



p̄kv

Vytváříme
energeticky
šetrný svět.

TECHNICKO – EKONOMICKÁ STUDIE

STUDIE ENERGETICKÉHO, EKOLOGICKÉHO A EKONOMICKÉHO STAVU PLYNOVÉ KOTELNY

Věznice Břeclav



Datum provedení	26.05.2017
Zpracovatel	
PKV BUILD s.r.o.	Ing. Jiří Pech Ing. Ondřej Vaněk
Vedoucí úkolu	Ing. Jiří Španihel
Zpracoval	Ing. Rostislav Hegar Ing. Miroslav Kyjovský

Obsah

1.1	Identifikace	3
2	Popis výchozího stavu	4
2.1	Vstupní podklady	4
2.2	Předmět studie	4
2.3	Základní údaje o předmětu studie.....	4
2.4	Zhodnocení výchozího stavu	4
3	Navrhovaný stav.....	5
3.1	Optimalizace výkonu zdroje.....	5
3.2	Volba výkonu zdroje tepla.....	13
3.3	Investiční náklady na nový zdroj tepla	13
3.4	Ekonomické vyhodnocení	13
3.5	Environmentální vyhodnocení.....	14
4	Závěr	15
4.1	Závěrečné zhodnocení.....	15

1. Identifikační údaje

1.1 Identifikace

Zadavatel	
Název firmy	Vězeňská služba ČR
Adresa	Soudní 1672/1a, 140 00 Praha 4
IČ	00212423
Zástupce	Ing. František Janota

Zpracovatel	
Název firmy	PKV BUILD s.r.o.
Adresa	Senožaty 284, 394 56 Senožaty
IČ	28149785
Zástupce	Ing. Jiří Pech, Ing. Ondřej Vaněk
Vedoucí úkolu	Ing. Jiří Španihel
Zpracoval	Ing. Rostislav Hegar, Ing. Miroslav Kyjovský

2 Popis výchozího stavu

2.1 Vstupní podklady

Pro vypracování předkládané studie sloužily podklady získané od zadavatele a z místního šetření v areálu věznice.

2.2 Předmět studie

Posouzení energetického, ekologického a ekonomického stavu plynové kotelny.

2.3 Základní údaje o předmětu studie

V areálu věznice jsou umístěny dvě plynové kotelny, které slouží k zásobování věznice topnou vodou pro potřeby vytápění a přípravy teplé vody. V této studii je řešena pouze jedna plynová kotelna, v níž je instalováno pět teplovodních stacionárních kotlů Viadrus G 100.

Všechny kotle jsou vyrobeny v roce 1993. Instalovaný jmenovitý tepelný výkon jednoho kotle činí 105 kW. Celkový instalovaný výkon kotelny je tedy $5 \times 105 = 525$ kW. Dle vyjádření obsluhy kotelny nejsou dva kotle využívány z důvodu poruchy a provozovány jsou max. zbylé tři kotle. V kotelně jsou dále umístěny dva stojaté zásobníky teplé vody, každý o objemu 2 500 l, úpravna vody, expanzní systém (3 ks expanzních nádob, každá o objemu 300 l), rozdělovač a sběrač topné vody.

Kotelna, resp. většina technologického zařízení kotelny, je původní z roku 1993.

Parametry kotlů jsou uvedeny v následující tabulce.

Základní parametry kotlů							
Zařízení	Výrobce	Typ	Výr. číslo	Rok výroby	Jmen. výkon	Jmen. příkon	Jmen. účinnost
					kW	kW	%
Kotel K1	ŽDB Bohumín	Viadrus G 100	304756	1993	105	117	89,7
Kotel K2	ŽDB Bohumín	Viadrus G 100	304753	1993	105	117	89,7
Kotel K3	ŽDB Bohumín	Viadrus G 100	304757	1993	105	117	89,7
Kotel K4	ŽDB Bohumín	Viadrus G 100	302115	1993	105	117	89,7
Kotel K5	ŽDB Bohumín	Viadrus G 100	304754	1993	105	117	89,7

Tab. č. 1 – Základní parametry kotlů

2.4 Zhodnocení výchozího stavu

Stávající zařízení kotelny je v udržovaném a provozuschopném stavu. Životnost technologického zařízení kotelny se obvykle pohybuje v rozmezí 20 až 25 roků. I po dosažení

živostnosti jednotlivých technologických zařízení lze kotelnu provozovat, ovšem bude nutné počítat se stále se zvyšujícími provozními výdaji na údržbu kotelny a případnými poruchami systému zásobování teplem a teplou vodou. Posuzovaná kotelna byla zrealizována v roce 1993, tj. před 24 lety a je na pokraji své životnosti.

Na základě výše uvedeného doporučujeme provést celkovou rekonstrukci kotelny, včetně optimalizace výkonu zdroje (kotlů).

3 Navrhovaný stav

3.1 Optimalizace výkonu zdroje

Pro optimalizaci výkonů nově navržených kotlů ve stávající kotelně Věznice Břeclav byly využity tyto poskytnuté materiály:

- Databáze denních spotřeb ZP v kalendářním roce 2016
- Protokoly z posledního měření emisí stávajících kotlů.
- Průměrné denní teploty v kalendářním roce 2016.

Využitím dat z protokolu měření emisí byla výpočtem stanovena průměrná účinnost všech instalovaných kotlů v čase měření. Ta činila při zohlednění komínové ztráty a ztráty sdílením tepla do okolí cca 91,2%. Průměrná provozní účinnost kotlů byla s přihlédnutím k jejich stávajícímu způsobu provozování odborně odhadnuta na 90%. S touto účinností bylo dále počítáno při stanovování průměrných denních hodinových výkonů kotlů. Následně byla analyzována poskytnutá data denních spotřeb ZP ve výše sledovaném období.

V prvním kroku bylo vybráno dvacet nejvyšších denních spotřeb ZP v kalendářním roce 2016. K těmto spotřebám byly výpočtem stanoveny průměrné denní hodinové tepelné výkony kotlů a teplo v palivu vztažené k výhřevnosti. Spotřebám byly přiřazeny data jejich výskytu, dny týdne jejich výskytu a průměrné denní teploty. Ve výpočtu bylo počítáno s výhřevností ZP ve výši 34,75 MJ/m³ převzaté z poskytnuté faktury (10,71 kWh/m³ spalného tepla). Výsledky výpočtů jsou zobrazeny v následující tabulce.

Dvacet nejvyšších denních spotřeb zemního plynu (ZP) v kalendářním roce 2016						
Poř. č.	Spotřeba ZP	Tep. výkon hod.	Teplo v palivu	Datum	Den týdne	Prům. den. teplota
	(m ³)	(kW)	(GJ)			(°C)
1	652	236,0	23	5.1.2016	Úterý	-3,0
2	651	235,7	23	23.1.2016	Sobota	-3,3
3	604	218,7	21	20.1.2016	Středa	-3,3
4	594	164,7	16	12.2.2016	Pátek	4,3
5	594	164,7	16	12.2.2016	Pátek	4,3
6	591	214,0	21	22.1.2016	Pátek	-5,0
7	587	212,5	20	1.1.2016	Pátek	-1,3
8	584	211,4	20	7.1.2016	Čtvrtek	-0,3
9	573	207,4	20	26.1.2016	Úterý	3,0
10	570	206,3	20	6.1.2016	Středa	-1,3
11	564	204,2	20	3.1.2016	Neděle	-0,6
12	563	203,8	20	12.1.2016	Úterý	5,6
13	556	201,3	19	21.1.2016	Čtvrtek	-1,3
14	554	200,6	19	16.1.2016	Sobota	0,6
15	552	199,8	19	15.1.2016	Pátek	2,6
16	549	198,7	19	24.12.2016	Sobota	2,5
17	548	198,4	19	18.1.2016	Pondělí	-2,0
18	545	197,3	19	27.1.2016	Středa	3,0
19	543	196,6	19	21.12.2016	Středa	-1,0
20	541	195,8	19	10.1.2016	Neděle	1,6

Tab. Č. 2 – Dvacet nejvyšších denních spotřeb zemního plynu v kalendářním roce 2016

Ve druhém kroku bylo vybráno dvacet dnů s nejnižší venkovní teplotou v kalendářním roce 2016 a jim přiřazeny spotřeby ZP. K těmto spotřebám byly opět výpočtem stanoveny průměrné denní hodinové tepelné výkony kotlů a teplo v palivu vztažené k výhřevnosti. Výsledky této analýzy jsou zobrazeny v následující tabulce.

Spotřeby zemního plynu (ZP) pro 20 nejnižších průměrných venkovních teplot v roce 2016						
Poř. č.	Prům. den. teplota (°C)	Spotřeba ZP (m³)	Tep. výkon hod. (kW)	Teplo v palivu (GJ)	Datum	Den týdne
1	-5,0	591	214,0	21	22.1.2016	Pátek
2	-3,6	505	182,8	18	4.1.2016	Pondělí
3	-3,3	604	218,7	21	20.1.2016	Středa
4	-3,3	651	235,7	23	23.1.2016	Sobota
5	-3,0	652	236,0	23	5.1.2016	Úterý
6	-2,6	594	215,0	21	19.1.2016	Úterý
7	-2,5	534	193,3	19	31.12.2016	Sobota
8	-2,0	548	198,4	19	18.1.2016	Pondělí
9	-1,3	587	212,5	20	1.1.2016	Pátek
10	-1,3	570	206,3	20	6.1.2016	Středa
11	-1,3	556	201,3	19	21.1.2016	Čtvrtek
12	-1,3	520	188,2	18	20.12.2016	Úterý
13	-1,2	537	194,4	19	22.12.2016	Čtvrtek
14	-1,0	530	191,9	18	2.1.2016	Sobota
15	-1,0	502	181,7	17	17.1.2016	Neděle
16	-1,0	543	196,6	19	21.12.2016	Středa
17	-0,8	528	191,1	18	23.12.2016	Pátek
18	-0,6	564	204,2	20	3.1.2016	Neděle
19	-0,3	584	211,4	20	7.1.2016	Čtvrtek
20	0,0	441	159,6	15	4.12.2016	Neděle

Tab. č. 3 – Spotřeby ZP pro 20 nejnižších průměrných venkovních teplot v roce 2016

Z porovnání obou tabulek je zřejmé, že spotřebu paliva ovlivňuje i příprava TV a způsob provozování tepelného zdroje. Spotřeba paliva při nejnižší venkovní teplotě (-5,0°C) je až šestá v pořadí a při druhé nejnižší venkovní teplotě (-3,6°C) až 37. v pořadí nejvyšších denních spotřeb ZP a podobně.

Ve třetím kroku byly stanoveny maximální, minimální a průměrné tepelné výkony a spotřeby paliva pro jednotlivé měsíce kalendářního roku 2016 ve členění pracovní den, soboty a neděle a všechny dny celkem. Výsledky výpočtů jsou zobrazeny v následujících dvou tabulkách.

Maximální, minimální a průměrné denní hodinové tepelné výkony v kalendářním roce 2016									
Měsíc roku	Max. prac. den	Min. prac. den	Prům. < > 0 prac. den	Max. So, Ne	Min. So, Ne	Prům. < > 0 So, Ne	Max. všechny dny	Min. všechny dny	Prům. < > 0 všechny dny
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Leden	236,0	161,8	200,1	235,7	163,3	195,2	236,0	161,8	198,5
Únor	177,7	144,8	163,5	184,3	154,6	173,8	184,3	144,8	166,3
Březen	182,1	136,1	162,9	174,5	138,7	159,0	182,1	136,1	161,9
Duben	161,1	74,6	115,5	156,8	67,7	118,1	161,1	67,7	116,3
Květen	116,6	51,0	68,2	118,7	31,9	64,1	118,7	31,9	67,0
Červen	55,4	43,4	50,9	58,6	41,3	50,8	58,6	41,3	50,8
Červenec	54,3	41,3	47,8	54,7	39,8	47,4	54,7	39,8	47,7
Srpen	53,2	42,0	48,2	60,5	43,1	48,7	60,5	42,0	48,4
Září	90,1	48,1	57,6	95,2	38,7	57,7	95,2	38,7	57,6
Říjen	152,0	69,5	132,3	153,1	61,5	121,6	153,1	61,5	128,9
Listopad	184,6	132,5	157,9	177,4	143,4	161,7	184,6	132,5	158,9
Prosinec	196,6	144,1	171,4	198,7	147,7	176,1	198,7	144,1	172,8

Tab. č. 4 – Max., min. a průměrné denní hodinové tepelné výkony v kalendářním roce 2016

Maximální, minimální a průměrné denní spotřeby ZP v kalendářním roce 2016									
Měsíc roku	Max. prac. den	Min. prac. den	Prům. < > 0 prac. den	Max. So, Ne	Min. So, Ne	Prům. < > 0 So, Ne	Max. všechny dny	Min. všechny dny	Prům. < > 0 všechny dny
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Leden	652	447	553	651	451	539	652	447	548
Únor	491	400	452	509	427	480	509	400	459
Březen	503	376	450	482	383	439	503	376	447
Duben	445	206	319	433	187	326	445	187	321
Květen	322	141	189	328	88	177	328	88	185
Červen	153	120	141	162	114	140	162	114	140
Červenec	150	114	132	151	110	131	151	110	132
Srpen	147	116	133	167	119	135	167	116	134
Září	249	133	159	263	107	159	263	107	159
Říjen	420	192	365	423	170	336	423	170	356
Listopad	510	366	436	490	396	447	510	366	439
Prosinec	543	398	474	549	408	487	549	398	477

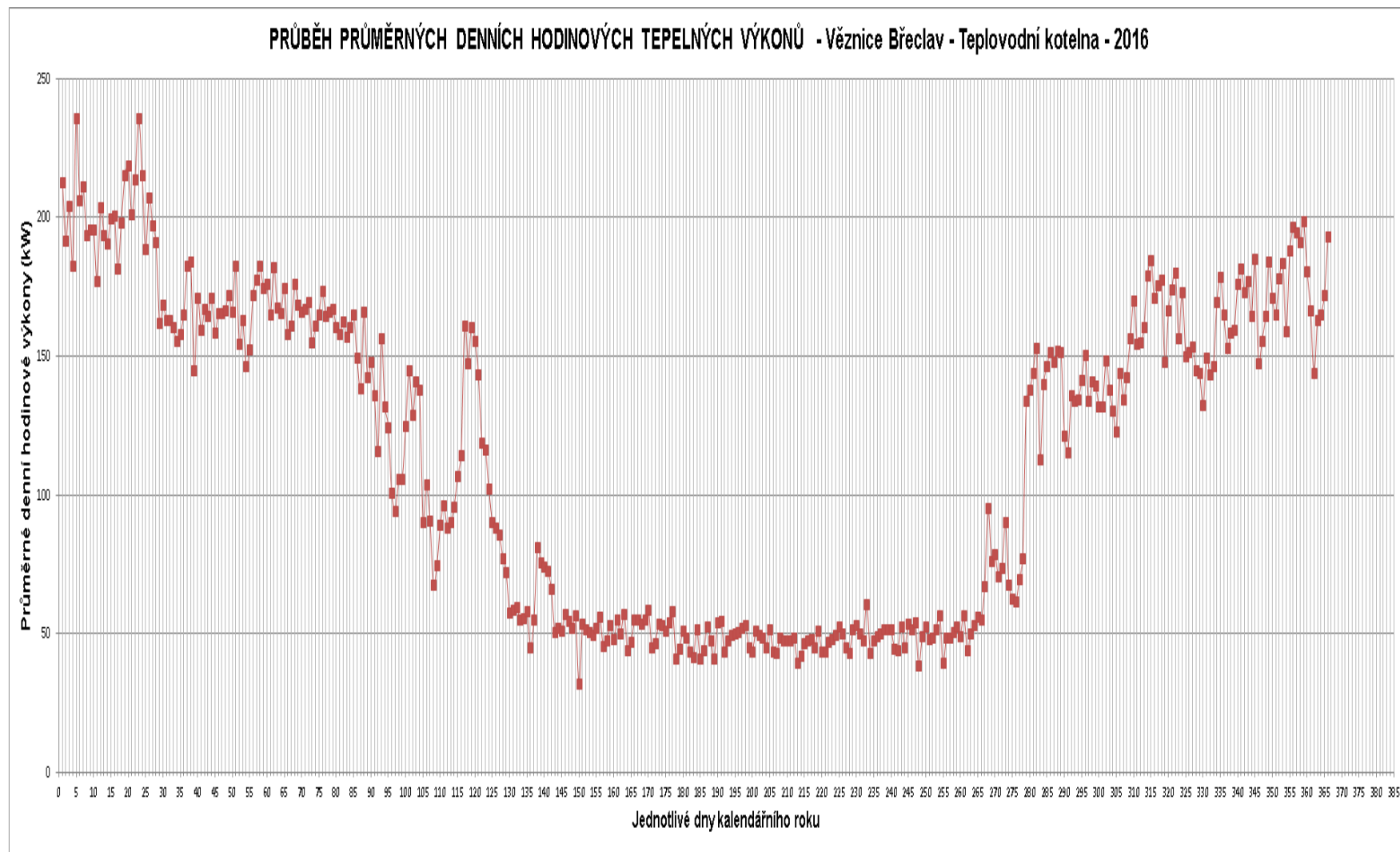
Tab. č. 5 – Max., min. a průměrné denní spotřeby ZP v kalendářním roce 2016

Ve třetí tabulce jsou zachyceny celkové spotřeby ZP v jednotlivých měsících kalendářního roku 2016 a jím odpovídající tepla v palivu vztažená k výhřevnosti, procentuální měsíční podíly těchto spotřeb na celkové roční spotřebě a množství tepla na zdroji vyrobeného.

Spotřeba ZP, teplo v palivu k výhřevnosti v roce 2016 celkem				
Měsíc roku	Spotřeba ZP	Teplo v palivu	Procentní podíl	Teplo vyrobené
	m ³	GJ	%	GJ
Leden	16 997	591	14,7	532
Únor	13 323	463	11,5	417
Březen	13 862	482	12,0	434
Duben	9 639	335	8,3	301
Květen	5 740	199	5,0	180
Červen	4 213	146	3,6	132
Červenec	4 082	142	3,5	128
Srpen	4 141	144	3,6	130
Září	4 776	166	4,1	149
Říjen	11 035	384	9,5	345
Listopad	13 172	458	11,4	412
Prosinec	14 797	514	12,8	463
Celkem	115 777	4 024	100,0	3 621

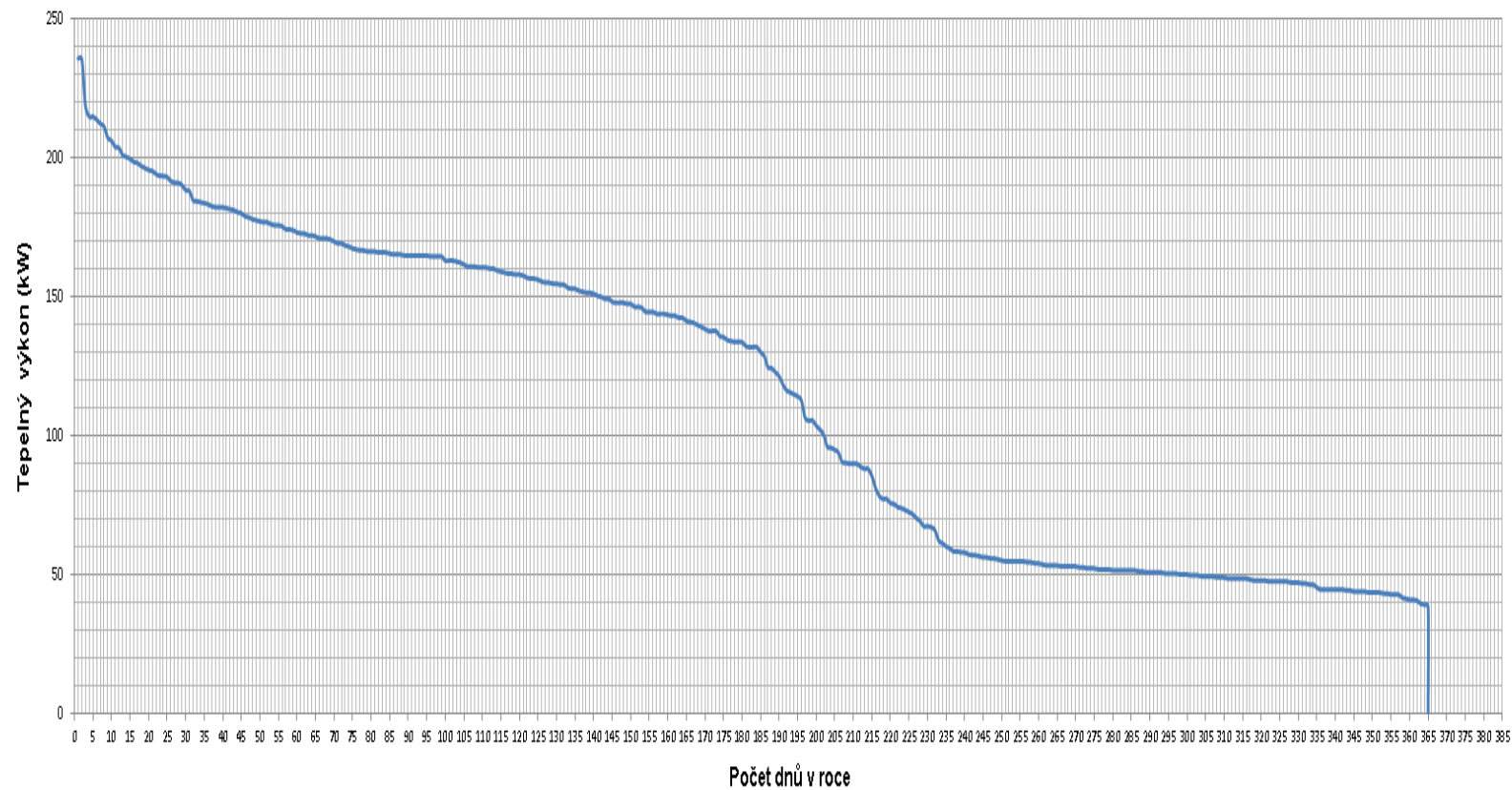
Tab. č. 6 – Spotřeba ZP a teplo v palivu vztažené k výhřevnosti v kalendářním roce 2016

V posledním kroku byly na základě denních spotřeb ZP a z nich stanovených tepelných výkonů výrob tepla sestrojeny tři grafy. První z nich zachycuje průběh průměrných denních hodinových tepelných výkonů za hodnocené období. Druhý pak představuje diagram trvání denních průměrných hodinových tepelných výkonů výrob tepla. Plocha vymezená křivkou trvání tepelných výkonů a osou X grafu představuje teplo na kotlích vyrobené. Třetí graf znázorňuje diagram průběhu denních spotřeb zemního plynu. Zmíněné grafy jsou zachyceny na následujících třech obrázcích.



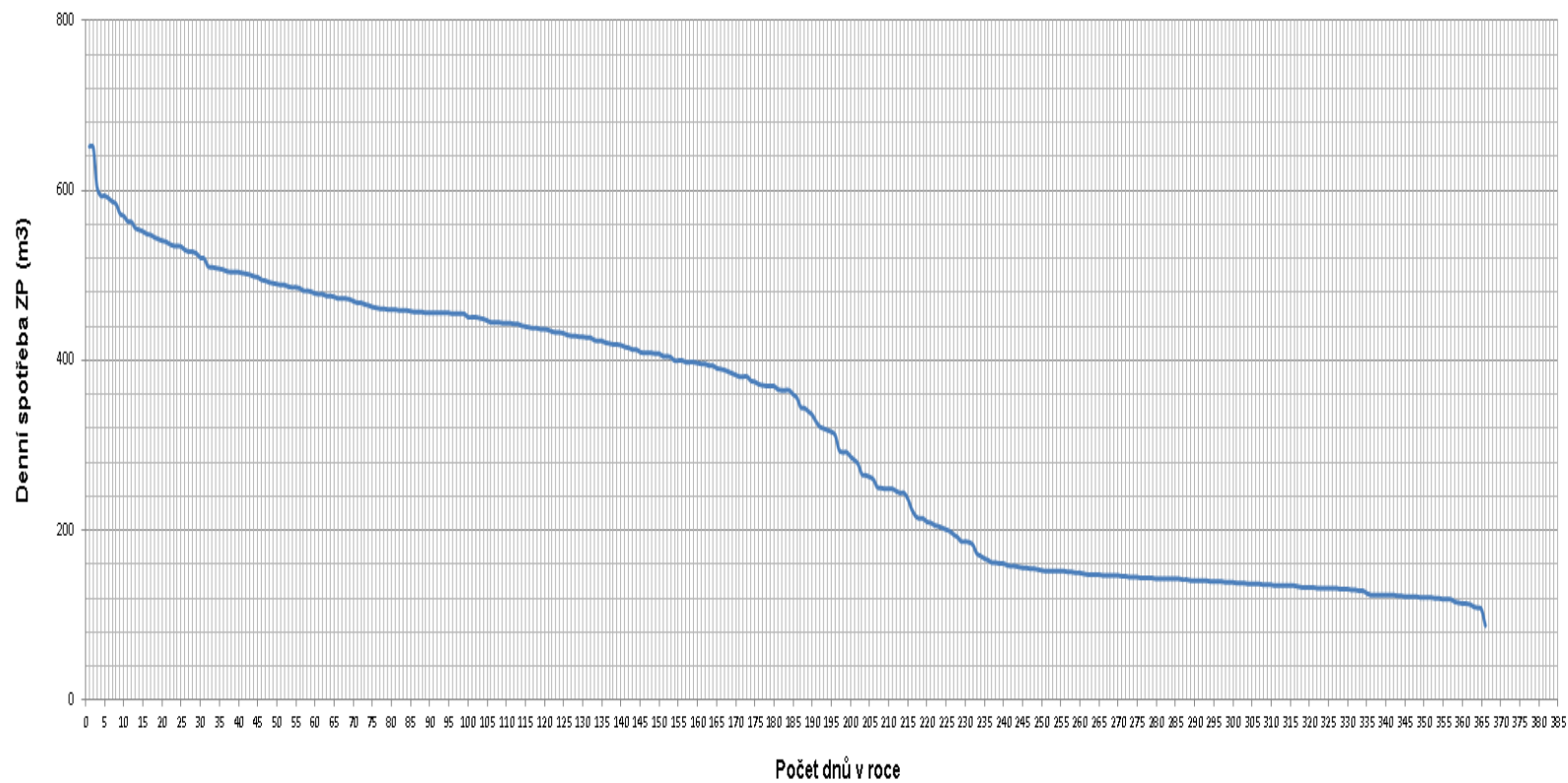
Graf. č. 1 – Průběh průměrných denních hodinových tepelných výkonů – Věžnice Břeclav – teplovodní kotlina – rok 2016

DIAGRAM TRVÁNÍ PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ - Věžnice Břeclav - Teplovodní kotelna - 2016



Graf č. 2 – Diagram trvání průměrných denních hodinových tepelných výkonů – Věžnice Břeclav – Teplovodní kotelna – rok 2016

DIAGRAM TRVÁNÍ DENNÍCH SPOTŘEB ZP - Věžnice Břeclav - Teplovodní kotelna - 2016



Graf č. 3 – Diagram trvání denních spotřeb ZP – Věžnice Břeclav – Teplovodní kotelna – rok 2016

3.2 Volba výkonu zdroje tepla

Na základě optimalizace výkonu zdroje tepla, provedené v předchozí kapitole a přepočtu na návrhovou venkovní teplotu, byl navržen nový zdroj sestávající z kaskády tří plynových kondenzačních kotlů. Výkon každého kotle bude cca 109 kW, při tepelném spádu 80/60°C (cca 120 kW při tepelném spádu 50/30°C). Celkový tepelný výkon kotelný bude cca 327 kW (360 kW při tepelném spádu 50/30). K zajištění spolehlivosti provozu tepelné soustavy byla do výkonu kotlů připočtena i přiměřená záloha v souladu s ČSN 06 0310.

Výše uvedený optimalizovaný výkon byl stanoven na základě skutečných spotřeb zemního plynu a přepočtu na návrhovou venkovní teplotu. Teplota topné vody bude regulována ekvitermně. Teplota topné vody na výstupu z kotle bude i v letních měsících minimálně 60°C, aby bylo možné zajistit ohřev teplé vody na potřebnou teplotu cca 55°C.

3.3 Investiční náklady na nový zdroj tepla

Při realizaci nového zdroje tepla se předpokládá kompletní rekonstrukce kotelný, včetně veškerého technologického vybavení kotelný – kotle, příprava teplé vody včetně akumulčních nádrží, expanzní systém, úpravna vody, rekonstrukce kouřovodů, nové rozvody topné vody a teplé vody v rámci kotelný, armatury, pohony ovládaných armatur, MaR apod. Dále bylo v investičních nákladech uvažováno s demontáží stávajícího technologického vybavení kotelný.

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na rekonstrukci kotelný.

Investiční náklady		
Položka	Jednotka	Hodnota
Plynová zařízení	tis. Kč	168,9
Silnoproud a MaR	tis. Kč	1005,4
Technologie, větrání a demontáže	tis. Kč	4 132,3
Stavební úpravy	tis. Kč	246,7
Ostatní (zřízení staveniště, demontáže, PD, uvedení do provozu apod.)	tis. Kč	732,7
Celkem	tis. Kč	6 304,0

Tab. č. 7 – Investiční náklady

3.4 Ekonomické vyhodnocení

Protože náklady na palivo, jako výrazná nákladová položka, tvoří cca 70% z celkových nákladů, vztahovali zpracovatelé studie úsporu pouze k palivovým nákladům. Pro hodnocení byly použity spotřeby zemního plynu z roku 2016. Bilance stávajícího i předpokládaného nového stavu (po optimalizaci kotelný) a výše předpokládané úspory paliva a palivových nákladů je uvedena v následující tabulce.

Bilance tepla a nákladů na palivo			
Položka	Jednotka	Stávající stav	Nový stav
Spotřeba ZP	m ³	115 777	106 326
Výhřevnost ZP	MJ/m ³	34,75	34,75
Teplo v palivu	GJ	4 024	3 695
Provozní účinnost kotlů	%	90,0	98,0
Teplo vyrobené	GJ	3 621	3 621
Úspora ZP	m ³	9 451	
	%	8,2	
Teplo v uspořené ZP	GJ	328	
Cena ZP - bez DPH	Kč/m ³	7,31	
	Kč/GJ	210,3	
Úspora ročních nákladů na ZP	tis. Kč	69,1	

Tab. č. 8 – Bilance tepla a nákladů na palivo

Lze předpokládat, že úspora provozních nákladů bude vyšší, neboť dojde ke snížení nákladů na údržbu a servis stávajících kotlů a technologického vybavení kotelny.

Kritéria efektivnosti nebyla vyčíslena, protože se jedná o vynucenou investici (náhrada dožitých technologických zařízení).

3.5 Environmentální vyhodnocení

Environmentální vyhodnocení z hlediska NO_x bylo provedeno pro spotřeby zemního plynu v roce 2016. Srovnání stávajícího stavu se stavem po provedené optimalizaci kotelny a snížení emisí je uvedeno v následující tabulce.

Snížení emisí vlivem optimalizace zdroje tepla			
Položka	Jednotka	Stávající stav	Nový stav
Roční spotřeba ZP	m ³ /rok	115 777	106 326
	m ³ _N /rok	109 750	100 791
Roční produkce suchých spalín	m ³ _{Nr} /rok	1 096 750	1 007 348
Hmotnostní koncentrace NO _x ve spalínách	mg/m ³ _{Nr}	185	65
Roční produkce NO _x	kg/rok	203	65

Tab. č. 9 – Snížení emisí vlivem optimalizace zdroje tepla

Pozn. Nr => N...normální podmínky, r...přepočteno na referenční obsah kyslíku

4 Závěr

4.1 Závěrečné zhodnocení

TES byla provedena na základě následujících skutečností a předpokladů:

Jako vstupní podklady pro zpracování TES sloužily především spotřeby zemního plynu, výroby tepla v kotelně a průměrné venkovní teploty pro rok 2016.

Nový výkon zdroje tepla byl stanoven na základě aktuálních spotřeb ZP (rok 2016) a přepočtu na návrhovou venkovní teplotu. Návrh nezohledňuje případnou revitalizaci objektů.

Ve výpočtech bylo uvažováno s cenou ZP ve výši 210,3 Kč/GJ bez DPH, tj. 7,31 Kč/m³ bez DPH.

Výsledky TES jsou následující:

Na základě provedené optimalizace výkonu zdroje byla navržena rekonstrukce stávající plynové kotelny, ve které bude umístěna kaskáda tří závěsných plynových kondenzačních kotlů o celkovém tepelném výkonu cca 327 kW (při tepelném spádu 80/60°C).

Nové kotle budou vyhovovat požadavkům na emisní limity dle platné legislativy a dalším legislativním požadavkům.

Vzhledem ke stáří technologického zařízení kotelny doporučujeme provést celkovou rekonstrukci kotelny.

Investiční náklady na rekonstrukci zdroje tepla, vč. technologického vybavení kotelny, byly stanoveny ve výši 6 304 tis. Kč. Jedná se o odhad investičních nákladů, které budou v případě zpracování projektové dokumentace upřesněny.

Po rekonstrukci zdroje tepla dojde ke zvýšení účinnosti výroby tepla pomocí kotlů o cca 8,0%, snížení spotřeby zemního plynu o 328 GJ/rok a k úspoře finančních nákladů na palivo ve výši 69,1 tis. Kč/rok. Snížení spotřeby lze započítat do článku 5, EED.