

## Technická fakulta ČZU Praha

Autor: **Martin Junek**

Semestr: **letní 2007**

Konzultační středisko: **Jičín , SMAD**

## Rekonstrukce kotelny - výměna kotle v objektu ubytovacího zařízení

### Původní stav vytápění objektu :

1958 – Truhlářství fa. Junek a synové (dostavba objektu a zřízení kotelny)

[Kotel na tuhá paliva VSB-4 \(80kW\), výrobce Železářny a drátovny, n.p. Bohumín](#)



1961 – Vyvlastnění objektu státem

1961 - 1989 – Pohřební služba, Opravny obuvi, Okresní podnik služeb

1990 – Navrácení objektu

- Pronájem fa. Výrek s.r.o – textilní firma  
(odloučené učňovské středisko , švadleny)

2000 – Pronájem fa. Multifoto

V roce 2005 došlo vzhledem k požadavkům nájemce ke změně vytápění objektu. Nájemce zde instaloval Elektrokotel ELVYT , výrobce Čestice s.r.o (AMITECH, info@amitech.cz)

2006 – Ukončení provozu fa. Multifoto , přestavba objektu na ubytovací zařízení.

Dle vyhlášky č.91/1993 Sb. u kotlen nad 50kW nutné, aby provoz řídil pouze kvalifikovaný pracovník. Toto není za současných podmínek možné zajistit. Z tohoto důvodu zde byl ještě na topnou sezónu 2006/2007 ponechán fa. Multifoto elektrokotel.

2007 – Rekonstrukce kotelny (výměna kotle) 09/2007

[Elektrokotel ELVYT , výrobce Čestice s.r.o \(AMITECH, info@amitech.cz\)](mailto:info@amitech.cz)

Jako náhradní vytápění je v objektu kotelny umístěn elektrokotel ELVYT . Moderní konstrukce klasického odporového elektrokotle spolu s výkonným elektronickým řízením vytváří zařízení, které se vyznačuje jednoduchostí, tichým chodem, snadnou montáží, malými rozměry a bohatou nabídkou základních i dopřikových funkcí. Provoz kotle je řízen zcela automaticky podle teploty v místnosti a ostatních ovládacích a blokovacích signálů. Vestavěná elektronika zajišťuje postupné nabíhání i vypínání výkonu, blokování při vysoké sazbě a nastavitelné zpoždění po příjmu blokovacího signálu HDO. Maximální výkon lze nastavit ve třech stupních. Teplota topné vody se automaticky přizpůsobuje okamžitým tepelným ztrátám objektu. Maximální teplotu výstupní vody lze omezit vestavěným termostatem 0 - 85 °C.



napájecí soustava	3+PE+N, 380/220 V
elektrický příkon	18 - 30 kW
krytí	IP 41
provozní teplota	max. 85 °C
provozní tlak	max. 400 kPa
objem nádoby	17 litrů
rozměry š / v / h	450 / 600 / 180 mm
hmotnost	30 kg

Provozní náklady na vytápění objektu 2006/2007

**NT - stav elektroměru kWh za období topné sezóny**

kWh := kW·hr

říjen := 588866·kWh

kveten := 661716·kWh

celkem := kveten – říjen

celkem = 72850 kWh

Cena za 1 kWh = 1,05 Kč

kWh := 1.05 Kč

celkem := 72850 kWh

Náklady na vytápění:

celkem<sub>n</sub> := celkem·kWh

celkem<sub>n</sub> = 76492.5 Kč

Vzhleden k stoupajícím cenám energie jsou poměrně vysoké provozní náklady.

## Navrhovaný stav vytápění objektu :

Požadavky : Kotel musí být plně automatický s minimální údržbou, splňovat emisní limity a nesmí být s výkonem nad 50kW. Předpokládaná cena rekonstrukce 100.000,-Kč.

Oslovena byla topenářská fa. Martinovský, která navrhla nový automatický kotel EKOEFEKT 48 od fa. Ekoefekt kotle s.r.o.Litvínov ([www.kotle.cz](http://www.kotle.cz)). Zajistí veškeré dodavatelské práce spojené s rekonstrukcí kotelny a dále i servis v případě nutných oprav.

Rozměry budovy      délka := 15m      šířka := 10m

vytápenaplocha := délka · šířka

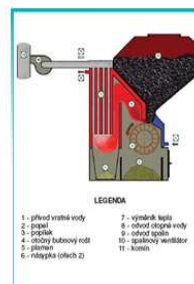
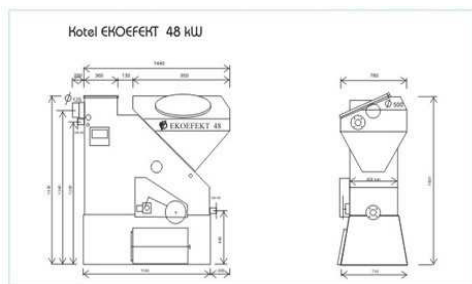
vytápenaplocha = 150 m<sup>2</sup>

výskastrovu := 3m      podlaží := 2

vytápenyobjem := vytápenaplocha · výskastrovu · podlaží

vytápenyobjem = 900 m<sup>3</sup>

## Teplovodní kotel EKOEFEKT 48 ((10 – 48 kW)



Parametry

Typ		E-48
Jmenovitý výkon	kW	48
Optimální regulovaný výkon	kW	10–48
Spotřeba uhlí	kg/h	2–12
Optimální vytápěný prostor	m	1200
Účinnost v závislosti na uhlí	%	80
Obsah násypky (standardní)	kg	220
Max. prac. přetlak topné vody	kPa	200
Max. teplota topné vody	°C	95
Hluk kotle (ventilátoru)	dB	55
Hmotnost	kg	490
Výška kotle s násypkou (stand.)	mm	1600
Šířka kotle s násypkou (stand.)	mm	780
Hloubka kotle s násypkou (stand.)	mm	1440
Vstupní a výstupní voda	DN mm	50
Průměr kouřovodu	mm	125
Teplota spalin	°C	150–230
Elektrický příkon/napětí	W/V	280/230
Vodní objem	litr	140
Doporučené palivo	hnědé uhlí – ořech 2 (zrnitost 5–25 mm)	
Třída kotle		3

## Funkce kotle

Základem všeho je poměrně malá plocha otáčivého roštu, která se podstatně liší od předchozích typů kotlů. Uhlí se při hoření postupně automaticky posouvá z násypky na rošt, na kterém hoří pouze nejnutnější množství uhlí k momentální potřebě tepla v objektu. Spalování probíhá vždy za dostatečného přívodu vzduchu, který zaručí dokonalé spalování všech hořlavých látek obsažených v uhlí. Staré typy kotlů se regulovaly uzavíráním dvířek, čímž se sice oheň utlumil, ale zároveň docházelo k nedokonalému spalování a obrovským úletům škodlivin. U současných kotlů řídí spalování automatická regulace kotle a topný výkon je utlumován postupně. Tím se zajistí dokonalé spalování. V případě, že není nutno objekt vytápět v průběhu dne v topné sezóně, je oheň v topeništi utlumen a doutná pouze několik uhlíků. Popel, kterého je cca 1/12 z množství dodaného paliva automaticky padá do popelníku. Uhlí obsahuje určité procento popeloviny a ostatních látek, jehož množství se liší podle výskytu v těžební pánvi a kvalitě uhlí. Kotel je konstruován výhradně pro spalování hnědého uhlí - ořech 2. Zatápění se provádí jednoduchým způsobem, pouze na začátku topné sezóny, cca po 10 minutách dodává do topné soustavy požadovaný výkon pro vytápění objektu. Uhlí s vlastností stáložáru v kotli nevyhasne ani v případě 24 až 48 hodinového výpadku elektrické energie a bez zapálení a zásahu obsluhy se automaticky znovu spustí. Během topné sezóny obsluha provádí pouze občasnou kontrolu 1x za den až dva dny při plném výkonu a 1x za tři dny při sníženém výkonu, přičemž naplní zásobník novým uhlím. Zauhlování bude prováděno podle výkonu kotle ručně. Účinnost kotle přesahuje 80 %, což je vysoké číslo a svědčí o velmi dobré konstrukci a kvalitním spalovacím procesu, který v kotli probíhá. Kotel jsou zařazeny do třídy 3 dle normy ČSN EN 303-5

## Princip a regulace kotle

Principem je roštové spalování s řízeným přívodem paliva na válcový otočný rošt a s řízeným přívodem vzduchu. Kotel pracuje v podtlakovém režimu tzn. přívod primárního a sekundárního spalovacího vzduchu zajišťuje kouřový ventilátor. Při nastavení provozního režimu kotle je nutno dbát na to, aby teplota vratné vody nepoklesla pod 65 °C, jinak může dojít k nízkoteplotní korozi teplosměnné plochy kotle. Výrobce doporučuje toto zabezpečit např. použitím čtyřcestného směšovacího ventilu v topném systému. Topnou soustavu je vhodné provozovat s nuceným oběhem čerpadlem. Regulace výkonu kotle v rozsahu 10 - 100 % se nastavuje regulátorem v ovládací skřínce na boku kotle nebo dorazovým šroubem na rameně krokování. Kotel udržuje teplotu nastavenou na provozním termostatu, zapíná a vypíná motory potřebné k provozu (kotel buď topí, nebo netopí - je v klidu). Výkon kotle se vztahuje na uhlí o výhřevnosti 17 MJ/kg a o zrnitosti 5-25 mm. Tento výkon při kvalitativně horším uhlí mírně klesá, při lepším uhlí stoupá. Větší zrnitost dosažitelný výkon snižuje.

## Doporučený režim vytápění

Kotel se nastaví na konstantní teplotu od 65 - 90 °C a automatická regulace čtyřcestného ventilu ovládá teploty v objektu ekvitermně nebo z referenční místnosti. Lze použít i pro podlahové vytápění. Uvnitř ovládací skříňky je umístěn další termostat - havarijní, který nedovolí přehřátí vody nad 98 °C. Na základě došlých signálů od termostatu je zapínán nebo vypínán chod ventilátoru a dávkování uhlí tzn. provoz zapnuto/vypnuto. Rošt je speciální segmentové válcové konstrukce a probíhá na něm přesně regulovaný spalovací proces. Otáčivý pohyb roštu zajišťuje přísun uhlí ze zásobníku a odvod škváry do popelníkového prostoru. U správně nastaveného krokování roštu musí být popel odcházející do popelníku do šeda vyhořelý.

Vývod spalin z kotle probíhá kouřovodem, který je spojen s kouřovým ventilátorem (kouřovod je svařovaná ocelová roura tl. 1 mm nebo nerez, výrobce nedoporučuje používat ohebné hadice). V trubkovnici výměníku jsou umístěny spirální usměrňovače spalin, které slouží ke zvýšení účinnosti spalování a zároveň pro čištění trubek výměníku. Doporučená účinná výška komína je min. 5m. Kotel vyžaduje komín (nejlépe dvousložkový např. typ Shiedel UNI) o vnitřním průměru dle výkonu kotle. Při plném provozu kotel pracuje v oblasti převážně nekondenzujících spalin. Teplota spalin se pohybuje v rozmezí 160 - 230 °C a provoz kotle by měl být bez viditelného kouře z komína.

Elektrická zařízení kotle jsou napájena z ovládací skříňky napětím 230V/50Hz nebo 400V/50Hz. Příkon, který kotel potřebuje k provozu tj. k pohánění motoru ventilátoru a pohonu krokovacího mechanismu se liší dle výkonu kotle. V klidovém stavu, tzv. teplé záloze kotel elektrickou energií téměř nepotřebuje.

**Měření emisí z kotle na pevná paliva EKOEFEKT 48**  
při spalování hnědého uhlí ořech 2 z produkce Severočeských dolů, a.s.

Srovnání naměřených hodnot s emisním limitem pro střední spalovací zdroje

EKOEFEKT 48			
Parametr	Koncentrace naměřená (mg.m-3)	Emisní limit *) (mg.m-3)	Plnění emisního limitu
TL	71	250	ANO
Oxid siřičitý	1541	2500	ANO
Oxidy dusíku - NOx	452	650	ANO
Oxid uhelnatý – CO	533	650	ANO

**Datum měření:** 2. 3. 2005

Koncentrace škodlivin jsou v suchých spalinách za normálních podmínek (0 °C, 101325 Pa) přepočteny na 6 % O<sub>2</sub>

\*) emisní limit pro stávající zdroj znečišťování ovzduší

Pozn: - z naměřených hodnot půlhodinových průměrů koncentrací plyných emisí (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a CO) žádná hodnota nepřekročila 120 % hodnoty emisního limitu,  
- z naměřených koncentrací tuhých znečišťujících látek při jednotlivých gravimetrických zkouškách žádná hodnota nepřekročila 120 % hodnoty emisního limitu.  
- emisní limity pro střední spalovací zdroje jsou stanoveny Nařízením vlády č. 352/2002 Sb.

### Náklady spojené s rekonstrukcí kotelny :

Nákup kotle .....	<b>96.985,-</b> Kč vč. DPH 19%
Topenářské práce .....	<b>8.150,-</b> Kč vč. DPH 19%
(likvidace původního kotle a připojení stávajícího)	
Elektro práce.....	<b>3.970,-</b> Kč vč. DPH 19%
(přípojka ke kotli)	
-----	
Cena celkem .....	<b>109.105,-</b> Kč vč. DPH 19%

### Předpokládané náklady na provoz ([www. vytapeni.tzb-info.cz](http://www.vytapeni.tzb-info.cz))

Mesto : Rychnov nad Kněžnou

$t_{em}$  - střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období [°C]  
Průmernou denní teplotou venkovního vzduchu je čtvrtina součtu venkovních teplot měřených ve stínu s vyloučením sálání okolních stěn v 7,00, 14,00 a ve 21,00 hod., přičemž teplota naměřená ve 21,00 hodin se počítá dvakrát.

$t_{em} := 13 \text{ C}$

Délka topného období	$d := 254$	dnů
Prům. teplota během otopného období	$t_{es} := 3.5$	C
Venkovní výpočtová teplota	$t_e := -12$	C
Tepelná ztráta objektu	$Q_c := 12.5$	kW
Průmerná vnitřní výpočtová teplota	$t_{is} := 22$	C
Vytápecí denostupne	$D := d \cdot (t_{is} - t_{es})$	$D = 4699 \text{ K} \cdot \text{dnů}$
Opravné součinitele a účinnosti systému	$\epsilon_i := 1$	$\eta_o := 0.95$
	$\epsilon_t := 1$	$\eta_r := 0.93$
	$\epsilon_d := 1$	
Opravný součinitel $\epsilon$	$\epsilon := \epsilon_i \cdot \epsilon_t \cdot \epsilon_d$	$\epsilon = 1$
$Q_{vyt_T} := \left( \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \right) \cdot \left( \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{t_{is} - t_e} \right) \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}$	$Q_{vyt_T} = 168.944$	GJ / rok
1 GJ = 0,27778 MWh	$GJ := 0.27778$	
$Q_{vyt_J} := Q_{vyt_T} \cdot GJ$	$Q_{vyt_J} = 46.929$	MWh / rok

K výpočtu jsem využil kalkulátor porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva, který se nachází na internetových stránkách [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz).

Spotřeba tepla/rok: 168.944 GJ = 46.929 MWh

Spotřeba paliva  $Sp := 11729 \text{ Kg}$  (hnedé uhlí) - automatický kotel (80%)

Cena paliva  $Cp := 1.9 \text{ Kc}$

Náklady na vytápění za rok  $Nvr := Sp \cdot Cp$   $Nvr = 22285.1 \text{ Kc}$







