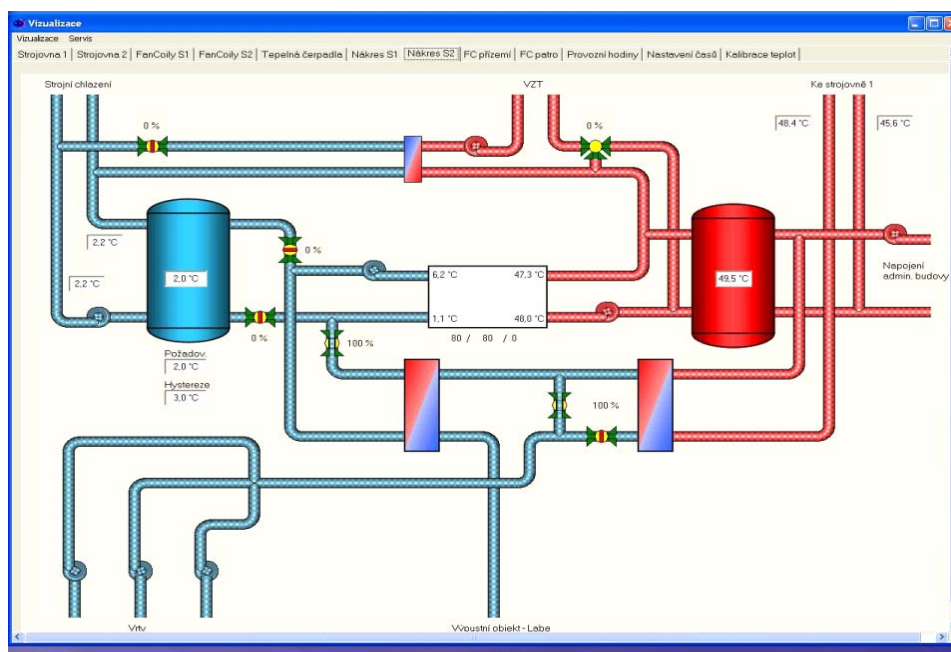


Schema Strojovny I



Strojovna II s druhým tepelným čerpadlem je zdrojem chladicí vody o teplotě 1-5°C pro chlazené prostory s vnitřní teplotou 12 °C. Kondenzační teplo je využito pro vytápění a ohřev TUV v sousedním objektu.(ubytovna, administrativa). Pokud má být spolehlivě zajištěna dodávka tepla bez ohledu na okamžitou potřebu chladu, musí být k dispozici ještě další zdroj primární energie. Tím je podzemní voda ze studní umístěných na pozemku investora. Během vytápěcího provozního režimu tohoto tepelného čerpadla je chlazení zapojeno přednostně, a regulační systém přepíná primární zdroje. Pro napojení sousedního objektu bylo částečně využito stávajících potrubních rozvodů.

Schema strojovny II



Obě strojovny jsou vybaveny samostatným rozvaděčem s hlavním jištěním pro pohon kompresoru a ostatních zařízení. Zařízení lze spouštět pomocí ovládacího programu v automatickém, nebo ručním režimu. Řídicí počítač je umístěn ve Strojovně I, dále je celé zařízení prostřednictvím GSM modemu monitorováno z pracovišť společnosti Hennlich Industrietechnik s.r.o. v Litoměřicích.

Topný systém výrobního objektu je napojen ze Strojovny I. Kondenzační teplo je odváděno buď do topného systému, nebo do ohříváků TUV. Topný systém je navržen na teplotní spád 55/45 °C. Pro vytápění sousedního objektu administrativy je navrženo propojení mezi Strojovnou II a původní předávací stanicí. Zařízení bylo upraveno tak, aby umožňovalo provoz s rozdílným průtočným množstvím topné vody.

Obě tepelná čerpadla zajišťují trvalou dodávku chlazené nemrznoucí směsi do sítě na níž jsou napojeny jednotlivé výměníky s ventilátory. Teplota v místnostech je udržována na požadované hodnotě termostaty, které ovládají chod ventilátorů. Kondenzační teplo Strojovny I je přednostně využito pro ohřev TUV a vytápění výrobního objektu, přebytky tepla jsou mařeny ve výměnících ve Strojovně II.

Strojovna I chladí na vyšší teplotu, kondenzační teplo je v zimě využito k vytápění objektu administrativy. Tepelné čerpadlo ve Strojovně II slouží pro vytápění objektu administrativy i v době mimo provoz chladicího zařízení, zdrojem tepla je voda z podzemních vrtů.

2.2 Energetické hodnocení provozu

Bilance spotřeby tepla a chladu v Rybenor s.r.o.

celková spotřeba tepla pro vytápění a TUV	4 200 GJ/r
celková spotřeba chladu	2 400 GJ/r
spotřeba zemního plynu pro vytápění a TUV	4 770 GJ/r
spotřeba el. energie pro chlazení	330 MWh/r

Původně projektované výkony plynových kotlen a chladicích jednotek :

instalovaný výkon kotelny	
pro administrativní budovu	500 kW
pro výrobní objekt	100 kW
instalovaný chladicí výkon	480 kW

Základní provozní hodnoty instalovaných 2 ks tepelných čerpadel

Tepelné čerpadlo	DS6485.3			
teplota primár/sekundár		-5°C/45	0°C/45	5°C/50
topný výkon	kW	323	370	419
elektrický příkon	kW	119	119	136
chladicí výkon	kW	204	251	283

Spotřeba el. energie pro provoz tep. čerpadel	502 MWh/r
---	-----------

2.3 Ekonomické hodnocení provozu

INVESTIČNÍ NÁKLADY NA PŮVODNĚ PROJEKTOVANÉ PLYNOVÉ KOTELNY A CHLADICÍ JEDNOTKY

plynové kotelny	1,4 mil. Kč
plynová přípojka	0,2 mil. Kč
chladicí zařízení	6,9 mil. Kč
celkem	8,5 mil. Kč

INVESTIČNÍ NÁKLADY NA DEMONSTRAČNÍ PROJEKT (TEPELNÁ ČERPADLA)

tepelná čerpadla	3,8 mil. Kč
strojovny	1,2 mil. Kč
vrty	0,5 mil. Kč
rozvody chladicí vody	1,4 mil. Kč
potrubí	0,5 mil. Kč
elektroinstalace	0,9 mil. Kč
M a R	1,2 mil. Kč
topný systém	0,5 mil. Kč
celkem	10,0 mil. Kč

Náklady na spotřebu energie k provozu původně projektované plynové kotelny a chladicí jednotky

dodávka zemního plynu (250 Kč/GJ)	1 192 500 Kč/r
dodávka el. energie (2 000 Kč/MWh)	660 000 Kč/r
celkem náklady	1 852 500 Kč/r

Náklad na spotřebu energie k provozu tepelných čerpadel

<i>dodávka el. energie (2 000 Kč/MWh)</i>	<i>1 004 000 Kč/r</i>
---	-----------------------

Rozdíl nákladů při provozu TČ a původním návrhem 848 500 Kč/r

(jsou zanedbány ostatní náklady – mzdové, opravy a údržba – které se pro původně projektovaný stav a pro provoz tepelných čerpadel příliš neliší)

Prostá návratnost zvýšených investic na tepelná čerpadla 1,8 roku

2.4 Hodnocení vlivu na životní prostředí

Je porovnáno množství emisí při provozu původně projektovaných plynových kotlen s chladicími jednotkami a množství emisí z provozu tepelných čerpadel. Emise v následující tabulce jsou stanoveny z celospolečenského hlediska tzn. pro výrobu elektrické energie v systémových kondenzačních elektrárnách spalujících hnědé uhlí s účinností odprášení 99,9% a účinností odsíření 80%.

Znečišťující látky (kg/rok)	původní projekt			tepelná čerpadla	rozdíl
	plyn	el. energie	celkem	el. energie	
Tuhé	3	94	97	144	47
SO₂	1	2 109	2 110	3 208	1 098
NO_x	269	2 220	2 489	3 377	888
CO	45	185	230	281	51
CO₂	265 000	386 100	651 100	587 340	- 63 760

Při provozování tepelných čerpadel se, v porovnání s původně navrhovaným řešením, všechny emise zvýší kromě emisí CO₂ které budou o cca 10% nižší.

2.5 Provozní zkušenosti

Instalovaná tepelná čerpadla jsou schopna plně pokrýt spotřebu chladu i tepla závodu Rybenor s.r.o. v Mlékojedech. Vzhledem ke spotřebované el. energii na pohon tepelných čerpadel a množství změřeného využitého chladu a tepla je pro průměrný topný faktor 3,1 a průměrný chladicí faktor 2,1 dosaženo cca 63% využití vyrobeného chladu a cca 75% využití vyrobeného tepla. Dle požadavku provozovatele byl výkon tep. čerpadel vůči provozu závodu předimenzován i přes námitky dodavatele. Uvedený stupeň využití chladicího a topného výkonu instalovaných tepelných čerpadel tedy námitky dodavatele potvrdil.

3.0 FINANCOVÁNÍ PROJEKTU

Realizace kompletního demonstračního projektu byla zajištěna formou EPC (energy performance contracting) společností Hennlich Industrietechnik s. r.o., která byla současně dodavatelem tepelných čerpadel.

4.0 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE A KONTAKTY

Dodavatel :

HENNLICH INDUSTRIE TECHNIK s.r.o.

o.z. G – TERM

ing. Karel Kodiš, technický ředitel

602 191 755

kodis@hennlich.cz

Litoměřice, Českolipská 9

DEMONSTRAČNÍ PROJEKTY

RAEN spol. s r.o., 2007

„Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007– část A – PROGRAM EFEKT“.