

TECHNICKO – EKONOMICKÁ STUDIE

STUDIE ENERGETICKÉHO, EKOLOGICKÉHO A EKONOMICKÉHO STAVU PLYNOVÉ KOTELNY

Věznice Kuřim



Datum provedení	27.02.2017
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	Vyhodnocení kotlů z hlediska emisních limitů	5
2.5	Zhodnocení výchozího stavu	5
3	Navrhovaný stav	6
3.1	Optimalizace výkonu zdroje	6
3.2	Volba výkonu zdroje tepla	19
3.3	Investiční náklady na nový zdroj tepla	20
3.4	Ekonomické vyhodnocení	20
3.5	Environmentální vyhodnocení	21
4	Závěr	22

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 je umístěná centrální plynová kotelná, která slouží k zásobování teplem a teplou vodou areál věznice.

V kotelně jsou instalovány čtyři teplovodní stacionární kotle ČKD Dukla, každý o jmenovitém tepelném výkonu 1 040 kW. Celkový instalovaný výkon kotelny činí 4 160 kW. Každý kotel je vybaven plynovým hořákem společnosti Weishaupt. Kotle byly vyrobeny v roce 1991, hořáky pak v roce 1992. V tomto období proběhla i instalace ostatního zařízení plynové kotelny. Parametry kotlů jsou uvedeny v následující tabulce.

Část technologického zařízení kotelny prošla v minulých letech rekonstrukcí, jedná se například o instalaci nových expanzomatů a úpravny vody (r. 2008), instalaci nového deskového výměníku pro přípravu teplé vody a nového zásobníku TV (r. 2014), nový systém MaR a regulace (r. 2011). Mimo rekonstrukcí v kotelně byly v jednotlivých objektech instalovány nové objektové předávací stanice pro ohřev TV (r. 2014 a 2015) a došlo k rekonstrukci areálových rozvodů, kdy byl instalován nový bezkanálový rozvod z předizolovaného potrubí k jednotlivým objektům v areálu věznice (r. 2009).

Teplá voda je připravována v kotelně, a také v jednotlivých objektových předávacích stanicích, kde jsou umístěny i akumulční nádoby na teplou vodu. Topná voda je po areálu vedena bezkanálovým předizolovaným potrubním rozvodem, který byl proveden v roce 2009, viz. výše.

Základní parametry kotlů a hořáků							
Zařízení	Výrobce	Typ	Výr. číslo	Rok výroby	Jmen. výkon	Jmen. příkon	Jmen. účinnost
					kW	kW	%
Kotel K1	ČKD Dukla	KDVE 100	12209	1991	1 040	1 196	87
Hořák H1	Weishaupt	G7/1-D ZMD	3735619	1992	300 - 1 750	-	-
Kotel K2	ČKD Dukla	KDVE 100	12211	1991	1 040	1 196	87
Hořák H2	Weishaupt	G7/1-D ZMD	3735616	1992	300 - 1 750	-	-
Kotel K3	ČKD Dukla	KDVE 100	12220	1991	1 040	1 196	87
Hořák H3	Weishaupt	G7/1-D ZMD	3735618	1992	300 - 1 750	-	-
Kotel K4	ČKD Dukla	KDVE 100	12212	1991	1 040	1 196	87
Hořák H4	Weishaupt	G7/1-D ZMD	3735617	1992	300 - 1 750	-	-

Tab. č. 1 – Základní parametry kotlů a hořáků

2.4 Vyhodnocení kotlů z hlediska emisních limitů

Vyhodnocení je provedeno srovnáním emisních limitů NO_x daných vyhláškou č. 415/2012 Sb. platných od 1. 1. 2020 a hodnot naměřených při autorizovaném měření emisí.

Porovnání naměřených emisních limitů NO _x s požadavky vyhlášky			
Zdroj znečištění	Dané vyhláškou od 01.01.2020	Emise při měření emisí	Splnění požadovaného emisního limitu
	mg/m ³ _{Nr}	mg/m ³ _{Nr}	
Kotel K1	100	146	NE
Kotel K2	100	151	NE
Kotel K3	100	156	NE
Kotel K4	100	150	NE

Tab. č. 2 – Porovnání naměřených emisí NO_x s požadavky vyhlášky č. 415/2012 Sb. od 01.01.2020

2.5 Zhodnocení výchozího stavu

Stávající zařízení kotelny je v udržovaném a provozuschopném stavu. Na základě protokolu o autorizovaném měření plyných emisí č. 2770/01 (z r. 2016) lze konstatovat, že kotle, resp. hořáky, nebudou splňovat specifické emisní limity NO_x od roku 2020, dle vyhlášky č. 415/2012 Sb. Stávající výše emisí je dána typem použitých hořáků a jejich konstrukcí. Snížení emisních limitů, dle výše uvedené vyhlášky, lze dosáhnout náhradou stávajících hořáků za moderní nízkoemisní hořáky. Vzhledem ke stáří kotlů toto řešení nedoporučujeme. Životnost kotlů, resp. celého technologického zařízení kotelny se obvykle pohybuje v rozmezí 20 až 25 roků. I po dosažení životnosti 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.

Na základě výše uvedeného doporučujeme provést celkovou rekonstrukci kotelny, včetně optimalizace výkonu zdroje (kotlů). V minulosti již proběhla rekonstrukce části technologického zařízení kotelny – expanzomaty, úprava vody, deskový výměník pro přípravu TV a zásobník TV, systém MaR a regulace. Předpokládá se, že rekonstruované zařízení zůstane v maximální míře zachováno a nově bude rekonstruováno pouze původní zařízení, které je na hranici své životnosti.

Vzhledem k tomu, že stávající areálové rozvody topné vody byly rekonstruovány v roce 2009 (bezkanálové rozvody z předizolovaného potrubí) budou rozvody ponechány stávající.

3 Navrhovaný stav

3.1 Optimalizace výkonu zdroje

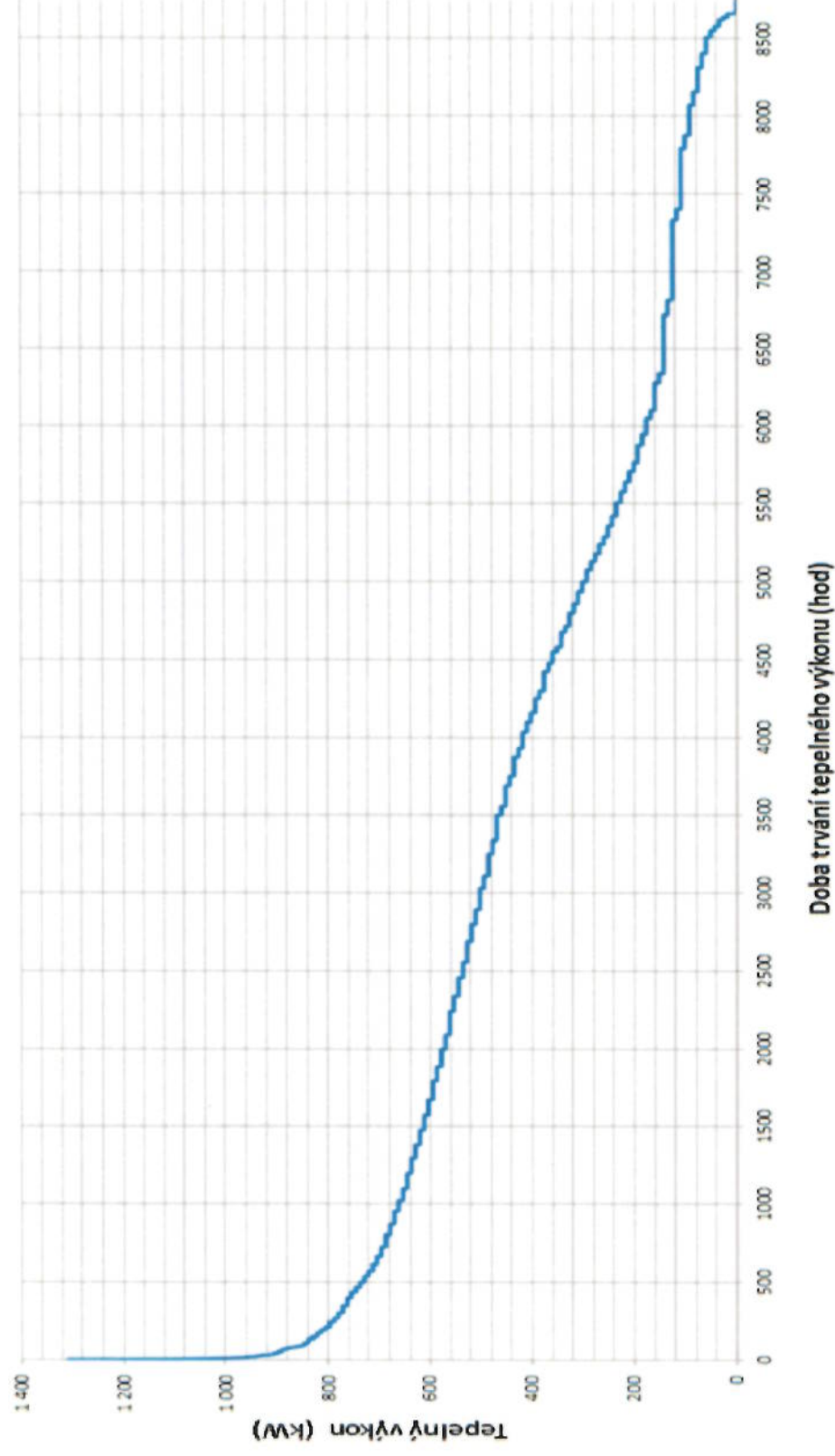
Pro optimalizaci výkonů nově navržených kotlů ve stávající kotelně Věznice Kuřim byly využity tyto poskytnuté materiály:

- Databáze hodinových spotřeb ZP v kalendářním roce 2016 a měsíci lednu kalendářního roku 2017.
- Roční vyrobené teplo v kotelně za rok 2016.
- Průměrné denní teploty v kalendářním roce 2016 a lednu 2017.

Z porovnání tepla obsaženém v palivu s teplem vyrobeným v kalendářním roce 2016 byla stanovena průměrná provozní roční účinnost kotlů na 87,2%. S touto účinností bylo dále počítáno při stanovování průměrných denních hodinových tepelných výkonů kotlů. Při výpočtu byla použita výhřevnost ZP ve výši 34,63 MJ/m³ což odpovídá cca 10,7 kWh/m³ spalného tepla. Následně byla analyzována poskytnutá data hodinových spotřeb ZP ve výše sledovaném období.

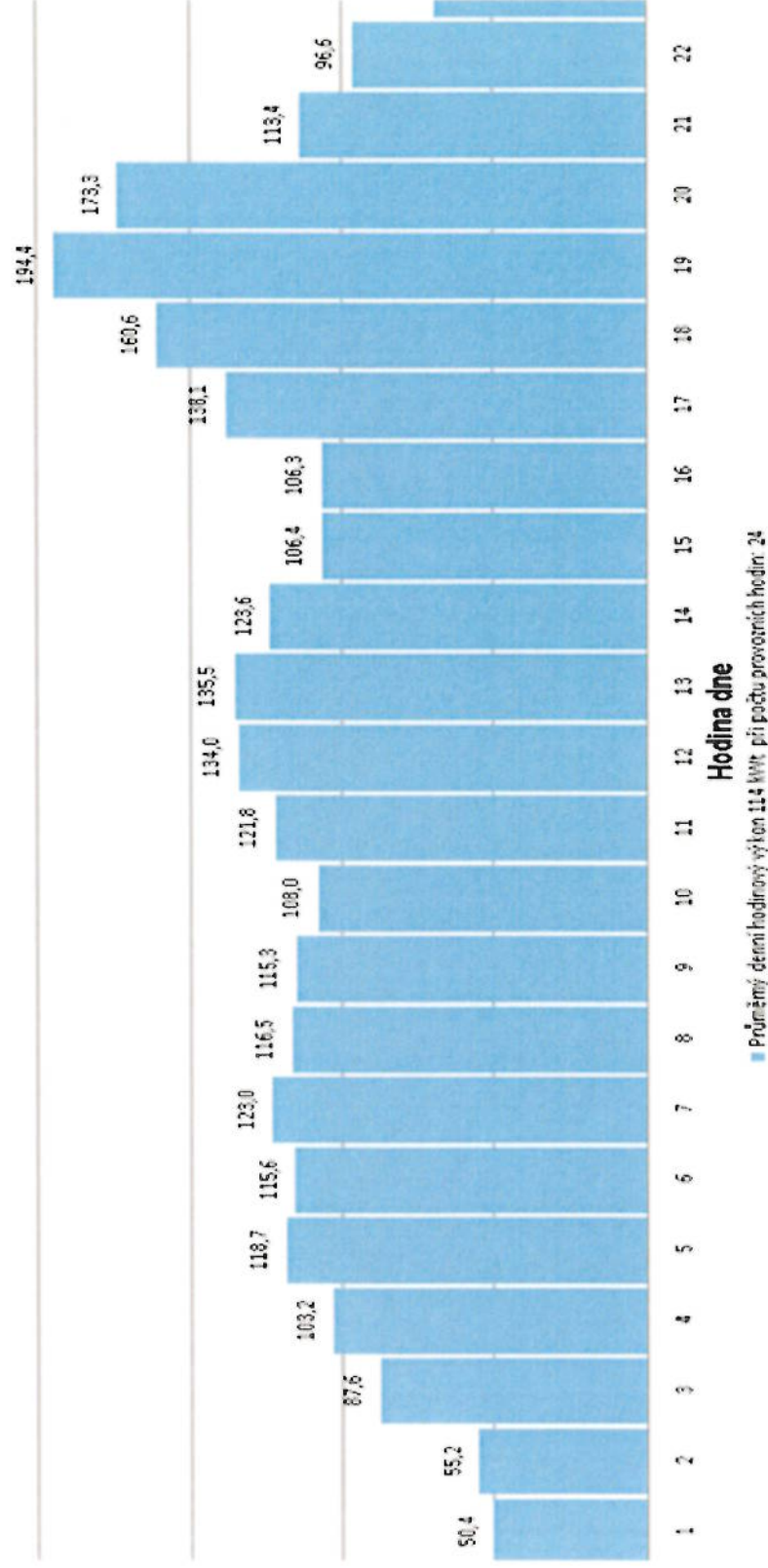
V prvním kroku byly na základě hodinových spotřeb ZP a z nich výpočtem stanovených tepelných výkonů výroby tepla, sestrojeny diagramy trvání průměrných hodinových tepelných výkonů pro kalendářní rok 2016 a měsíc leden roku 2017. Plocha vymezená křivkou trvání hodinových tepelných výkonů a osou X grafu představuje teplo na kotlích vyrobené. Měsíc leden 2017 byl vybrán proto, že patří mezi sedm nejchladnějších období za posledních 54 let. Diagram trvání tepelných výkonů pro kalendářní rok 2016 byl doplněn o graf odběru tepla v charakteristickém dni letního období. Graf zachycuje průměrné hodnoty v jednotlivých hodinách dne (1 až 24 hod) vypočtené za kalendářní měsíce červen až srpen 2016. Popsané grafy jsou zachyceny na následujících třech obrázcích.

DIAGRAM TRVÁNÍ HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ Věznice Kuřim 2016



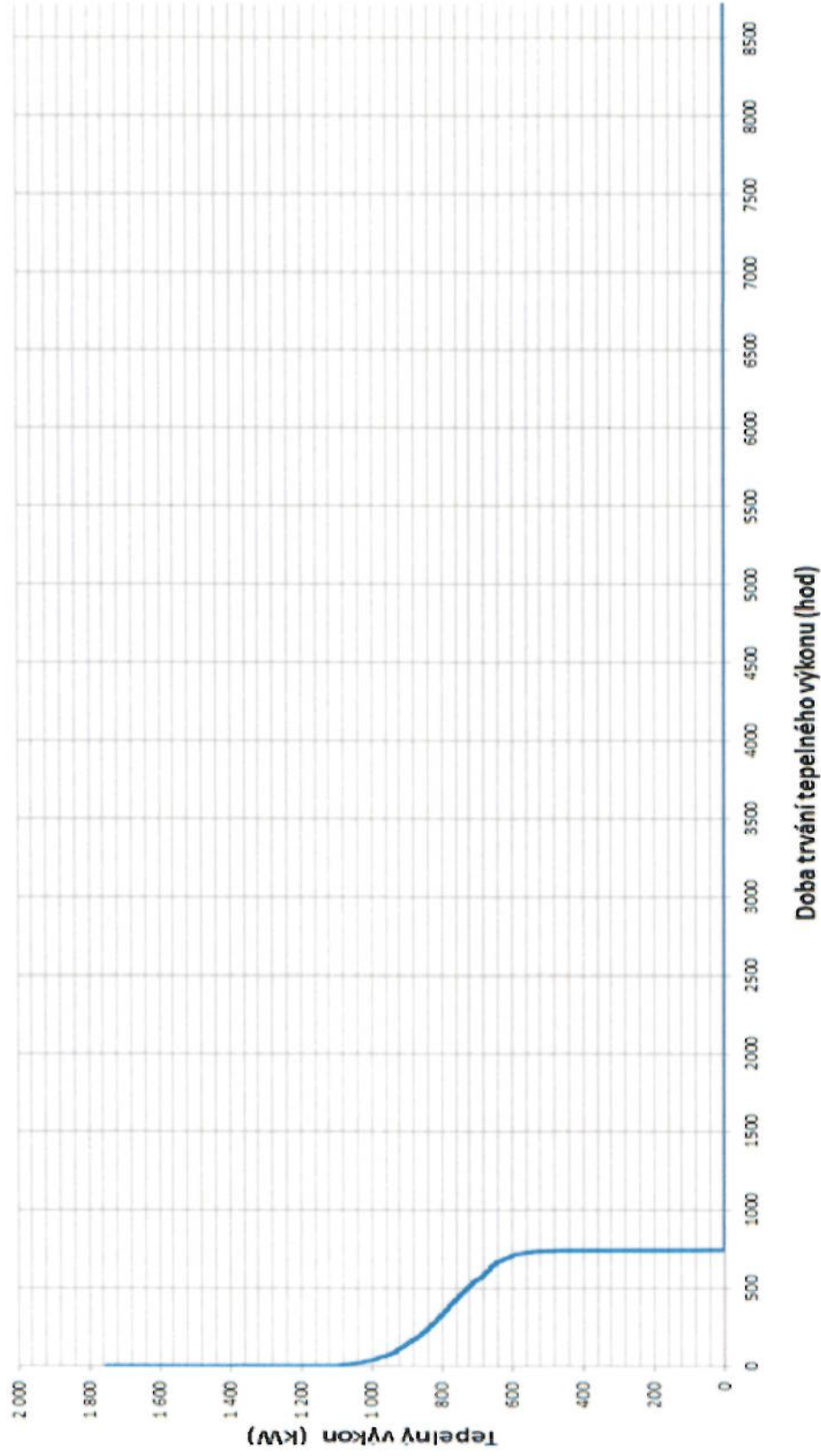
Graf. č. 1 – Diagram trvání hodinových tepelných výkonů – Věznice Kuřim – rok 2016

PRŮBEH ODBĚRU TEPLA V CHARAKTERISTICKÉM DNI - LÉTO Věznice Kuřim 2016



Graf č. 2 – Průběh odběru tepla v charakteristickém dni – léto – Věznice Kuřim rok 2016

DIAGRAM TRVÁNÍ HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ Věznice Kuřim 2017



Graf č. 3 – Diagram trvání hodinových tepelných výkonů – Věznice Kuřim – leden 2017

Jelikož oba dva sestrojené diagramy trvání tepelných výkonů vykazují výrazné špičky, zaměřili se zpracovatelé studie na jejich zanalyzování. Bylo vybráno deset nejvyšších hodinových spotřeb ZP za hodnocená období a jím odpovídajících, výpočtem stanovených, deset tepelných výkonů. Těmto špičkovým výkonům pak byly následně přiřazena data a hodiny jejich výskytů (viz Tab. č. 3 a Tab. č. 5). V detailech špičkových výkonů byly řešeny hodinové výkony předcházející a následující výkonům špičkovým. Dnům výskytu špičkových výkonů byly přiřazeny i průměrné denní teploty (viz Tab. č. 4 a Tab. č. 6). Výsledky provedené analýzy jsou zachyceny ve čtyřech následujících tabulkách.

Deset nejvyšších hodinových spotřeb zemního plynu (tepel. výkonů) v kalendářním roce 2016						
Poř. č.	Spotřeba ZP	Tep. výkon hod.	Teplo v palivu	Datum	Den týdne	Hodina
	m ³	kW	GJ			
1	156	1 308,80	5,40	06.12.2016	Úterý	12:00
2	145	1 216,60	5,02	23.01.2016	Sobota	10:00
3	140	1 174,60	4,85	03.03.2016	Čtvrtek	7:00
4	136	1 141,00	4,71	14.12.2016	Středa	9:00
5	129	1 082,30	4,47	22.12.2016	Čtvrtek	13:00
6	129	1 082,30	4,47	22.01.2016	Pátek	20:00
7	123	1 032,00	4,26	23.01.2016	Sobota	5:00
8	123	1 032,00	4,26	04.01.2016	Pondělí	9:00
9	122	1 023,60	4,22	31.12.2016	Sobota	20:00
10	120	1 006,80	4,16	01.03.2016	Úterý	11:00

Tab. č. 3 – Deset nejvyšších hodinových spotřeb ZP (tepel. Výkonů) v kalendářním roce 2016

Detaily výkonu 2016							
Datum	Hodina	Výkon	Pr. den. tepl.	Datum	Hodina	Výkon	Pr. den. tepl.
		kW	°C			kW	°C
06.12.2016	11:00	369,2	-1,1	22.01.2016	19:00	889,3	-8,1
	12:00	1 308,80			20:00	1 082,30	
	13:00	746,7			21:00	855,8	
23.01.2016	9:00	276,9	-6,1	23.01.2016	4:00	922,9	-6,1
	10:00	1 216,60			5:00	1 032,00	
	11:00	755,1			6:00	990	
03.03.2016	6:00	33,6	3,8	04.01.2016	8:00	545,4	-7,8
	7:00	1 174,60			9:00	1 032,00	
	8:00	662,8			10:00	713,2	
14.12.2016	8:00	419,5	-2,4	31.12.2016	19:00	839	-3,7
	9:00	1 141,00			20:00	1 023,60	
	10:00	805,4			21:00	771,9	
22.12.2016	12:00	889,3	-3,4	01.03.2016	10:00	469,8	2,2
	13:00	1 082,30			11:00	1 006,80	
	14:00	755,1			12:00	646	

Tab. č. 4 – Detaily výkonu – rok 2016

Deset nejvyšších hodinových spotřeb zemního plynu (tepelný výkon) v lednu 2017						
Poř. č.	Spotřeba ZP	Tep. výkon hod.	Teplo v palivu	Datum	Den týdne	Hodina
	m ³	kW	GJ			
1	209	1 753,50	7,24	08.01.2017	Neděle	21:00
2	132	1 107,50	4,57	11.01.2017	Středa	5:00
3	132	1 107,50	4,57	10.01.2017	Úterý	18:00
4	130	1 090,70	4,50	20.01.2017	Pátek	6:00
5	130	1 090,70	4,50	19.01.2017	Čtvrtek	18:00
6	130	1 090,70	4,50	11.01.2017	Středa	6:00
7	129	1 082,30	4,47	19.01.2017	Čtvrtek	6:00
8	129	1 082,30	4,47	09.01.2017	Pondělí	18:00
9	129	1 082,30	4,47	08.01.2017	Neděle	16:00
10	128	1 073,90	4,43	16.01.2017	Pondělí	6:00

Tab. č. 5 – Deset nejvyšších hodinových spotřeb ZP (tepelný výkon) v lednu 2017

Detaily výkonu leden 2017							
Datum	Hodina	Výkon	Pr. den. tepl.	Datum	Hodina	Výkon	Pr. den. tepl.
		kW	°C			kW	°C
08.01.2017	20:00	604,1	-8,5	11.01.2017	5:00	1 107,50	-8
	21:00	1 753,50			6:00	1 090,70	
	22:00	864,2			7:00	1 023,60	
11.01.2017	4:00	1 048,80	-8	19.01.2017	5:00	1 048,80	-11
	5:00	1 107,50			6:00	1 082,30	
	6:00	1 090,70			7:00	1 015,20	
10.01.2017	17:00	981,6	-8,7	09.01.2017	17:00	813,8	-4,4
	18:00	1 107,50			18:00	1 082,30	
	19:00	1 023,60			19:00	906,1	
20.01.2017	5:00	1 065,50	-8,5	08.01.2017	15:00	167,8	-8,5
	6:00	1 090,70			16:00	1 082,30	
	7:00	1 006,80			17:00	125,9	
19.01.2017	17:00	956,5	-11	16.01.2017	5:00	990	-5,4
	18:00	1 090,70			6:00	1 073,90	
	19:00	1 006,80			7:00	1 032,00	

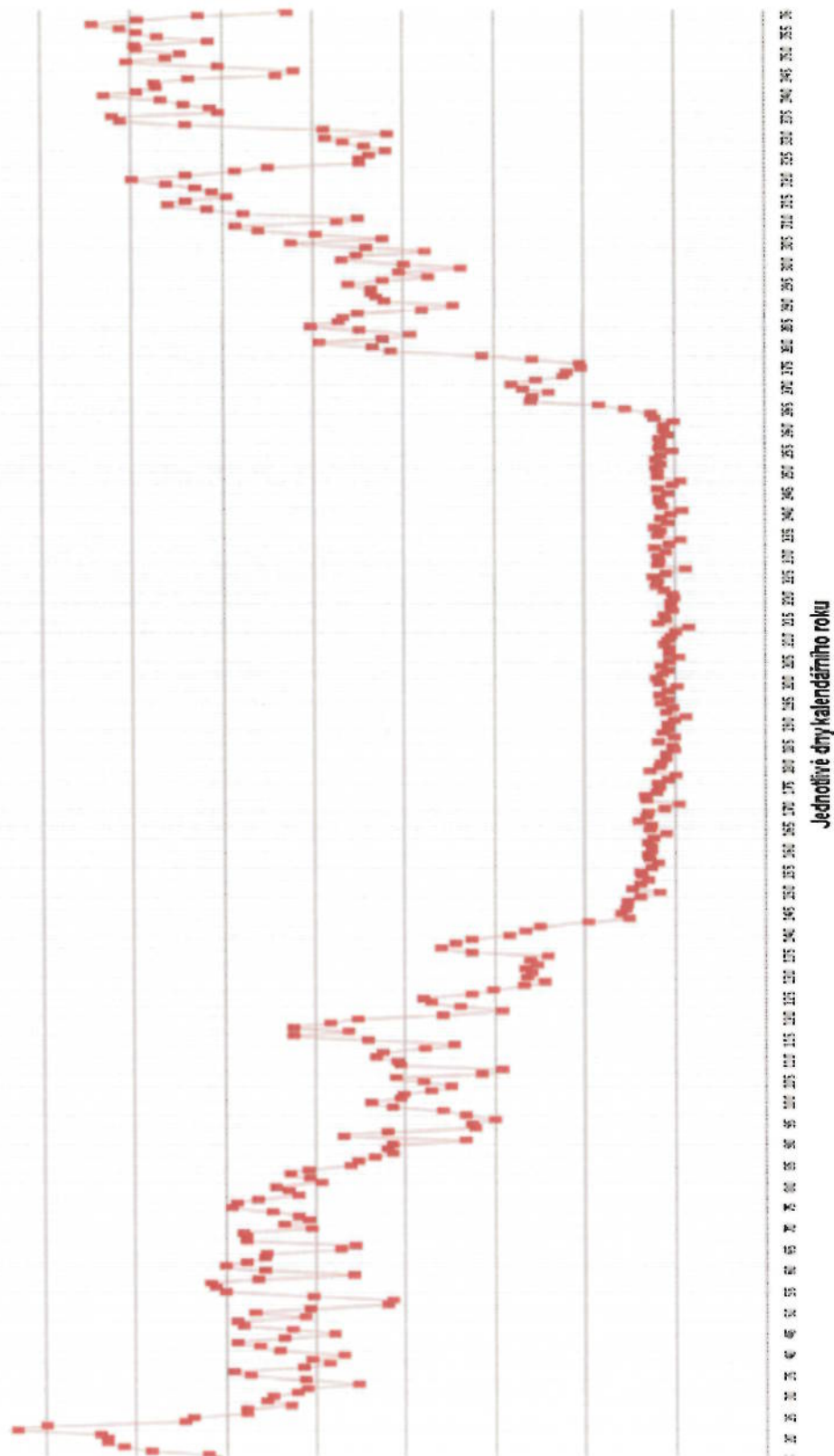
Tab. č. 6 – Detaily výkonu – leden 2017

Z provedené analýzy vyplývá, že výrazné špičkové výkony (nad 1 100 kW) se v celém průběhu kalendářního roku 2016 vyskytly ve čtyřech případech a v průběhu měsíce ledna 2017 v případech třech. Zpracovatelé studie jsou toho názoru, že byly vygenerovány v souvislosti s přípravou teplé vody.

Ve druhém kroku byly na základě předaných dat stanoveny denní spotřeby ZP a jím odpovídající průměrné denní hodinové tepelné výkony výrob tepla. Z nově utvořených dat pak byly následně sestaveny dva typy grafů. První z nich zachycuje průběh průměrných denních hodinových tepelných výkonů za hodnocené období. Druhý představuje diagram trvání denních

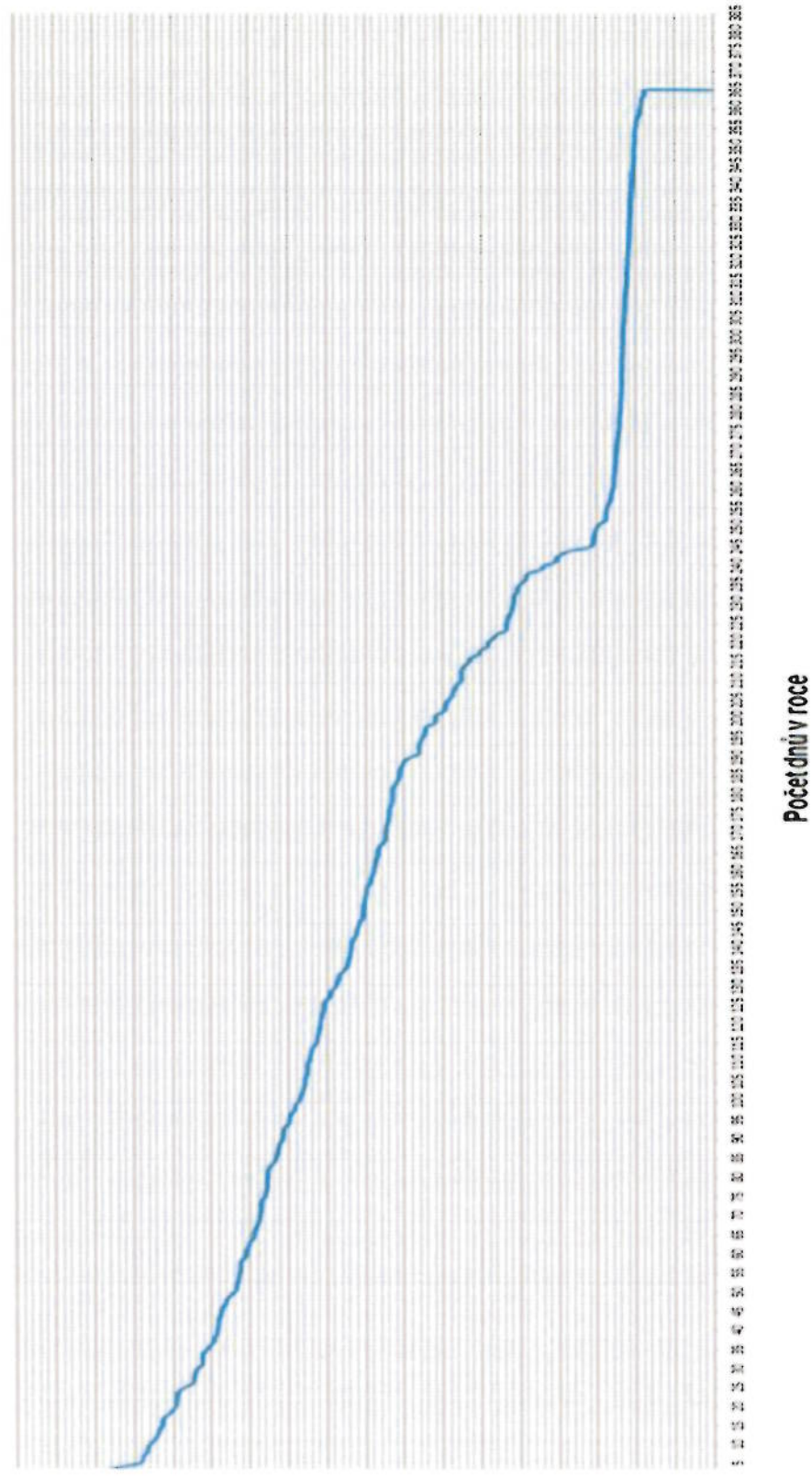
průměrných hodinových tepelných výkonů výrob tepla. Plocha vymezená křivkou trvání tepelných výkonů a osou X grafu opět představuje teplo na kotlích vyrobené. Zmíněné grafy jsou zachyceny na následujících třech obrázcích. Pro data měsíce ledna 2017 nebyl sestrojen graf s časovými průběhy průměrných denních hod. tepelných výkonů.

PRŮBĚH PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ - Věznice Kuřim - Teplovodní kotelna - 2016



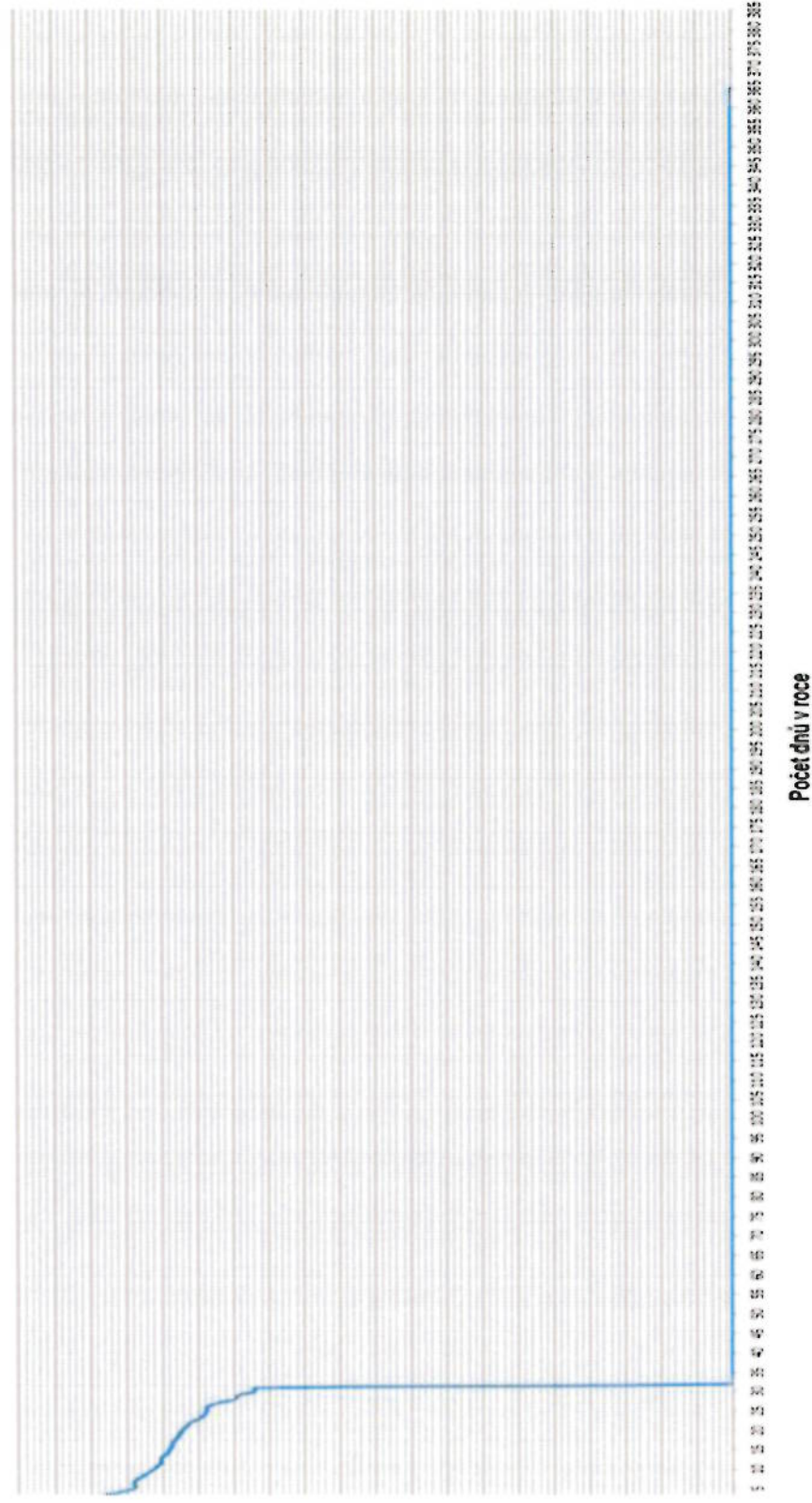
Graf č. 4 – Průběh průměrných denních hodinových tepelných výkonů – Věznice Kuřim – teplovodní kotelna – rok 2016

DIAGRAM TRVÁNÍ PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ - Věznice Kuřim - Teplovodní kotelna - 2016



Graf č. 5 – Diagram trvání průměrných denních hodinových tepelných výkonů – Věznice Kuřim – Teplovodní kotelna – rok 2016

DIAGRAM TRVÁNÍ PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH HODINOVÝCH TEPELNÝCH VÝKONŮ - Věznice Kuřim - Teplovodní kotelna - 2017



Graf č. 6 - Diagram trvání průměrných denních hodinových tepelných výkonů - Věznice Kuřim - Teplovodní kotelna - leden 2017

Ve třetím 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. 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. tepl.
	m ³	kW	GJ			°C
1	2 382	832,7	82	22.01.2016	Pátek	-8,1
2	2 291	800,9	79	23.01.2016	Sobota	-6,1
3	2 269	793,2	79	04.01.2016	Pondělí	-7,8
4	2 206	771,2	76	05.01.2016	Úterý	-5,7
5	2 129	744,3	74	22.12.2016	Čtvrtek	-3,4
6	2 116	739,7	73	21.01.2016	Čtvrtek	-4,4
7	2 114	739,0	73	30.12.2016	Pátek	-3,7
8	2 100	734,1	73	20.01.2016	Středa	-3,3
9	2 098	733,4	73	19.01.2016	Úterý	-4,0
10	2 091	731,0	72	05.12.2016	Pondělí	-2,8
11	2 075	725,4	72	06.01.2016	Středa	-2,9
12	2 064	721,5	71	30.11.2016	Středa	-2,0
13	2 058	719,4	71	29.12.2016	Čtvrtek	-2,7
14	2 053	739,0	73	30.12.2016	Pátek	-3,7
15	2 044	714,6	71	18.01.2016	Pondělí	-3,1
16	2 043	714,2	71	21.12.2016	Středa	-3,3
17	2 039	712,8	71	29.11.2016	Úterý	-2,9
18	2 019	705,8	70	13.12.2016	Úterý	-2,4
19	2 006	701,3	69	15.11.2016	Úterý	-1,3
20	1 995	697,4	69	17.12.2016	Sobota	-2,7

Tab. č. 7 – Dvacet nejvyšších denních spotřeb ZP v kalendářním roce 2016

Následně 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. tepl.	Spotřeba ZP	Tep. výkon hod.	Teplo v palivu	Datum	Den týdne
	°C	m ³	kW	GJ		
1	-8,1	2 382	832,7	82	22.01.2016	Pátek
2	-7,8	2 269	793,2	79	04.01.2016	Pondělí
3	-6,1	2 291	800,9	79	23.01.2016	Sobota
4	-5,7	2 206	771,2	76	05.01.2016	Úterý
5	-5,4	1 925	673,0	67	03.01.2016	Neděle
6	-4,6	1 959	684,8	68	17.01.2016	Neděle
7	-4,4	2 116	739,7	73	21.01.2016	Čtvrtek
8	-4,0	2 098	733,4	73	19.01.2016	Úterý
9	-3,7	1 913	668,8	66	04.12.2016	Neděle
10	-3,6	2 114	739,0	73	30.12.2016	Pátek
11	-3,6	2 053	717,7	71	31.12.2016	Sobota
12	-3,4	2 129	744,3	74	22.12.2016	Čtvrtek
13	-3,3	2 100	734,1	73	20.01.2016	Středa
14	-3,3	2 043	714,2	71	21.12.2016	Středa
15	-3,1	2 044	714,6	71	18.01.2016	Pondělí
16	-3,0	1 988	695,0	69	20.12.2016	Úterý
17	-2,9	2 075	725,4	72	06.01.2016	Středa
18	-2,8	1 807	631,7	63	02.01.2016	Sobota
19	-2,8	2 039	712,8	71	29.11.2016	Úterý
20	-2,8	2 091	731,0	72	05.12.2016	Pondělí

Tab. č. 8 – Spotřeby ZP pro 20 nejnižších průměrných venkovních teplot v roce 2016

Ve čtvrtém 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, 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. všech. dny	Min. všech. dny	Prům. < > 0 všech. dny
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Leden	832,7	529,3	661,5	800,9	521,9	633,2	832,7	521,9	652,4
Únor	618,1	415,7	542,7	565,3	419,9	495,8	618,1	415,7	529,8
Březen	601,3	334,9	520,8	545	434,9	490,8	601,3	334,9	513,1
Duben	525,8	301,3	411	442,9	291,9	372	525,8	291,9	399,3
Květen	381	138,4	258,1	326,5	117,5	231,2	381	117,5	250,3
Červen	139,8	110,8	127,1	126,5	94,7	111,7	139,8	94,7	123
Červenec	120,3	101,4	110,7	107,7	84,6	98,5	120,3	84,6	106,7
Srpen	124,8	102,4	115	110,1	88,4	100	124,8	88,4	111,1
Září	281,1	108,4	158,8	258,7	93	140,7	281,1	93	154
Říjen	525,8	258,7	430,9	441,9	203,5	357,3	525,8	203,5	407,1
Listopad	721,5	420,6	574,6	630,7	418,8	497,1	721,5	418,8	553,9
Prosinec	744,3	532,8	668,5	717,7	522,3	618	744,3	522,3	653,8

Tab. č. 9 – 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. všech. dny	Min. všech. dny	Prům. < > 0 všech. dny
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Leden	2 382	1 514	1 892	2 291	1 493	1 811	2 382	1 493	1 866
Únor	1 768	1 189	1 552	1 617	1 201	1 418	1 768	1 189	1 515
Březen	1 720	958	1 490	1 559	1 244	1 404	1 720	958	1 468
Duben	1 504	862	1 176	1 267	835	1 064	1 504	835	1 142
Květen	1 090	396	738	934	336	661	1 090	336	716
Červen	400	317	364	362	271	320	400	271	352
Červenec	344	290	317	308	242	282	344	242	305
Srpen	357	293	329	315	253	286	357	253	318
Září	804	310	454	740	266	402	804	266	440
Říjen	1 504	740	1 233	1 264	582	1 022	1 504	582	1 165
Listopad	2 064	1 203	1 644	1 804	1 198	1 422	2 064	1 198	1 584
Prosinec	2 129	1 524	1 912	2 053	1 494	1 768	2 129	1 494	1 870

Tab. č. 10 – Max., min. a průměrné denní spotřeby ZP v kalendářním roce 2016

V poslední tabulce jsou zachyceny celkové spotřeby ZP v jednotlivých měsících kalendářního roku 2016 a jím odpovídající tepla v palivu vztažená k výhřevnosti a procentuální měsíční podíly těchto spotřeb na celkové roční spotřebě.

Spotřeba ZP a teplo v palivu vztažené k výhřevnosti v roce 2016			
Měsíc roku	Spotřeba ZP	Teplo v palivu	Procent. podíl
	m ³	GJ	%
Leden	57 849	2 003	14,9
Únor	43 947	1 522	11,3
Březen	45 496	1 576	11,7
Duben	34 265	1 187	8,8
Květen	22 195	769	5,7
Červen	10 556	366	2,7
Červenec	9 466	328	2,4
Srpen	9 852	341	2,5
Září	13 213	458	3,4
Říjen	36 104	1 250	9,3
Listopad	47 534	1 646	12,2
Prosinec	57 979	2 008	14,9
Celkem	388 456	13 452	100

Tab. č. 11 – Spotřeba ZP a teplo v palivu vztažené k výhřevnosti v kalendářním roce 2016

3.2 Volba výkonu zdroje tepla

Na základě optimalizace výkonu zdroje tepla, provedené v předchozí kapitole, byl navržen nový zdroj sestávající ze dvou plynových kotlů. Výkon každého kotle bude cca 600 kW a minimálně jeden z kotlů bude kondenzační. Celkový tepelný výkon kotelný bude cca 1 200 kW. 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. Vzhledem k tomu, že ve věznici je plánovaná revitalizace objektů (zateplení obálek jednotlivých budov), doporučujeme před zahájením projekčních prací a realizací nového zdroje tepla aktualizovat jeho výkon.

Teplota topné vody bude regulována ekvitermně. Kondenzační kotel bude využit v letním období, kdy je připravována pouze teplá voda. Přestože je teplota topné vody na výstupu z kotle ve výši cca 65 až 70°C (pro ohřev teplé vody na teplotu 55 až 60°C), lze předpokládat optimální vychlazení zpátečky (ohřev studené vody o teplotě cca 10°C), čímž bude kotel pracovat v kondenzačním režimu. Provoz kotle v kondenzačním režimu bude i v přechodném období, kdy je potřeba nižší teploty topné vody na výstupu z kotle pro vytápění, čímž bude nižší i teplota zpátečky (např. tepelný spád 50/30°C). V zimním období, kdy je potřeba nejvyšší teploty topné

vody na výstupu z kotle, bude nejvyšší i teplota zpátečky a předpokládá se, že v tomto období nebude kotelná pracovat v kondenzačním režimu. V zimním období bude provozován především nízkoteplotní kotel a v případě potřeby vyšších výkonů budou v provozu oba kotle.

3.3. Investiční náklady na nový zdroj tepla

Při realizaci nového zdroje tepla se předpokládá kompletní rekonstrukce kotelný, avšak s maximálním využitím nově rekonstruovaných a vyměněných technologických zařízení, jako jsou expanzomaty, úpravna vody, deskový výměník pro přípravu TV a zásobník TV, systém MaR. Zásah do těchto zařízení bude pouze v případě zajištění plynulého, bezpečného a bezporuchového chodu kotelný. Nutný bude zásah do systému MaR, kdy bude systém upraven pro možnost navedení nových kotlů a dalších technologických zařízení kotelný.

V následující tabulce jsou uvedeny investiční náklady na rekonstrukci kotelný.

Investiční náklady		
Položka	Jednotka	Hodnota
Plynová zařízení	tis. Kč	257,0
Silnoproud a MaR	tis. Kč	665,4
Technologie a větrání	tis. Kč	4 902,1
Stavební úpravy	tis. Kč	168,2
Ostatní (zřízení staveniště, PD, uvedení do provozu ...)	tis. Kč	943,3
Celkem	tis. Kč	6 936,0

Tab. č. 1 – Investiční náklady

Jedná se o odhad investičních nákladů a k jejich upřesnění dojde až v průběhu zpracování realizační projektové dokumentace, kdy budou známy konkrétní typy dodaných technologií a jejich dodavatelé.

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	388 456,00	352 927,00
Výhřevnost ZP	MJ/m ³	34,63	34,63
Teplo v palivu	GJ	13 452,00	12 222,00
Provozní účinnost kotlů	%	87,20	96,00
Teplo vyrobené	GJ	11 733,00	11 733,00
Úspora ZP	m ³	35 529	
	%	9,10	
Teplo v uspořené ZP	GJ	1 230	
Cena ZP - bez DPH	Kč/m ³	7,54	
	Kč/GJ	217,70	
Úspora ročních nákladů na ZP	tis. Kč	267,80	

Tab. č. 12 – Bilance tepla a nákladů na palivo

Lze předpokládat, že úspora provozních nákladů bude vyšší, neboť dojde ke snížení nákladů na údržbu, servis a měření emisí (snížení počtu kotlů ze čtyř na dva), snížení rezervované kapacity ZP a nákladů na ni apod.

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 spotřebu zemního plynu v roce 2016. Srovnání stávajícího stavu se stavem po provedené optimalizaci kotelny a snížení emisí je uvedeno v následující tabulce. Emise z nových kotlů budou vyhovovat požadavkům daných vyhláškou č. 415/2012 Sb.

Snížení emisí vlivem optimalizace zdroje tepla			
Položka	Jednotka	Stávající stav	Nový stav
Roční spotřeba ZP	m ³ /rok	388 456	352 927
	m ³ _N /rok	368 234	334 555
Roční produkce suchých spalin	m ³ _{Nr} /rok	3 680 290	3 343 683
Hmotnostní koncentrace NO _x ve spalinách	mg/m ³ _{Nr}	151	65
Roční produkce NO_x	kg/rok	555	217

Tab. č. 13 – Snížení emisí vlivem optimalizace zdroje tepla

Vyhodnocení emisí bylo provedeno na základě stávající hmotnostní koncentrace NO_x ve spalinách stávajícího spalovacího zařízení a předpokládaných hmotnostních koncentrací NO_x ve spalinách nově instalovaného zařízení. Hmotnostní koncentrace NO_x závisí především na použitém typu hořáku. Dle výrobce hořáků lze u jednotlivých typů hořáků garantovat

hmotnostní koncentrace NO_x ve výši 100 mg/m³Nr, 80 mg/m³Nr, ale i 40 mg/m³Nr. Běžně bývají reálné hodnoty NO_x nižší než hodnoty garantované. Se snižující se garantovanou hodnotou NO_x bude pravděpodobně narůstat cena hořáku.

4 Závěr

TES byla provedena na základě následujících skutečností a předpokladů:

- Jako vstupní podklady pro zpracování TES sloužily především aktuální data (rok 2016 a leden 2017) spotřeby zemního plynu a výroby tepla v kotelně, průměrné venkovní teploty apod.
- Nový výkon zdroje tepla byl stanoven na základě aktuálních spotřeb ZP (rok 2016 a leden 2017), nezohledňuje tedy případnou revitalizaci objektů.
- Ve výpočtech bylo uvažováno s cenou ZP ve výši 217,7 Kč/GJ bez DPH, tj. 7,54 Kč/m³ bez DPH.

Výsledky TES jsou následující:

Na základě provedené optimalizace výkonu zdroje byla navržena rekonstrukce stávající plynové kotelny, ve které budou umístěny dva plynové kotle o celkovém tepelném výkonu cca 1 200 kW. Jeden kotel bude kondenzační s výkonem cca 600 kW, druhý kotel bude nízkoteplotní s výkonem cca 600 kW.

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 mimo zařízení, která byla v nedávné době vyměněna nebo rekonstruována (expanzomaty, úpravna vody, deskový výměník pro přípravu TV a zásobník TV, systém MaR a regulace).

Při provádění projekčních prací a realizaci stavby se předpokládá zachovat a v maximální míře využít nová a rekonstruovaná zařízení (viz bod výše).

Investiční náklady na rekonstrukci zdroje tepla byly stanoveny ve výši 4 930 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 8,8%, snížení spotřeby zemního plynu o 1 230 GJ/rok a k úspoře finančních nákladů na palivo ve výši 267,8 tis. Kč/rok.