



Analýza možného potenciálu úspory energie v objektu Domu Kultury Teplice

12/2016



ÚVOD

Na základě objednávky byla připravena analýza možností úspory energie v objektech Domu Kultury Teplice, příspěvkové organizace určených pro kulturní činnosti ve městě Teplice. Předmětem analýzy jsou tyto tři objekty, přičemž pro každý z objektů je vyhotovena samostatná analýza.

- **Dům kultury Teplice (DK), situovaný na adrese Mírové náměstí 2950, Teplice**
- Krušohorské divadlo (KDT), situované na adrese U Císařských lázní 4, Teplice
- Budovy pro kulturu „Zahradní dům“ (ZD), situované na adrese U Zámku 525/1, Teplice

Předmětem analýzy je určení a posouzení možností úspor energie a finančních prostředků na energie ve výše uvedených budovách.

V této práci se zaměřujeme především na ověření způsobu zásobování objektů energiemi, stavu objektů a technických zařízení v nich umístěných, dále ověření základního principu fungování technických zařízení budov vzhledem k reálnému provozu. Na základě informací získaných v rámci prohlídky jednotlivých objektů je podrobněji věnována pozornost možnosti rekonstrukce vzduchotechnických zařízení a zprovoznění systému chlazení pro vzduchotechnické zařízení v objektu Domu Kultury Teplice.

Analýza možností potenciálu úspor energie je rozdělena do tří samostatných částí po jednotlivých objektech, přičemž každá část obsahuje úvodní popisnou a analytickou část a část návrhovou, kde jsou posouzena a vyčíslena možná opatření.

Obsahem analýzy je následující:

- popis stávajícího stavu energetického systému,
- zhodnocení stávajícího nakládání s energiemi se specifikací úsporných oblastí,
- návrh opatření a návrh vhodného postupu realizace,
- energetický management s cílem efektivního řízení snižování spotřeby energie, tedy neustálého zlepšování energetického hospodářství.

Předmětem koncepce v této úrovni není podrobný výpočet tepelně technických vlastností budov. Zde čerpáme z dostupných dříve provedených dokumentů (energetické audity a Průkazy energetické náročnosti budov).



1 DŮM KULTURY V TEPLICÍCH

Mírové Náměstí 2950, Teplice



**Obsah:**

1	Dům kultury v Teplicích	2
2	Identifikační údaje	8
2.1	Vlastník a provozovatel objektu	8
2.2	Předkladatel a zpracovatel dokumentu	8
2.3	Předmět dokumentu	8
3	Popis výchozího stavu.....	9
3.1	Předmět.....	9
3.1.1	Charakteristika.....	10
3.2	Základní údaje o energetických vstupech	11
3.2.1	Dodávka tepla z CZT	11
3.2.2	Elektrická energie	11
3.2.3	Energetické vstupy	11
3.2.4	Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu	19
3.3	Zdroje a rozvody energie.....	20
3.3.1	Zdroje pro vytápění (ÚT), vzduchotechniku (VZT) a přípravu teplé vody (TV).....	20
3.3.2	Otopná soustava.....	22
3.3.3	Příprava teplé vody.....	22
3.3.4	Vzduchotechnika	24
3.3.5	Chlazení	27
3.3.6	Osvětlení.....	27
3.3.7	Ostatní spotřebiče energie	28
3.3.8	Elektroinstalace	28
3.3.9	Rozdělení podílů na spotřebě a platbách za energie	28
3.4	Informace o stavební části a tepelně technických vlastnostech budovy	31
3.4.1	Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí.....	31
3.4.2	Záměry provozovatele objektu Domu Kultury	32
4	Zhodnocení výchozího stavu	33
4.1	Vyhodnocení účinnosti užití energie	33
4.1.1	Vyhodnocení účinnosti užití energie ve zdrojích energie.....	33
4.1.2	Příprava a rozvody TV	33
4.1.3	Osvětlení.....	34
4.1.4	Vyhodnocení účinnosti užití energie ve významných spotřebičích energie.....	34
4.2	Celková energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie	35
5	Navržená opatření	37
5.1	Druhy úsporných opatření.....	37
5.2	Beznákladová a nízkonákladová opatření	38
5.2.1	Opatření A - Energetický management	38
5.3	Středněnákladová opatření.....	43
5.3.1	Opatření B – Instalace IRC na OT, útlum oběhového čerpadla pro přípravu TV	43
5.4	Vysokonákladová opatření	46



5.4.1	Opatření C – Rekonstrukce strojovny VZT, chlazení.....	46
5.4.2	Opatření D - Zateplení obvodových stěn.....	52
5.4.3	Opatření E - Solární termický systém pro přípravu TV.....	54
5.4.4	Opatření F - Porovnání stáv. zdroje tepla CZT a plynové kotelny	57
5.4.5	Opatření G - Posouzení možnosti instalace kogenerační jednotky.....	61
5.4.6	Opatření H - Posouzení možnosti instalace fotovoltaického zdroje na střechu	65
5.4.7	Opatření I - Posouzení možnosti využití zdroje chladu jako reverzní TČ.....	68
5.5	Porovnání ceny tepla ze systému CZT s cenou z CZT v krajích ČR.....	70
5.6	Souhrn navržených opatření	74
5.7	Popis okrajových podmínek	76
6	Závěr, doporučení.....	77

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Základní parametry objektu.....	9
Tabulka 2 - Energetické vstupy - rok 2015	11
Tabulka 3 - Energetické vstupy - rok 2016	11
Tabulka 4 - Energet. vstupy, průměr 2015-2016, ceny 2016 bez DPH.....	12
Tabulka 5 - Energet. vstupy, průměr 2015-2016, ceny 2016 s DPH.....	12
Tabulka 6 - Spotřeba studené vody v roce 2015	17
Tabulka 7 - Spotřeba studené vody v roce 2016	17
Tabulka 8 - Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky.....	19
Tabulka 9 - Určení a výpočet spotřeby tepla na ohřev teplé vody.....	23
Tabulka 10 - Určení spotřeby tepla na ohřev teplé vody v období mimo topnou sezónu (rok 2015) ..	23
Tabulka 11 - Tech. parametry VZT jednotek, provozní hodiny, výpočet spotřeby el. energie (ee)	25
Tabulka 12 - Provozní hodiny VZT jednotek, výpočet spotřeby tepla.....	26
Tabulka 13 - Podíl jednotlivých druhů spotřebičů na spotřebě el. energie	28
Tabulka 14 - Procentní podíl na spotřebě a platbách za energii	29
Tabulka 15 - Hodnoty součinitelů prostupu tepla obvodovými konstrukcemi	31
Tabulka 16 - Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/m ³).....	34
Tabulka 17 - Vyčíslení tepelných ztrát v rozvodech TV	34
Tabulka 18 - Základní tvar energetické bilance	35
Tabulka 19 - Přepočet skutečné spotřeby na vytápění denostupňovou metodou	36
Tabulka 20 - Základní tvar energetické bilance, přepočet na dlouhodobý průměr	36
Tabulka 21 - Požadované vnitřní teploty ve vybraných prostorech.....	39
Tabulka 22 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení celého opatření B	44
Tabulka 23 - Ekonomické vyhodnocení opatření B	45
Tabulka 24 - Stávající jednotky a určení předpokládané spotřeby el. energie nových VZT jednotek...	47
Tabulka 25 - Stávající jednotky a určení předpokládané spotřeby tepla nových VZT jednotek	48
Tabulka 26 - Určení předpokl. chl. výkonu a spotřeby elektřiny na chlazení vybraných prostor	49
Tabulka 27 - Porovnání spotřeby energie pro VZT, nové VZT bez chlazení/s chlazením	49
Tabulka 28 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření C.....	50
Tabulka 29 - Ekonomické vyhodnocení opatření C	51
Tabulka 30 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření D.....	52
Tabulka 31 - Ekonomické vyhodnocení opatření D.....	53
Tabulka 32 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření E	54
Tabulka 33 - Ekonomické vyhodnocení opatření E	55
Tabulka 34 - Určení předpokládaných celkových nákladů na provoz plynové kotelny.....	57



Tabulka 35 - Porovnání stávající ceny tepla a tepla z plynové kotelny, návratnost opatření	58
Tabulka 36 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření F	58
Tabulka 37 - Ekonomické vyhodnocení opatření F	59
Tabulka 38 - Předpokládané parametry instalované kogenerační jednotky.....	61
Tabulka 39 - Předpokládání IN v tis. Kč bez DPH	62
Tabulka 40 - Bilance provozu s KGJ	62
Tabulka 41 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření G.....	62
Tabulka 42 - Ekonomické vyhodnocení opatření G	64
Tabulka 43 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření H.....	66
Tabulka 44 - Ekonomické vyhodnocení opatření H.....	66
Tabulka 45 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření I	68
Tabulka 46 - Ekonomické vyhodnocení opatření I	69
Tabulka 47 – Vývoj průměrné výsledné ceny tepelné energie v jednotlivých krajích ČR vč. DPH	71
Tabulka 48 - Souhrn posuzovaných opatření	74
Tabulka 49 - Ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření	74

Seznam grafů:

Graf 1 - Vývoj roční spotřeby tepla 2015-2016 v [GJ/rok]	12
Graf 2 - Cena za dodané teplo v letech 2015-2016 [Kč/rok bez DPH].....	13
Graf 3 - Cena za dodané teplo v letech 2015-2016 [Kč/rok s DPH].....	13
Graf 4 - Vývoj roční spotřeby tepla v jednotlivých měsících let 2015-2016 v [GJ/rok]	13
Graf 5 - Vývoj měrné jednotkové ceny tepla v Kč/GJ	14
Graf 6 - Roční spotřeba nakoupené el. energie 2015 a 2016	14
Graf 7 - Vývoj měsíčních spotřeb el. energie.....	14
Graf 8 - Porovnání sjednané rezervované kapacity (RK) s naměřeným měsíčním ¼h maximem	15
Graf 9 - Průběh ¼ hmax. v celém roku 2016	15
Graf 10 - Vývoj ceny el. energie v letech 2015-2016 v Kč/MWh bez DPH	16
Graf 11 - Vývoj měsíčních spotřeb el. energie v roce 2015 a 2016	16
Graf 12 - Měsíční spotřeba studené vody v roce 2015 a 2016.....	18
Graf 13 - Porovnání skutečných denostupňů s dlouhodobým průměrem.....	19
Graf 14 - Rozložení spotřeby el. energie	29
Graf 16 - Procentuální rozložení celkové spotřeby energie (vypočteno)	30
Graf 17 - Procentuální podíly na spotřebě a platbách za energii	30
Graf 20 - Průběh ¼ hmax. v celém roku 2016	61
Graf 18 - Měrná jednotková cena tepla v letech 2014-2016 v Kč /bez DPH a s DPH).....	70
Graf 19 - Vývoj průměrné výsledné ceny tepelné energie v jednotlivých krajích ČR vč. DPH	71
Graf 21 - Poměr investičních nákladů v tis. Kč a úspor jednotlivých opatření v GJ.....	75
Graf 22 - Poměr investičních nákladů a úspor finančních prostředků vzniklých jejich realizací.....	75

**Seznam obrázků:**

Obrázek 1 - Situační schéma objektu Domu Kultury v Teplicích	10
Obrázek 2 - Pohled na výměníkovou stanici pára/voda	20
Obrázek 3 - Oběhová čerpadla Sigma Lutín	22
Obrázek 4 - Akumulační el. zásobníky přípravy TV.....	22
Obrázek 5 - Pohled na VZT jednotku č.8 (vlevo) a VZT č. 14 (2 jednotky KDK nad sebou).....	24
Obrázek 6 - Pohled na vyřazené a dlouhodobě nefunkční kompresorové zdroje chladu ČKD	27
Obrázek 7 - Pohled na svítidla v prostorách vstupního Foyer	27
Obrázek 8 - Pohled na objekt Domu Kultury	31
Obrázek 9 - Princip neustálého zlepšování energetického hospodářství.....	38
Obrázek 10 - Scan faktury za EE z 05/2016 s vyznačením penále za překročení RK	41
Obrázek 11 - Pohled na jednu z hlavic se servopohonem osazená na OT	44
Obrázek 12 - letecký snímek na střechu objektu DK.....	65
Obrázek 13 - Příklady fotovoltaických střešních fólií	66
Obrázek 14 - Schéma rozvodů tepla, oranžově jsou vyznačeny stávající parovody (příl. 3 ÚEK)	72
Obrázek 15 - Rozvod ZP v okolí obj. Domu kultury (DK), červeně STL, zeleně NTL)	73

**Seznam zkratk:**

PD	projektová dokumentace
CF	Cash flow
IRR	vnitřní výnosové procento
NPV	čistá současná hodnota
Ni	investiční náklady
EÚP	energeticky úsporný projekt
kWe	kilowatt elektrický
kWt	kilowatt tepelný
GJ	gigajoule
NN	nízké napětí
VN	vysoké napětí
KGJ	kogenerační jednotka
TČ	tepelné čerpadlo
ZZT	zpětné získávání tepla
OS	otopná soustava
TUV	teplá užitková voda
ÚT	ústřední topení
KPS	kompaktní předávací stanice
HVS	hlavní výměňiková stanice
AN	akumulační nádrž
TRV	termoregulační ventil
IRC	“individual room control“
VZT	vzduchotechnika
CZT	centrální zásobení teplem
ZP	zemní plyn
EE	el. energie
CP	cihla plná
CD	cihla dutá
KGJ	kogenerační jednotka
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy



2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

2.1 Vlastník a provozovatel objektu

Název/jméno	Dům Kultury Teplice, příspěvková organizace		
Adresa	Mírové náměstí 2950, 415 01 Teplice		
Kontaktní osoba	Ing. Miloslav Fáborský		
Telefon	608635632	Fax	-
IČ	00081221	DIČ	CZ00081221
E-mail	technika@dkteplice.cz		

2.2 Předkladatel a zpracovatel dokumentu

Jméno	Amper Savings, a.s.		
Adresa	Antala Staška 1076/33a		
Zástupce	Ing. Radim Kohoutek		
Telefon	602538228	Fax	
IČ	01428357	DIČ	CZ 01428357
E-mail	kohoutek@ampersavings.cz		
Zpracovatel	Ing. David Pech		
E-mail	pech@ampersavings.cz		
Telefon	723 203 145		

2.3 Předmět dokumentu

Název	Dům Kultury Teplice
Adresa	Mírové náměstí 2950, 415 01 Teplice
Vlastník - zřizovatel	Statutární město Teplice
Vztah vlastníka k zadavateli	Statutární město Teplice je zřizovatelem



3 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 Předmět

Předmětem analýzy možností úspory energie je Dům Kultury Teplice (DK). Předmětem je tedy konstrukce budovy, stav a provoz technických zařízení budovy a spotřeba energie v místě.

Tento dokument **není** energetickým auditem ani energetickým posudkem dle zákona 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Situaci znázorňuje obrázek 1.

Tabulka 1 - Základní parametry objektu

Identifikace činnosti				
Druh činnosti	Kulturní zařízení – koncertní sál, estrádní taneční sál, kino			
Počet zaměstnanců	30			
Počet vytápěných budov	1			
Seznam budov				
	Objem vytápěné části budovy	Energet. vztažná podlah. plocha	Plocha ochlaz. Konstrukcí obálky budovy	Faktor tvaru budovy
	[m³]	[m²]	[m²]	[m²/m³]
Dům kultury v Teplicích	46 905	7 866,3	8 458,7	0,18

Pozn. Údaje vychází z podkladu PENB z 09/2013 a nebyly znovu přepočítávány

Ke zpracování byly použity následující podklady:

- dostupná výkresová dokumentace v el. podobě (projekt vzduchotechniky, avšak bez technické zprávy)
- údaje o spotřebě a nákladech za energie (2015-2016)
- údaje o provozu v budově
- údaje z šetření na místě
- vlastní fotodokumentace
- původní Energetický audit z 07/2006, zpracovaný společností Martia a.s.
- Průkaz energetické náročnosti budovy z 09/2013 zpracovaný společností EnergySim

3.1.1 Charakteristika

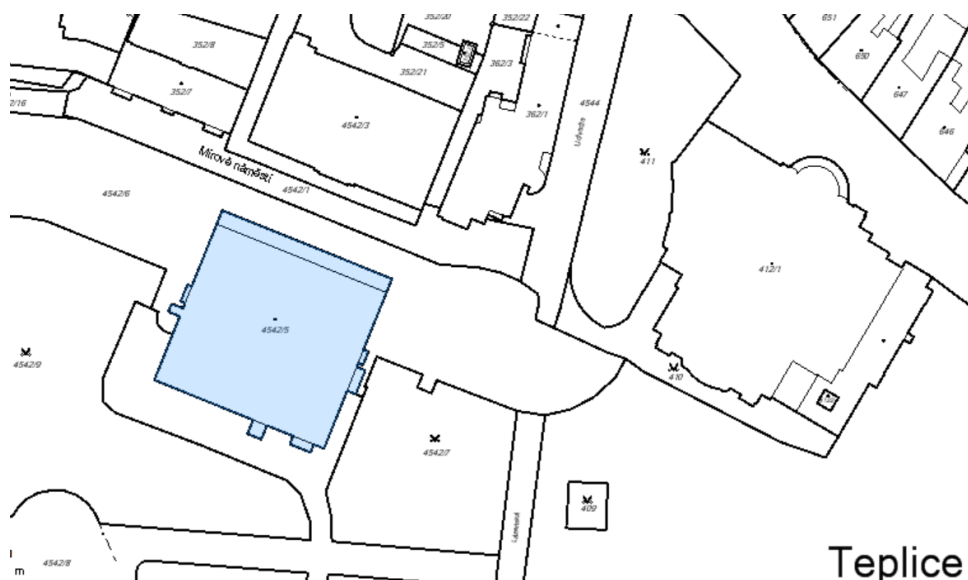
Objekt Domu kultury tvoří jedna samostatná budova postavená v roce 1986 na Mírovém náměstí sloužící především ke kulturnímu vzdělávání. V objektu jsou situovány dva sály – koncertní a společenský (estrádní), kinosál, šatny, kanceláře, vstupní hala a další technické a pomocné prostory sloužící pro provoz objektu. Autorem architektonického návrhu byl uznávaný architekt Karel Hubáček z ateliéru SIAL Liberec, jenž je mimo jiné autorem libereckého hotelu Ještěd.

Objekt má 3 nadzemní podlaží (1.-3.N.P.) a technický suterén (1.P.P.), který je zapuštěn zčásti pod okolním terénem, objekt je půdorysně čtvercového tvaru. Konstruktivní systém tvoří železobetonové prefabrikované sloupy a ocelové průvlaky.

Provoz budovy je od 6:00 do 22:00, přičemž provoz je rozdílný podle příslušných prostor, tj. odlišný pro provoz sálů, kina, kanceláří a jiných prostor. Průměrný počet zaměstnanců působících v budově Domu Kultury (DK) je cca 30. Koncertní sál má kapacitu 550 pevných sedadel a slouží především potřebám Severočeské filharmonie v Teplicích.

V době zpracování tohoto dokumentu jsou plánovány stavební úpravy vstupní haly – Foyer.

Obrázek 1 - Situační schéma objektu Domu Kultury v Teplicích



Zdroj: nahlížení do katastru nemovitostí

3.2 Základní údaje o energetických vstupech

Objekt je zásobován těmito energiemi a médii:

- teplo z CZT (pára)
- elektrická energie
- studená voda

3.2.1 Dodávka tepla z CZT

Do objektu DK je dodávané teplo z CZT ve formě páry do výměníkové stanice umístěné v objektu. Dodavatelem tepla je společnost ČEZ Teplárenská, a.s., tepelným zdrojem v systému CZT je Elektrárna Ledvice, vzdálená cca 11 km od centra města Teplice. V objektu je teplo využíváno pro systém vytápění (ÚT), vzduchotechniku (VZT) a přípravu teplé vody (TV). V období mimo topnou sezónu není teplo z CZT využíváno, a to ani pro ohřev teplé vody. Ohřev teplé vody je v období mimo topnou sezónu zajištěn ve třech elektrických bojlerech o celkovém příkonu 13,5 kW. Číslo odběrného místa je 0100417616. Cena tepla v roce 2016 v sazbě H31P1_01 (sazba na vstupu do předávací stanice) je 396,0 Kč/GJ bez DPH, resp. 455,40 Kč/GJ s DPH.

3.2.2 Elektrická energie

Dodavatelem elektrické energie je společnost CENTROPOL ENERGY, a.s. Číslo odběrného místa je EAN OPM 859182400407146375. Produktem je dvoutarif KS (VZ, NT) Sjednaná roční rezervovaná kapacita je 140 kW (0,14 MW).

3.2.3 Energetické vstupy

V následujících tabulkách jsou uvedeny energetické vstupy do objektu Domu Kultury v Teplicích. Spotřeby jsou vtaženy k uceleným ročním obdobím let 2015 - 2016. Uvedeny jsou spotřeby včetně vynaložených nákladů, údaje v peněžních jednotkách jsou uvedeny v cenách bez DPH.

Tabulka 2 - Energetické vstupy - rok 2015

Energetické vstupy v roce 2015					
vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Přepočet	Přepočet na MWh	Roční náklady Kč/rok
Elektrina	MWh	277,7	1,00	277,7	769 569
Teplo	GJ	2 341,9	3,60	650,5	920 495
Celkem spotřeba paliv a energie				928,2	1 690 064

Pozn. Ceny bez DPH

Tabulka 3 - Energetické vstupy - rok 2016

Energetické vstupy v roce 2016					
vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Přepočet	Přepočet na MWh	Roční náklady Kč/rok
Elektrina	MWh	276,2	1,00	276,2	765 711
Teplo	GJ	2 532,6	3,60	703,5	1 002 917
Celkem spotřeba paliv a energie				979,7	1 768 628

Pozn. Ceny bez DPH



Tabulka 4 - Energet. vstupy, průměr 2015 - 2016, ceny 2016 bez DPH

Energetické vstupy - průměr z let 2015-2016					
vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Přepočet	Přepočet na MWh	Roční náklady Kč/rok
Elektřina	MWh	276,9	1,00	276,9	767 807
Teplo	GJ	2 437,2	3,60	677,0	965 149
Celkem spotřeba paliv a energie				953,9	1 732 956

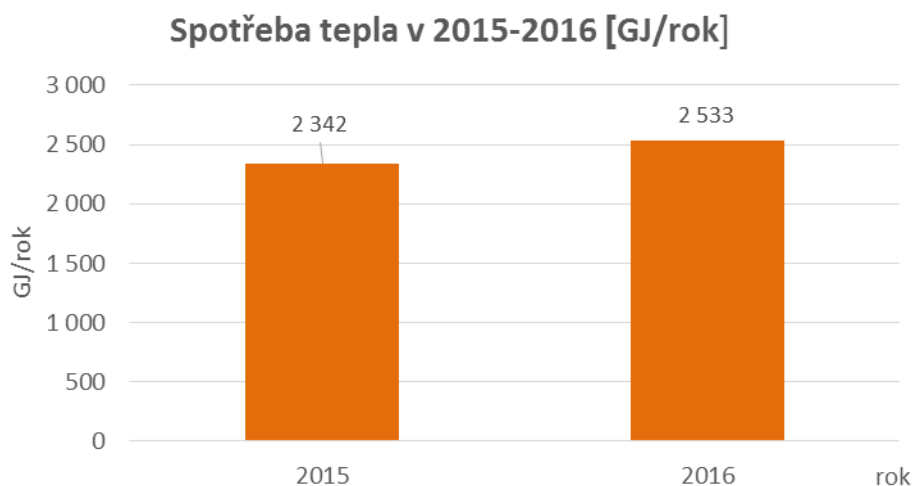
Pozn. Ceny bez DPH

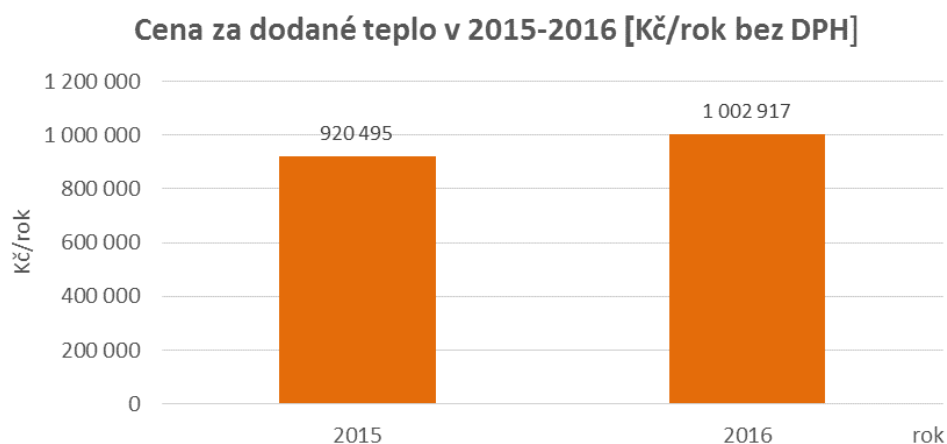
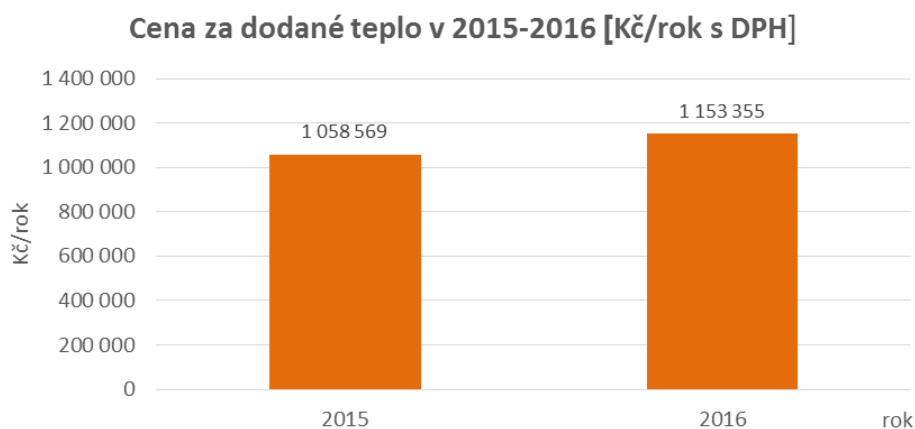
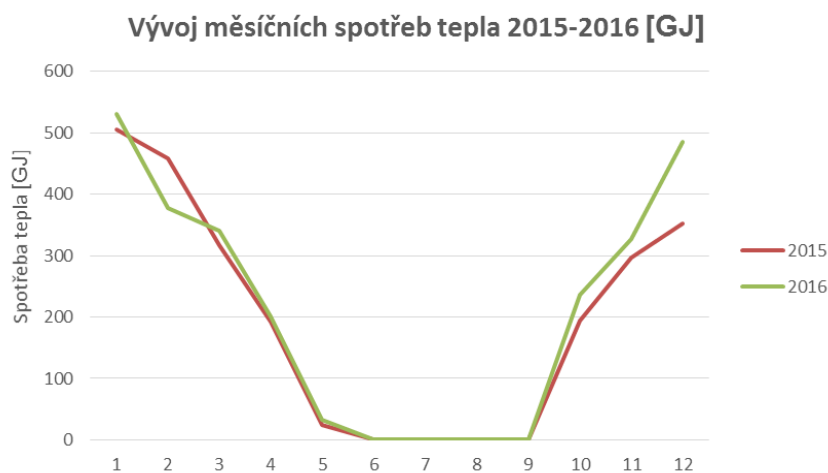
Tabulka 5 - Energet. vstupy, průměr 2015 - 2016, ceny 2016 s DPH

Energetické vstupy - průměr z let 2015-2016					
vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Přepočet	Přepočet na MWh	Roční náklady Kč/rok
Elektřina	MWh	276,9	1,00	276,9	929 047
Teplo	GJ	2 437,2	3,60	677,0	1 109 921
Celkem spotřeba paliv a energie				953,9	2 038 968

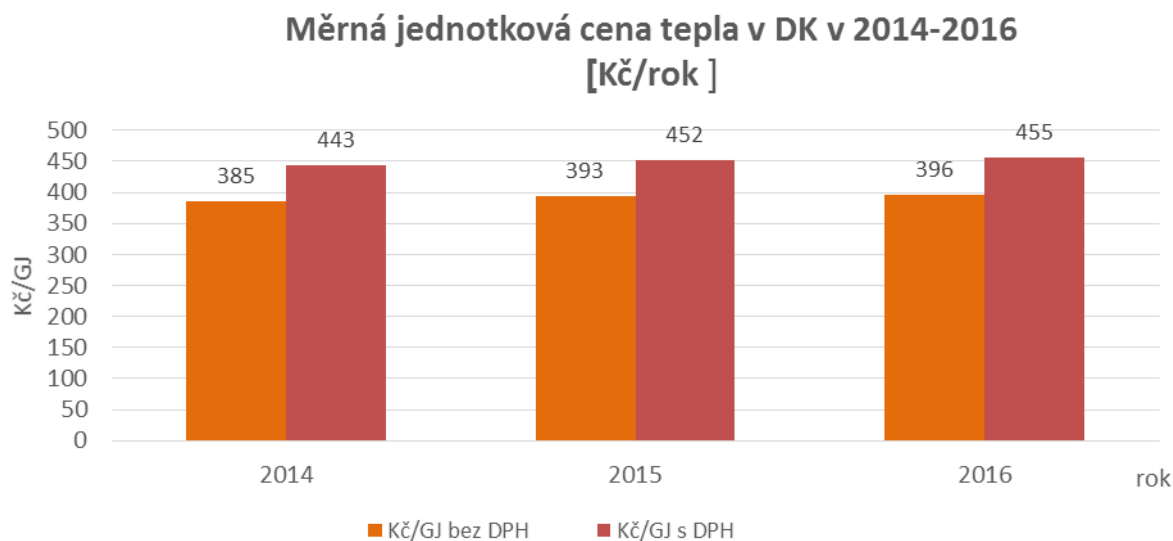
Pozn. Ceny s DPH

Graf 1 - Vývoj roční spotřeby tepla 2015 - 2016 v [GJ/rok]



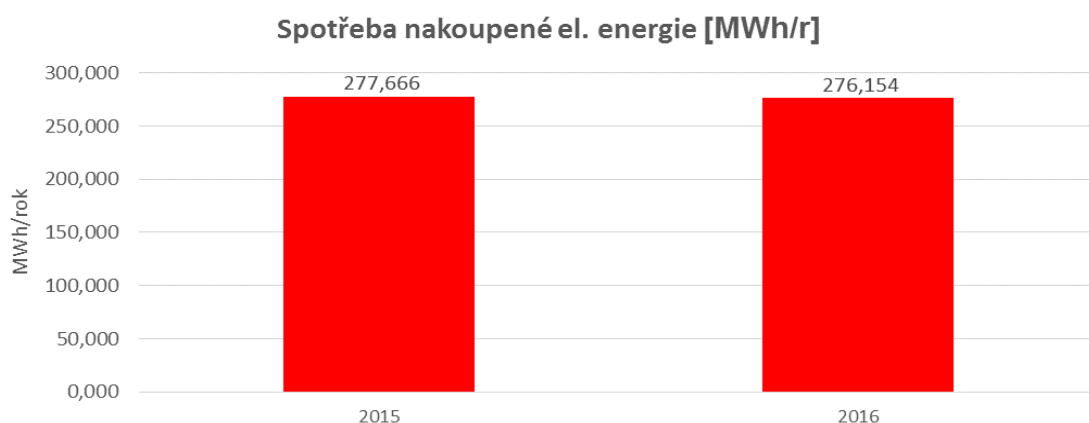
Graf 2 - Cena za dodané teplo v letech 2015 - 2016 [Kč/rok bez DPH]

Graf 3 - Cena za dodané teplo v letech 2015 - 2016 [Kč/rok s DPH]

Graf 4 - Vývoj roční spotřeby tepla v jednotlivých měsících let 2015 - 2016 v [GJ/rok]


Graf 5 - Vývoj měrné jednotkové ceny tepla v Kč/GJ

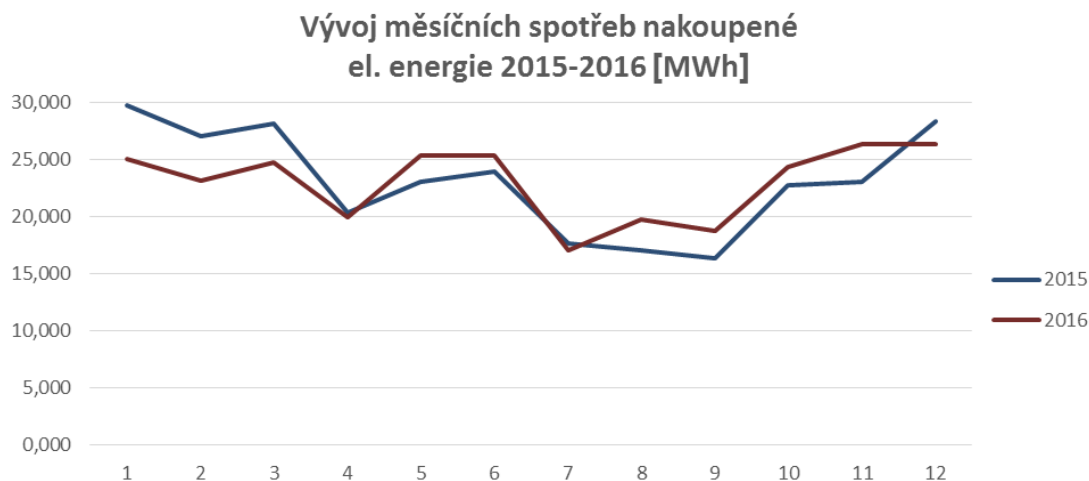


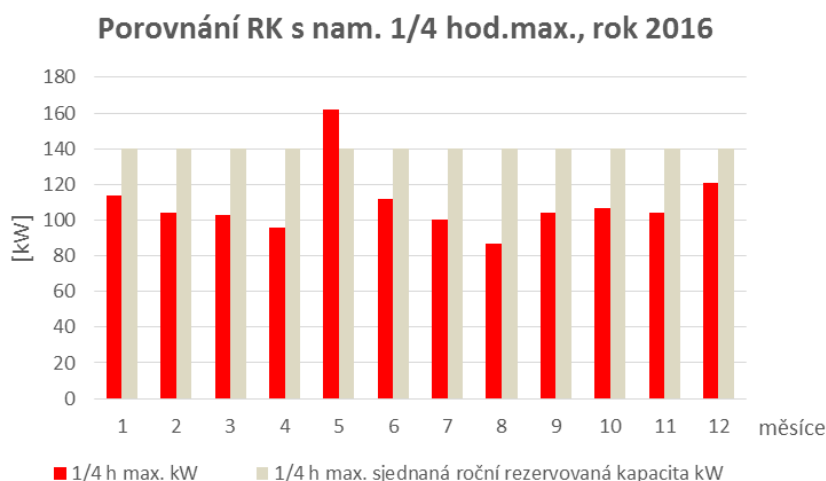
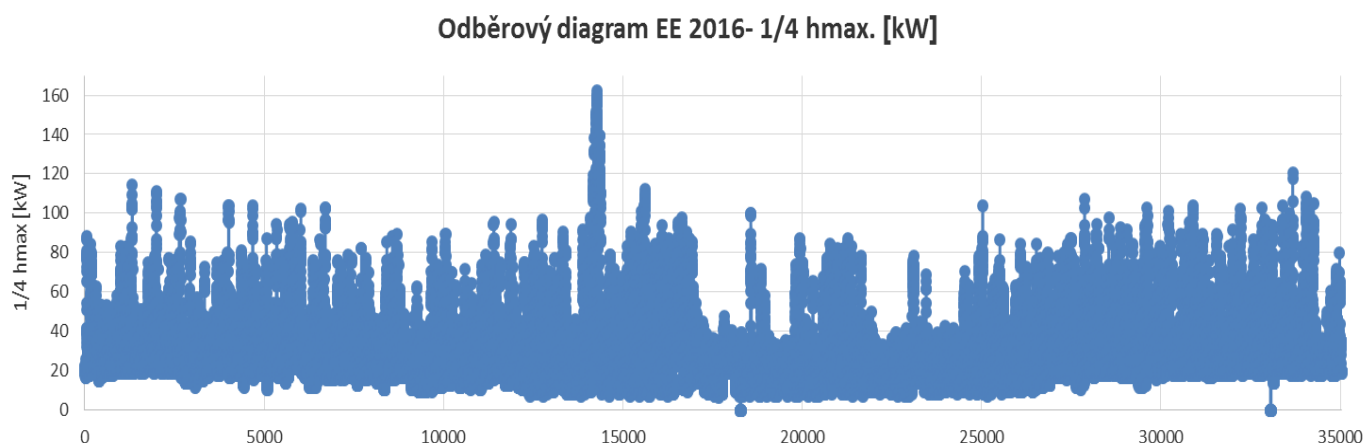
Měrná jednotková cena tepla pro rok 2017 zůstává stejná jako v roce 2016 ve výši 396 Kč/GJ bez DPH.

Graf 6 - Roční spotřeba nakoupené el. energie 2015 a 2016



Graf 7 - Vývoj měsíčních spotřeb el. energie



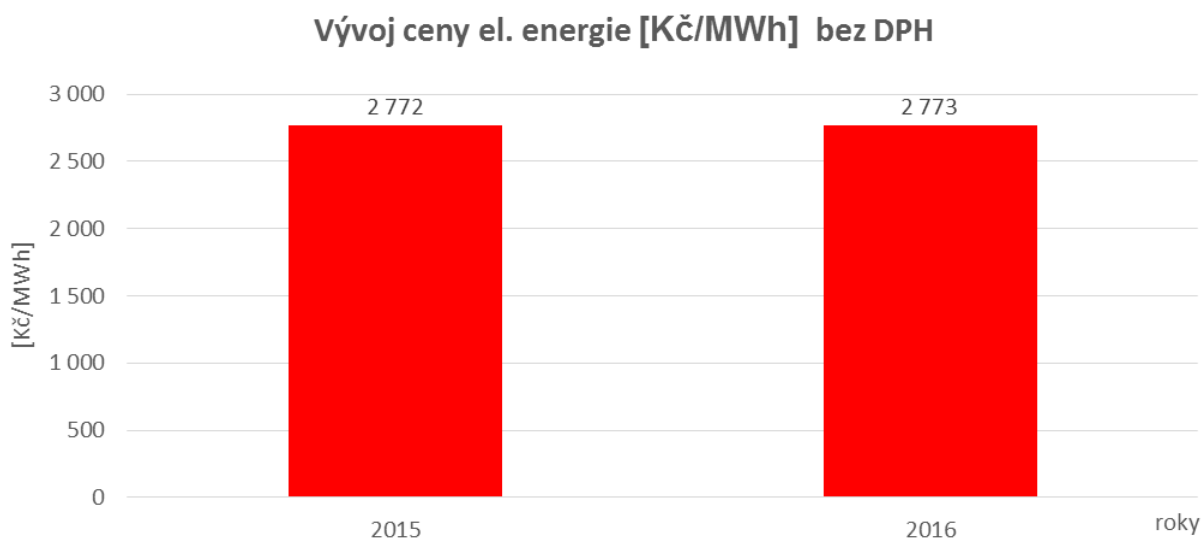
Graf 8 - Porovnání sjednané rezervované kapacity (RK) s naměřeným měsíčním ¼h maximem

Graf 9 - Průběh ¼ hmax. v celém roku 2016


Pozn. Zdroj: portál naměřených dat ČEZ distribuce

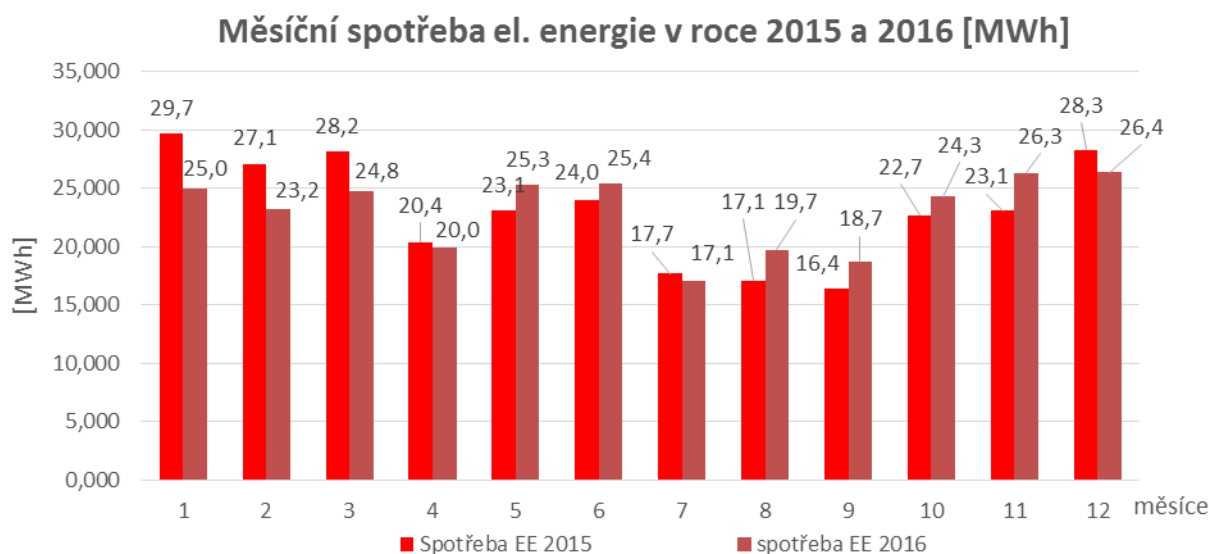
Z údajů z faktur za el. energii a grafu el. zatížení výše je vidět, že dlouhodobě sjednané maximum 0,14 MW je dostatečné, prakticky až možná se zbytečně vysokou rezervou. V měsících 01 až 04 a 06 až 12 roku 2016 je průměrná hodnota měsíčního naměřeného ¼ hodinového maxima v rozmezí 105 až 121 kW, maximální hodnota zatížení byla v prosinci o hodnotě 121 kW.

Výjimkou, jak je patrné z grafu výše, je květen 2016, kdy bylo změřeno nejvyšší zatížení 28.5.2016 ve 20 hodin a to 162 kW. Toto zvýšené naměřené zatížení je způsobeno každoročním pořádáním kulturních akcí v okolí kulturního domu při slavnostním zahájení lázeňské sezóny, kdy jsou na toto odběrné místo připojeny další externí spotřebiče pro venkovní stánky a další potřeby této kulturní akce. Provozovatel objektu již zahájil jednání s dodavatelem el. energie o možnosti zvýšení rezervované měsíční kapacity, avšak jen vždy na měsíc květen. Penále za překročení rezervované kapacity v daném měsíci činilo 15 481 Kč bez DPH.

Graf 10 - Vývoj ceny el. energie v letech 2015 - 2016 v Kč/MWh bez DPH



Graf 11 - Vývoj měsíčních spotřeb el. energie v roce 2015 a 2016

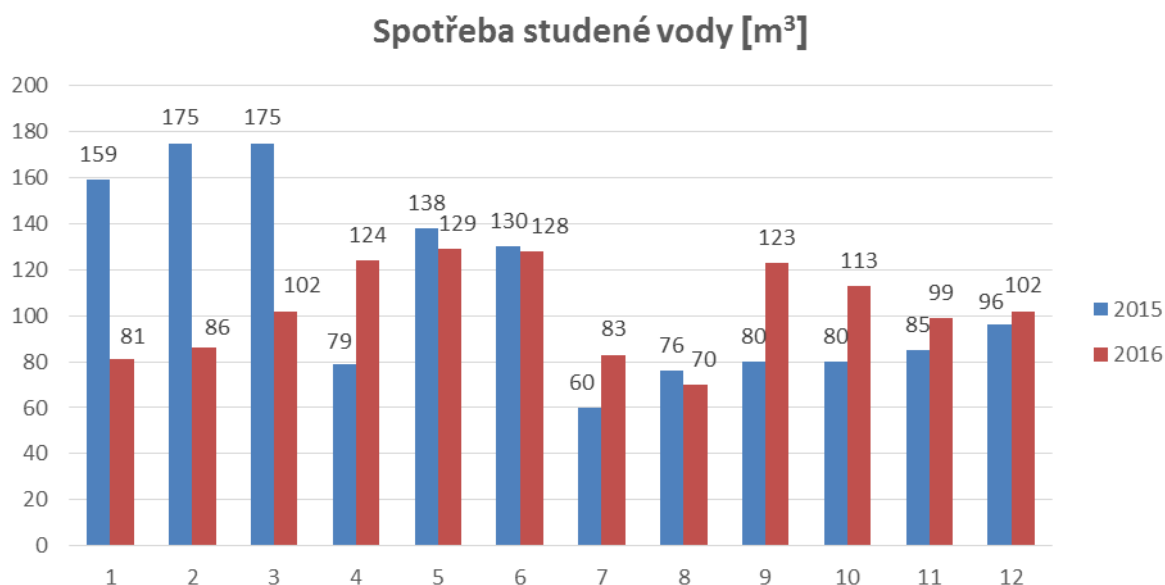



Tabulka 6 - Spotřeba studené vody v roce 2015

Měsíc	voda		srážková voda	
2015	[m ³]	Platba	[m ³]	Platba
leden	159	14 701 Kč	98,4	4 437 Kč
únor	175	16 181 Kč	98,4	4 437 Kč
březen	175	16 181 Kč	98,4	4 437 Kč
duben	79	7 304 Kč	98,4	4 437 Kč
květen	138	12 759 Kč	98,4	4 437 Kč
červen	130	12 020 Kč	98,4	4 437 Kč
červenec	60	5 548 Kč	98,4	4 437 Kč
srpen	76	7 027 Kč	98,4	4 437 Kč
září	80	7 397 Kč	98,4	4 437 Kč
říjen	80	7 397 Kč	98,4	4 437 Kč
listopad	85	7 859 Kč	98,4	4 437 Kč
prosinec	96	8 876 Kč	98,4	4 437 Kč
celkem	1333	123 250 Kč	1180,8	53 244 Kč

Tabulka 7 - Spotřeba studené vody v roce 2016

Měsíc	voda		srážková voda	
2016	[m ³]	Platba	[m ³]	Platba
leden	81	7 938 Kč	98,4	4 755 Kč
únor	86	8 428 Kč	98,4	4 755 Kč
březen	102	9 996 Kč	98,4	4 755 Kč
duben	124	12 152 Kč	98,4	4 755 Kč
květen	129	12 642 Kč	98,4	4 755 Kč
červen	128	12 544 Kč	98,4	4 755 Kč
červenec	83	8 134 Kč	98,4	4 755 Kč
srpen	70	6 860 Kč	98,4	4 755 Kč
září	123	12 054 Kč	98,4	4 755 Kč
říjen	113	11 074 Kč	98,4	4 755 Kč
listopad	99	9 702 Kč	98,4	4 755 Kč
prosinec	102	9 996 Kč	98,4	4 755 Kč
celkem	1240	121 520 Kč	1180,8	57 056 Kč

Graf 12 - Měsíční spotřeba studené vody v roce 2015 a 2016


Z grafu a tabulek výše je vidět celkem výrazný rozdíl v měsíčních spotřebách studené vody a to zejména v prvních čtyřech měsících srovnávaných let 2015 a 2016. Celkový meziroční rozdíl spotřeby SV o hodnotách 1 333 m³ a 1 240 m³ ve výši 7 % není velký. Relativně je však vysoká vlastní spotřeba SV v m³, která odpovídá průměrné každodenní spotřebě 3,65 m³ SV.

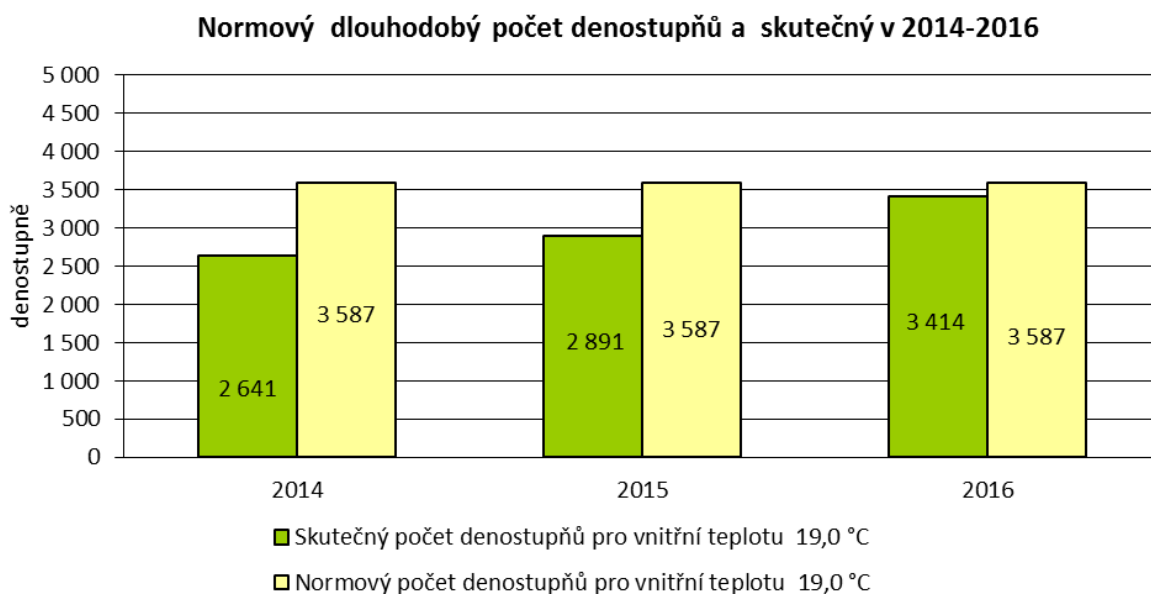
3.2.4 Klíčové hodnoty pro normalizované klimatické podmínky regionu

Hodnoty pro výpočet denostupňů byly převzaty z dat Stavebně technického ústavu-Energie budov a z dat ČHMÚ pro Ústecký kraj. Celková průměrná vnitřní teplota byla stanovena na základě váženého průměru teplot a objemů prostor.

Tabulka 8 - Klíčové hodnoty pro normalizované podmínky

Parametry prostředí			
Lokalita	-	Teplice, průměr 2014-2016	Dlouhodobý normál
Venkovní výpočtová teplota	t_e	-16 °C	- °C
Průměrná vnitřní teplota t_{is}	t_{is}	19,0 °C	19,0 °C
Definovaná teplota pro zahájení vytápění	-	13 °C	13 °C
Průměrná venkovní teplota t_{es}	t_{es}	5,38 °C	3,9 °C
Počet dnů otopného období	d	218 dní	237 dní
Počet denostupňů	$D^\circ = d (t_{is} - t_{es})$	2 982 °D	3 587 °D

Graf 13 - Porovnání skutečných denostupňů s dlouhodobým průměrem



Pozn. Klimatologické údaje za poslední měsíc roku 2016, nebyl znám a byl tak odhadnut

3.3 Zdroje a rozvody energie

3.3.1 Zdroje pro vytápění (ÚT), vzduchotechniku (VZT) a přípravu teplé vody (TV)

Vlastní zdroj energie není instalován, zdrojem tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu teplé vody je výměníková stanice pára/voda umístěná v 1.P.P. Ve výměníkové stanici jsou osazeny tři výměníky, přičemž 2 jsou určeny pro ÚT/VZT a jeden pro TV.

Regulace výměníkové stanice je ekvitermní (dle nastavené ekvitermní křivky), provoz je nastaven tak, že výměník najíždí v 5:00 hodin a do útlumu přepíná ve 22:00 hod. Po celou tuto dobu jsou natápěny registry VZT a voda otopného systému. Zapínání jednotlivých VZT jednotek dle akcí (kino, koncertní sál, estrádní sál, foyer, atd. podrobněji v části VZT).

Pro ohřev TV je samostatný výměník, který ohřívá vodu v topné sezóně. V letním období se teplá voda připravuje pomocí tří el. bojlerů s celkovým příkonem 13,5 kW.

Rozvody a trubkové výměníky jsou v prostorech VS tepelně izolovány izolací z minerální vlny obalené a chráněné drátěnou hliníkovou fólií. V místech různých dříve realizovaných úprav/oprav, svařování části potrubí apod., již tepelná izolace nebyla zpětně osazena – viz. foto dále.

Spotřeba tepla je měřena celkově na vstupu do VS, samostatné měření tepla na ÚT, VZT a TV není osazeno.

Obrázek 2 - Pohled na výměníkovou stanici pára/voda





3.3.2 Otopná soustava

Otopná soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody, rozdělená pouze na dvě větve značené A a B. Jedna větev zajišťuje přívod topné vody do registrů vzduchotechnických jednotek a pro otopná tělesa v severní části budovy, druhá větev je určena pro všechna ostatní otopná tělesa v objektu. Oběh topné vody zajišťují oběhová čerpadla Sigma Lutín instalovaná na otopných větvích výměňkové stanice. Rozvod topné vody je ocelovými trubkami, tepelně izolovanými. Otopná tělesa jsou osazena článkovými tělesy s termoregulačními ventily s běžnými termohlavicemi. Provozní přetlak je udržován pomocí expanzního doplňovacího systému.

Obrázek 3 - Oběhová čerpadla Sigma Lutín



3.3.3 Příprava teplé vody

V průběhu topné sezóny je ohřev teplé vody připravován centrálně ve výměňkové stanici, pomocí tepla z CZT. V letním období, kdy je provoz výměňkové stanice odstaven, je teplá voda připravována ve třech el. bojlerech s celkovým el. příkonem 13,5 kW, umístěných v prostorech výměňkové stanice. Rozvod teplé vody z výměňkové stanice do objektu je z ocelových resp. plastových trubek s tepelnou izolací Mirelon, rozvody k výtakovým armaturám jsou s cirkulačním potrubím. Cirkulace teplé vody je stálá, není nastaven žádný útlum cirkulace ani například v nočních hodinách. Měření množství spotřebované teplé vody v m³ ani v GJ není osazeno, celkový podíl spotřeby teplé vody a spotřeby tepla na přípravu teplé vody je dále vypočten.

Obrázek 4 - Akumulační el. zásobníky přípravy TV





Celková spotřeba studené vody v objektu byla v roce 20151 333 m³. Průměrný stálý počet zaměstnanců v objektu je cca 30, dále do objektu přichází návštěvníci na různé kulturní programy, jejich počet však není znám. Předpokládaná roční spotřeba teplé vody je minimálně 533 m³, což je cca 40 % z celkové spotřeby vody.

V tabulce níže je na základě předpokládaného množství teplé vody určeno množství energie na ohřátí této teplé vody a dále odhadnutá výše ztráty v rozvodech cirkulačního potrubí. Pro přesné určení spotřeby je doporučeno osadit vodoměr měřící množství dopouštěné studené vody určené k ohřevu a ideálně i měření tepla na ohřev TV podružným kalorimetrem.

Tabulka 9 - Určení a výpočet spotřeby tepla na ohřev teplé vody

	Dodaná voda	Teor. potřeba tepla	Ztráty v rozvodech	Spotřeba tepla celkem
	[m³]	[GJ/rok]	[GJ/rok]	[GJ/rok]
Ohřev TV z CZT	394,8	74,4	52,1	126,5
Ohřev TV z EE	138,4	26,1	18,3	44,3
Celkem	533,20	100,5	70	170,8

Pozn. Určení spotřeby TV ohřívané pomocí EE mimo topnou sezónu je podrobněji uvedeno v tab. níže

Tabulka 10 - Určení spotřeby tepla na ohřev teplé vody v období mimo topnou sezónu (rok 2015)

měsíce	SV [m³]	TV [m³]	teplo v [GJ]	teplo v [MWh]
6	130,0	52,0	9,8	2,7
7	60,0	24,0	4,5	1,3
8	76,0	30,4	5,7	1,6
9	80,0	32,0	6,0	1,7
Celkem ohřev EE	346,0	138,4	26,1	7,2

3.3.4 Vzduchotechnika

V objektu je instalováno původní vzduchotechnické zařízení, strojovna VZT je umístěna v technickém suterénu v 1.P.P. v blízkosti VS. Jedna VZT jednotka je umístěna v přístavku na střeše objektu (VZT č. 18). Vzduchotechnické jednotky jsou typu KDK tehdejšího výrobce Kovona Karviná z poloviny 80. let 20. století, tedy z doby výstavby objektu. Jedná se o různé velké VZT jednotky dodávající upravený vzduch vzduchotechnickým potrubím do příslušných prostor, kde je zajištěno nucené větrání. Žádná z jednotek není osazena zpětným získáváním tepla ZZT (rekuperace tepla), část jednotek však využívá směšování čerstvého přiváděného vzduchu a odtahového odváděného vzduchu ve směšovací komoře příslušné VZT jednotky. Přesný poměr čerstvého vzduchu a odtahového vzduchu se nepodařilo určit, reálný předpoklad je shodný poměr 50/50. Na základě zjištěných parametrů instalovaných VZT jednotek a přibližně zmapovaného provozu VZT jednotek (určení provozních hodin v chodu týdně a ročně), byla vypočtena spotřeba tepla na ohřev vzduchu a spotřeba el. energie na pohon ventilátorů. Některé VZT jednotky jsou osazeny ještě chladicími či vlhčicími komorami, nicméně zdroj chladu/chladicí vody pro VZT jednotky (dvě původní kompresorové jednotky ČKD Choceň) jsou již řadu let odstaveny a jsou mimo provoz, takže chlazení vzduchu ve VZT jednotkách je dlouhodobě nefunkční.

Popis hlavních VZT zařízení s ohřevem vzduchu:

VZT č.1 – Kinosál

VZT č.2 – Promítárna

VZT č.3 – Foyer

VZT č.7 – kuchyň (dříve), nyní propagace

VZT č.8 – pomocné prostory kuchyně

VZT č.12 – Kalinka (příprava a snack bar)

VZT č.13 – Estrádní sál (2 VZT jednotky nad sebou)

VZT č.14 – Koncertní sál (2 VZT jednotky nad sebou)

VZT č.15 – Režie

VZT č.18 – Klub mladých (VZT jednotka umístěná v přístavku na střeše budovy)

Obrázek 5 - Pohled na VZT jednotku č. 8 (vlevo) a VZT č. 14 (2 jednotky KDK nad sebou)





Tabulka 11 - Tech. parametry VZT jednotek, provozní hodiny, výpočet spotřeby el. energie (ee)

č. z.	Větraný prostor	VZT jednotka/ typ	P/O	Množství vzduchu		El. příkon ventilátorů	Tep. výkon ohřívачů VZT Qt	Tep. výkon dohřívачe VZT Qt	Chl. výkon VZT Qchl	Provoz		spotřeba ee
				[m³/s]	[m³/h]					[kW]	[h/týd.]	
1	kinosál	KDK 080	P	2,75	9 900	4,0	87,9	-	28,1	60	3180	12 720
		KDKL 080	O	2,75	9 900	4,0	-	-	-	60	3180	12 720
2	promítárna	SND 800, SND 1200	P	0,285	1 026	0,5	-	-	-	60	3180	1 469
		RNE 250 (2ks)	O	0,285	1 026	0,5	-	-	-	60	3180	1 469
3	Foyer	KDK 160	P	5,56	20 016	7,5	117,14	-	54,16	60	3180	23 850
		KDKL 160	O	5,56	20 016	7,5	-	-	-	60	3180	23 850
7	kuchyň (dříve), nyní propagace	KDK 040	P	1,28	4 608	2,2	44,71	-	-	14	742	1 632
		RNE 500	O	1,28	4 608	1,5	-	-	-	14	742	1 113
8	Pomocné prostory kuchyně	KDK 020	P	0,44	1 584	1,1	12,7	-	-	14	742	816
		KDK-L 020	O	0,44	1 584	0,5	-	-	-	14	742	371
12	Kalinka (přípravná a Snack bar)	KDK 040	P	1,39	5 004	2,2	57,74	-	-	7	371	816
		RNE 500	O	1,39	5 004	1,5	-	-	-	7	371	557
13	Estrádní sál	KDK 160	P	3,165	11 394	7,5	90,51	58,45	37,3	12	636	4 770
		KDKL 160	O	3,165	11 394	7,5	-	-	-	12	636	4 770
		KDK 160	P	3,165	11 394	5,5	90,51	58,45	37,3	12	636	3 498
		KDKL 160	O	3,165	11 394	5,5	-	-	-	12	636	3 498
14	Koncertní sál	KDK 160	P	4,72	16 992	7,5	134	80,16	53,12	25	1325	9 938
		KDKL 160	O	4,72	16 992	7,5	-	-	-	25	1325	9 938
		KDK 160	P	4,72	16 992	7,5	134	80,16	53,12	25	1325	9 938
		KDKL 160	O	4,72	16 992	7,5	-	-	-	25	1325	9 938
15	Režie	KDK 020	P	0,83	2 988	1,1	28,67	-	6,27	7	371	408
		KDK-L 020	O	0,83	2 988	1,1	-	-	-	7	371	408
18	Klub mladých	KDK 080	P	2,64	9 504	4,0	46,08	-	25,24	14	742	2 968
		KDKL 080	O	2,5	9 000	3,0	-	-	-	14	742	2 226
Celkem						98,1	843,96	277,22	294,61			143 680

Pozn. P-přívod vzduchu, O-odtah vzduchu


Tabulka 12 - Provozní hodiny VZT jednotek, výpočet spotřeby tepla

č. z.	Větráný prostor	VZT jednotka/ typ	P/O	Provoz	TE bez směšování	Směšování	TE vč. směšování
				h/rok	GJ/rok	ANO/NE	GJ/rok
1	kinosál	KDK 080	P	3180	374,9	ANO	187,5
		KDKL 080	O	3180			
2	promítárna	SND 800, SND 1200	P	3180	38,9	ANO	19,4
		RNE 250 (2ks)	O	3180			
3	Foyer	KDK 160	P	3180	758,0	ANO	379,0
		KDKL 160	O	3180			
7	kuchyň (dříve), nyní propagace	KDK 040	P	742	40,7	NE	40,7
		RNE 500	O	742			
8	Pomocné prostory kuchyně	KDK 020	P	742	14,0	NE	14,0
		KDK-L 020	O	742			
12	Kalinka (příprava a Snack bar)	KDK 040	P	371	22,1	NE	22,1
		RNE 500	O	371			
13	Estrádní sál	KDK 160	P	636	86,3	ANO	43,2
		KDKL 160	O	636			
		KDK 160	P	636	86,3	ANO	43,2
		KDKL 160	O	636			
14	Koncertní sál	KDK 160	P	1325	268,1	ANO	134,1
		KDKL 160	O	1325			
		KDK 160	P	1325	268,1	ANO	134,1
		KDKL 160	O	1325			
15	Režie	KDK 020	P	371	13,2	ANO	6,6
		KDK-L 020	O	371			
18	Klub mladých	KDK 080	P	742	84,0	ANO	42,0
		KDKL 080	O	742			
Celkem					2 054,7		1 065,8

Pozn. P-přívod vzduchu, O-odtah vzduchu

Určení počtu hodin, kdy jsou VZT jednotky v chodu bylo provedeno a určeno zhruba v součinnosti s provozovatelem zařízení, kdy byl zohledněn běžný průměrný týdenní program objektu DK a dle informací technika, který má provoz VZT zařízení na starosti. Celkové využití VZT zařízení není příliš vysoké, výkonově největší jednotky KDK 160 určené pro koncertní a estrádní sál jsou využívány nárazově, přičemž zjednodušeně provoz například zař. č. 14 pro koncertní sál je cca 25 hodin týdně. Více je využíváno VZT zařízení č.1 pro kinosál a zařízení č. 3 pro Foyer, které dle získaných informací by měl příslušný pracovník vrátnice objektu denně po 15.30 vypínat. Přesnější počet provozních hodin jednotlivých VZT zařízení nebylo reálně určit.

VZT zařízení je z dnešního pohledu již technicky i morálně zastaralé, problém je s udržováním daného zařízení v chodu, což se týká především problematického získávání náhradních dílů.

3.3.5 Chlazení

V budově byl původně nainstalován zdroj chladu, který je v objektu jako nefunkční instalovaný dodnes. Jednalo se o dva chladicí kompresory, dodávající chladicí médium (chladicí vodu) do příslušných VZT jednotek. Chlazení vzduchu je osazeno ve VZT jednotkách č. 1 - kinosál, č. 3 - Foyer, č. 13 - Estrádní sál, č. 14 – Koncertní sál, č. 15 – Režie a č. 18 – Klub mladých. Celkový instalovaný chladicí výkon v uvedených VZT jednotkách byl téměř 295 kW.

Instalovaný výkon každé z původních chladicích agregátů značky ČKD typ 12 CJ 100 byl 100 kW, celkově tedy 200 kW, což znamená, že se v původním projektu reálně nepředpokládalo současné využití chlazení ve všech VZT jednotkách.

Obrázek 6 - Pohled na vyřazené a dlouhodobě nefunkční kompresorové zdroje chladu ČKD



3.3.6 Osvětlení

Osvětlení v budově je převážně zářivkové, nověji jsou nahrazovány zářivky moderními LED zdroji. Přesný podrobný výčet a počet instalovaných svítidel nebyl k dispozici. Dle vyjádření pracovníka technické správy objektu, aktuálně je však řešen problém s určitým „blikáním“ právě nových LED svítidel, ohledně čehož je prý objednáno i proměření el. sítě objektu z pohledu kvality dodávky el. energie.

Obrázek 7 - Pohled na svítidla v prostorách vstupního Foyer



3.3.7 Ostatní spotřebiče energie

V budově jsou kromě svítidel instalovány převážně pouze drobné spotřebiče el. energie a kancelářské spotřebiče (PC sestavy, kopírky), kuchyňské spotřebiče, zařízení pro údržbu (svářečky apod.).

3.3.8 Elektroinstalace

Do objektu Domu kultury je dodávána elektrická energie z místní distribuční sítě vysokého napětí prostřednictvím trafostanice 22/0,4 kV, umístěné v technickém suterénu (1.P.P.) Z trafostanice je el. energie o napětí 3x400/230V přivedena přes přívodní jistič 400 A do hlavního rozvaděče. Přívodní kabely k sekundárnímu rozvaděči jsou typu AYKY 3x240+120. Z hlavního rozvaděče jsou rozvody el. energie vedeny přes podružné rozvaděče k jednotlivým elektrickým spotřebičům. Rozvody v budově jsou AYKY a CYKY, elektroinstalace je vedena převážně pod omítkou, částečně v lištách nebo na kabelových lávkách.

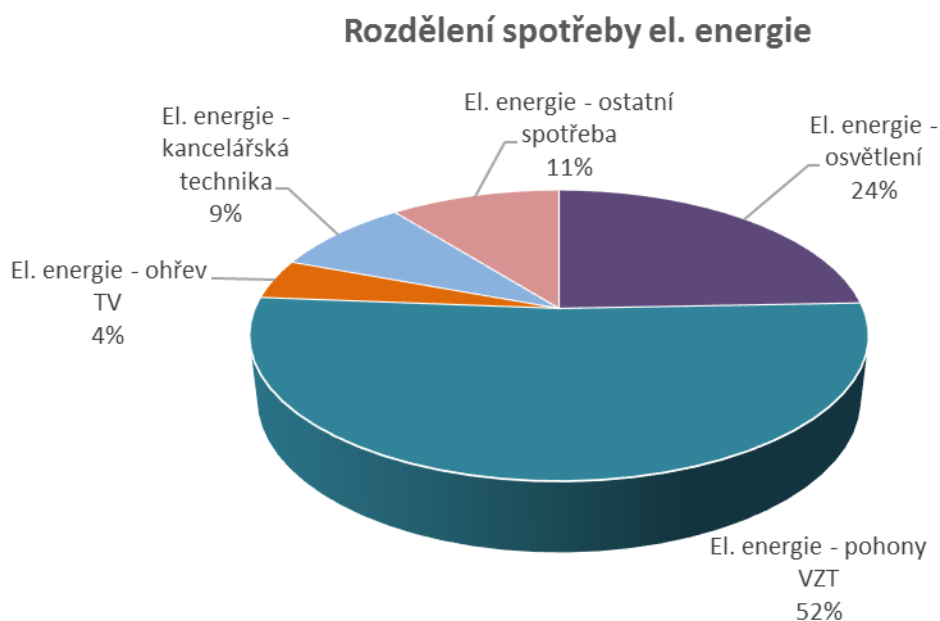
3.3.9 Rozdělení podílů na spotřebě a platbách za energie

Pro lepší orientaci ve spotřebovaných vstupních energiích byla sestavena následující bilance. Vstupní údaje do výpočtů vychází z průměrných spotřeb za hodnocené období 2015 - 2016. Platby jsou vztaheny k cenám roku 2016. Stanovení spotřeby energie jednotlivých spotřebičů je provedeno technickým odhadem zejména s ohledem na instalované příkony spotřebičů a jejich předpokládané časové využití a soudobost (koeficient současnosti). V následující tabulce je uvedena předpokládaná skladba spotřeby el. energie a jakou měrou se na ní podílí různé druhy elektrických spotřebičů.

Tabulka 13 - Podíl jednotlivých druhů spotřebičů na spotřebě el. energie

Spotřebič elektrické energie	Počet	Celk. příkon	časové využití	Koef. souč.	Spotřeba el.
	ks	kW	hod/rok	-	kWh/rok
El. energie - osvětlení	n/a	45,0	2 000	0,75	67 500
El. energie - pohony VZT	24	98,1	1 464	1,00	143 680
El. energie - ohřev TV	3	13,5	1 520	0,60	12 314
El. energie - kancelářská technika	n/a	15	2 000	0,80	24 000
El. energie - ostatní spotřeba	n/a	-	-	-	29 416
Celkem	27,0	171,6	-	-	276 910

Graf 14 - Rozložení spotřeby el. energie



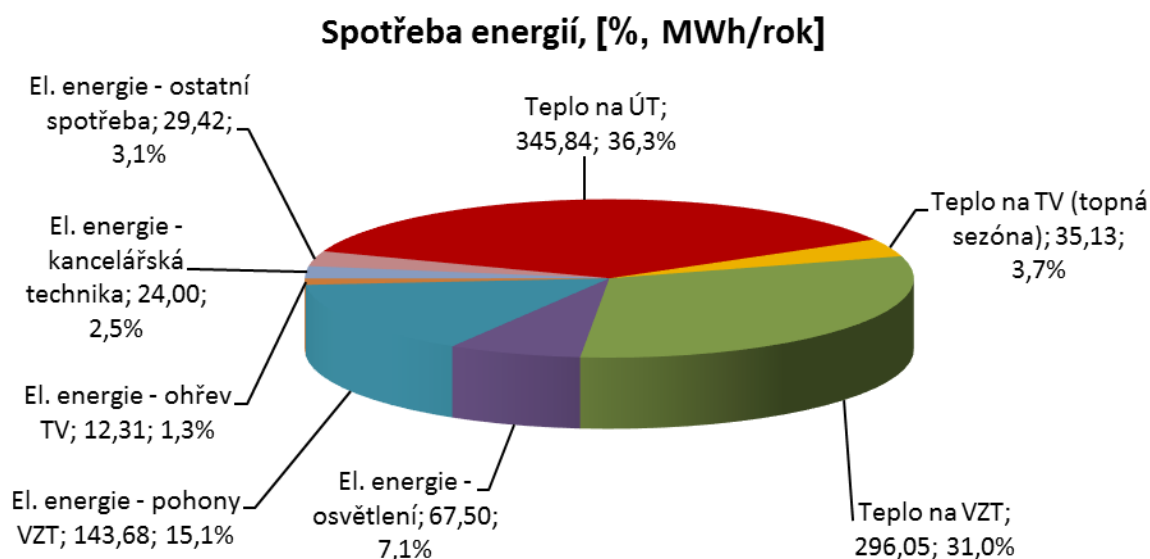
V následující tabulce a grafech je uvedeno rozložení celkových spotřeb energie (tepla a el. energie).

Tabulka 14 - Procentní podíl na spotřebě a platbách za energie

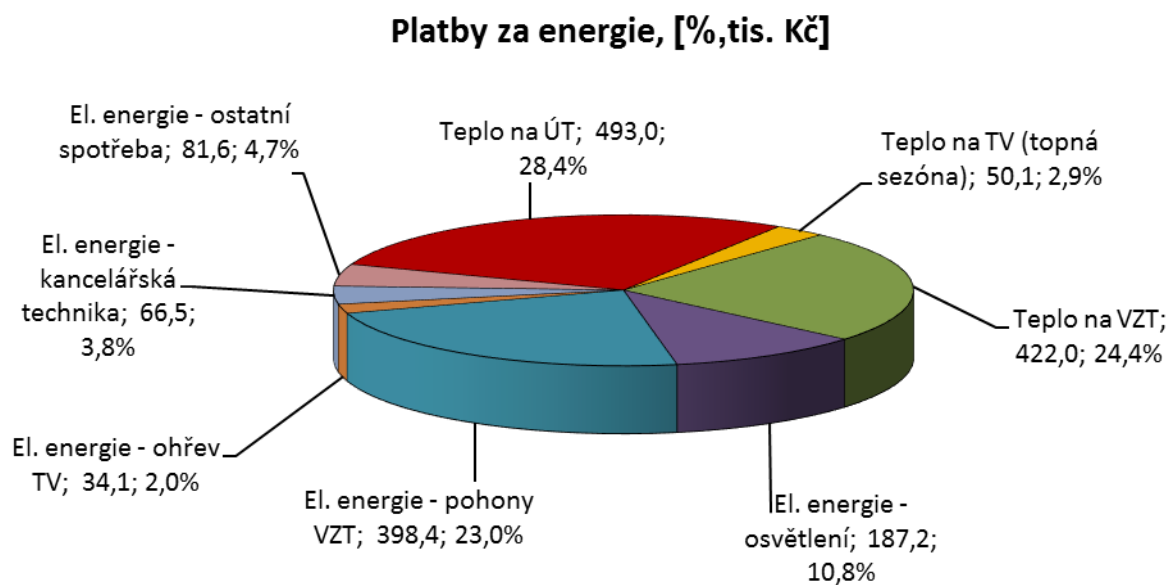
Účel spotřeby	Spotřeba energie			Platby za energie	
	MWh/rok	GJ/rok	%	tis. Kč	%
Teplo na ÚT	345,84	1 245,0	36,3	493,0	28,4
Teplo na TV (topná sezóna)	35,13	126,5	3,7	50,1	2,9
Teplo na VZT	296,05	1 065,8	31,0	422,0	24,4
El. energie - osvětlení	67,50	243,0	7,1	187,2	10,8
El. energie - pohony VZT	143,68	517,2	15,1	398,4	23,0
El. energie - ohřev TV	12,31	44,3	1,3	34,1	2,0
El. energie - kancelářská technika	24,00	86,4	2,5	66,5	3,8
El. energie - ostatní spotřeba	29,42	105,9	3,1	81,6	4,7
Celkem	953,92	3 434,12	100,00	1 732,96	100,00

Pozn. Platba uvedena bez DPH

Graf 15 - Procentuální rozložení celkové spotřeby energie (vypočteno)



Graf 16 - Procentuální podíly na spotřebě a platbách za energie



3.4 Informace o stavební části a tepelně technických vlastnostech budovy

3.4.1 Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí

Budova Domu Kultury byla postavená v roce 1986, a z pohledu požadavků na tepelnou náročnost obvodových konstrukcí tak splňovala již částečně zpřísněné požadavky dle tehdejší ČSN 730540, které platily od roku 1979. Z údajů v energetickém auditu, resp. z údajů Průkazu energetické náročnosti budovy, jsou převzaty hodnoty tzv. součinitelů prostupu tepla obvodovými konstrukcemi, které jsou porovnány s dnešními požadavky na výstavbu. S výjimkou již vyměněných oken, kde jsou osazena plastová okna s izolačním dvojsklem, ostatní konstrukce nesplňují dnešní požadované hodnoty na součinitel prostupu tepla, rozdíl již však není tak velký, jako u jiných starších typů objektů.

Parametry vypočtených součinitelů prostupu tepla jednotlivými typy obvodových konstrukcí včetně porovnání s požadavky normy jsou uvedeny v tabulce níže.

Tabulka 15 - Hodnoty součinitelů prostupu tepla obvodovými konstrukcemi

Obj.č.	Ozn. konstr.	Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/m ² .K]			Hodnocení
			Parametry konstrukcí	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Vyhovuje ANO/NE
			U _{em} [W/m ² .K]	U _{N20} [W/m ² .K]	U _{N20} [W/m ² .K]	-
Dům Kultury	SO1	Stěna obvodová - převažující	0,49	0,30	0,25	NE
	SO2	Stěna obvodová, suterén	1,20	0,30	0,25	NE
	STR 1	Střecha plochá, jedna část	0,45	0,24	0,16	NE
	STR 2	Střecha plochá, druhá část	0,28	0,24	0,16	NE
	STR 3	Podlaha nad exteriérem	0,36	0,24	0,16	NE
	PDL	Podlaha	1,25	0,45	0,30	NE
	O	Okna plastová	1,50	1,50	1,20	ANO
	DV1	Dveře vstupní	2,00	1,70	1,20	NE
	DV2	Dveře boční	3,50	1,70	1,20	NE

Pozn. Čím jsou hodnoty součinitelů prostupu tepla příslušnou konstrukcí nižší, tím projde konstrukcí méně tepla a konstrukce je tak lépe tepelně izolační.

Obrázek 8 - Pohled na objekt Domu Kultury





3.4.2 Záměry provozovatele objektu Domu Kultury

Dle vyjádření zástupce provozovatele, je plánována úprava vstupní haly (Foyer) a zřejmě s tím i systém VZT pro vstupní halu a osvětlení. S ohledem na dlouhodobě nefunkční systém chlazení pro vzduchotechniku a rovněž celkově zastaralý systém vzduchotechniky, kde je čím dál obtížnější udržovat stávající vzduchotechnické jednotky značky KDK v provozu, je uvažováno s budoucí celkovou rekonstrukcí systému VZT a chlazení.

4 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

4.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie

4.1.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie ve zdrojích energie

Výměňíková stanice je regulována ekvitermně dle nastavené ekvitermní křivky, čímž je zabezpečena základní regulace objektu. Na takto velký objekt a rozdílně členění různých prostor je rozdělení pouze na dvě hlavní topné větve z dnešního pohledu nedostatečné. Na otopných tělesech jsou osazeny termoregulační ventily s běžnými termohlavicemi, které zabezpečí regulaci zohledňující vnitřní i vnější tepelné zisky v příslušných prostorech, neumožňují však regulaci vnitřních teplot v čase a nastavit tak odděleně například teplotní útlumy v kancelářích v době mimo jejich využití na jedné straně a v odlišně provozovaných prostorech na straně druhé. Ve výměňíkové stanici na některých místech v rozvodech, tam kde se prováděla nějaká oprava apod. chybí tepelná izolace.

V energetickém auditu byla celková vypočtená tepelná ztráta objektu 384 kW.

Není osazeno samostatné měření jednotlivých systémů odběru tepla, tj. měření tepla pro vytápění, VZT a přípravu teplé vody, spotřeba tepla na jednotlivé systémy, tak byla vypočtená.

Úsporný potenciál:

- Doizolovat veškeré volně dostupné/přístupné rozvody tepla ve výměňíkové stanici
- Osadit systém IRC (viz. dále) na otopných tělesech společně s osazením nových oběhových čerpadel s frekvenčním měničem pro rozvod topné vody

4.1.2 Příprava a rozvody TV

Pro určení, zda-li je účinnost výroby a dodávky teplé užitkové vody (dnes značené jen teplé vody TV) na dostatečné úrovni, je možné posoudit její přípravu dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. V § 5 a dále v příloze č. 2 a v příloze č. 3 této vyhlášky je uveden postup pro stanovení měrného ukazatele pro přípravu teplé vody, který požaduje spotřebu tepla na ohřátí 1 m³ teplé vody. Pokud hodnota skutečného měrného ukazatele přípravy teplé užitkové vody je menší než jeho maximální (ve vyhlášce daná) hodnota, lze konstatovat, že teplá voda je připravována úsporně.

Příprava teplé vody je úsporná, pokud platí, že $M_{skut} < M_{dov}$. Pokud platí pouze $M_{skut} < M_{dovmax}$, pak je naplněn mezní požadavek vyhlášky č. 194/2007 Sb. **Bohužel tato vyhláška má nastaveny limity jen pro bytové objekty a pro daný provoz objektu není hodnota nastavena a tak je toto vyhodnocení jen orientační.**

Hodnoty spotřebované TV v m³ nejsou bohužel měřené, a byly jen vypočtené.

Spotřeba tepla v GJ na přípravu TV není také samostatně měřena, a byla přibližně určena na základě celkové spotřeby studené vody, počtu zaměstnanců a zohledňující charakter budovy, tj. oproti jiným typům budovy velký počet návštěvníků různých kulturních programů.

V roce 2015 byla celková roční spotřeba vody 1 333 m³, z toho předpokládaná spotřeba teplé vody je cca 533 m³.

Rozvod TV je centrální s cirkulací, rozvod je převážně z plastového potrubí s tep. izolací Mirelonem o tl. max. 13 mm. Dle vyjádření technika objektu, není nastaven žádný útlum cirkulace TV v nočních hodinách. Rozvody TV jsou z pohledu nyní platné vyhlášky č. 193/2007 Sb. nedostatečné.

Tabulka 16 - Posouzení přípravy TV dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. (kritérium GJ/m³)

Rok	Množství ohřáté TV	Spotřeba tepla na ohřev TV	M dov	M skut
	m ³ /rok	GJ/rok	GJ/m ³	GJ/m ³
2015	533	170,6	0,384	0,320
Průměr	533	170,6	0,384	0,320

Tabulka 17 - Vyčíslení tepelných ztrát v rozvodech TV

Rok	Množství ohřáté TV	Spotřeba tepla na ohřev TV	Teoret. potřeba na ohřev TV	Ztráty v rozvodech a zdroji	
	m ³ /rok	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok	%
2015	533	170,6	101,0	69,6	40,8
Průměr	533	170,6	101,0	69,6	40,8

Z výpočtů vyplývá, že spotřeba tepla na přípravu TV **sice** nepřekračuje hodnotu měrného ukazatele přípravy TV stanovenou ve vyhlášce č. 194/2007 Sb., nicméně toto kritérium **je pevně stanové jen pro bytové domy, a jeho hodnota je 0,3 GJ/m³, což je méně než výše vypočtených 0,384 GJ/m³.**

Úsporný potenciál:

- Osazení podružného vodoměru pro zjištění skutečné spotřeby teplé vody
- Instalování akumulčního zásobníku pro vykrytí případných odběrových špiček například v době kulturních akcí, eliminace neustálého ohřevu TV přes stávající výměník.
- Přeizolovat veškeré volně dostupné/přístupné, alespoň horizontální rozvody TV, tak aby tl. tepelná izolace byla min. v rozmezí 25 - 30 mm a splňovala požadavky vyhlášky č. 193/2007 Sb.
- Nastavení útlumů na cirkulačním čerpadle TV, osazení cirkulačního čerpadla se „samoučící“ schopností, umožňující úpravu a nastavení útlumu cirkulace TV v nočních hodinách.

4.1.3 Osvětlení

Osvětlení v budově je převážně zářivkové, postupně však započala v některých prostorech náhrada za moderní LED svítidla. Dle vyjádření jednoho z techniků objektu, dochází však u těchto nových LED svítidel k blikání, bude tak přistoupeno k proměření el. sítě v objektu z pohledu kvality dodávky a parametrů el. energie. Než budou známy závěry z tohoto měření, nebude k další výměně LED přistupováno.

4.1.4 Vyhodnocení účinnosti užití energie ve významných spotřebičích energie

V případě běžné obměny drobných el. spotřebičů, volit nákup energeticky úsporných spotřebičů třídy A+++ apod.



4.2 Celková energetická bilance a technické ukazatele zdroje energie

V následující tabulce je uvedena základní energetická bilance vztažená ke průměrným spotřebám energií v letech 2015 - 2016 v cenách roku 2016 bez DPH. Dále je pak uvedena základní energetická bilance pro přepočtenou spotřebu tepla na tzv. dlouhodobý teplotní průměr.

Tabulka 18 - Základní tvar energetické bilance

ř.	ukazatel	Energie		Náklady
		GJ/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 434,1	953,9	1 733,0
	z toho nákup elektrická energie	996,9	276,9	767,8
	z toho nákup tepla z CZT	2 437,2	677,0	965,1
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 434,1	953,9	1 733,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	3 434,1	953,9	1 733,0
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	95,2	26,5	44,5
	z toho ÚT	24,9	6,9	9,9
	z toho teplo pro TV z CZT	52,1	14,5	20,6
	z toho teplo pro TV z EE	18,3	5,1	14,1
7	Spotřeba energie na vytápění	1 220,1	338,9	483,2
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	100,5	27,9	49,5
	z toho teplo z CZT	74,4	20,7	29,5
	z toho EE	26,1	7,2	20,1
10	Spotřeba energie na větrání	1 583,0	439,7	820,4
	z toho EE na pohony VZT	517,2	143,7	398,4
	z toho teplo z CZT	1 065,8	296,0	422,0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení	243,0	67,5	187,2
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	192,3	53,4	148,1

Pozn. Uvedené ceny jsou bez DPH



Tabulka 19 - Přepočet skutečné spotřeby na vytápění denostupňovou metodou

Zhodnocení tepla pro vytápění					
Rok	Spotřeba tepla na ÚT a VZT	Skutečný počet denostupňů	Normový počet denostupňů	Přepočtená spotřeba tepla	Koef. vztažený k normálu
	GJ	D°	D°	GJ	-
2015	2 215	2 891	3 587	2 748	0,81
2016	2 406	3 414	3 587	2 528	0,95
Celkem	4 622	6 305	7 173	5 276	
Průměr	2 311	3 153	3 587	2 638	0,88
Koeficient vztažený k normálu					0,88

Skutečná spotřeba tepla, která je ovlivněna vnějšími klimatickými podmínkami (vnější teplotou vzduchu), tj. spotřeba na vytápění a vzduchotechniku. Tato spotřeba je přepočtena na tzv. dlouhodobý teplotní průměr (normál), který umožňuje určit, jaká by byla spotřeba tepla daného objektu, při dlouhodobě průměrném otopném období. V daném případě byly roky 2015 a 2016, ale i rok 2016 (dle dostupných údajů k prosinci 2016) „teplejší“ oproti dlouhodobému průměru, a skutečná spotřeba tepla na vytápění a vzduchotechniku by v průměrném roce tak byla vyšší. Toto je již zohledněno v následující vstupní energetické bilanci přepočtené na dlouhodobý teplotní průměr.

Tabulka 20 - Základní tvar energetické bilance, přepočet na dlouhodobý průměr

ř.	ukazatel	Energie		Náklady
		GJ/rok	MWh/rok	tis. Kč/rok
1	Vstupy paliv a energie	3 761,4	1 044,8	1 862,6
	z toho nákup elektrická energie	996,9	276,9	767,8
	z toho nákup tepla z CZT	2 764,5	767,9	1 094,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	3 761,4	1 044,8	1 862,6
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie	3 761,4	1 044,8	1 862,6
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	98,8	27,4	45,9
	z toho ÚT	28,4	7,9	11,3
	z toho teplo pro TV z CZT	52,1	14,5	20,6
	z toho teplo pro TV z EE	18,3	5,1	14,1
7	Spotřeba energie na vytápění	1 392,9	386,9	551,6
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	100,5	27,9	49,5
	z toho teplo z CZT	74,4	20,7	29,5
	z toho EE	26,1	7,2	20,1
10	Spotřeba energie na větrání	1 734,0	481,7	880,2
	z toho EE na pohony VZT	517,2	143,7	398,4
	z toho teplo z CZT	1 216,7	338,0	481,8
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení	243,0	67,5	187,2
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	192,3	53,4	148,1

Pozn.: Uvedené ceny jsou bez DPH



5 NAVRŽENÁ OPATŘENÍ

5.1 Druhy úsporných opatření

Úsporná opatření je možné dělit:

a) podle rozsahu investice

beznákladová - opatření především organizačního charakteru. Jedná se např. o dodržování vnitřních teplot v jednotlivých prostorech, realizaci útlumových programů (snižování teplot v nočních hodinách nebo při dlouhodobé nepřítomnosti osob), energetický management apod.

nízkonákladová - opatření, která za poměrně malých investičních nákladů vyvolají efekt úspor energie. Jedná se např. o utěsnění oken (snížení infiltrace), instalace samozavírání dveří apod.

vysokonákladová - opatření týkající se kompletní rekonstrukce systému vytápění, fasády (výměna oken, zateplení), apod.

b) podle velikosti úspor a ekonomické návratnosti opatření

opatření s rychlou návratností - takové opatření, které dosahuje vysokých úspor energie v poměru k vynaloženým nákladům. Pro taková opatření musí již být vytvořeny podmínky.

opatření nenávratná nebo s vysokou dobou ekonomické návratnosti - jsou to opatření směřující obecně ke snižování energetické náročnosti provozu zařízení.

5.2 Beznákladová a nízkonákladová opatření

5.2.1 Opatření A - Energetický management

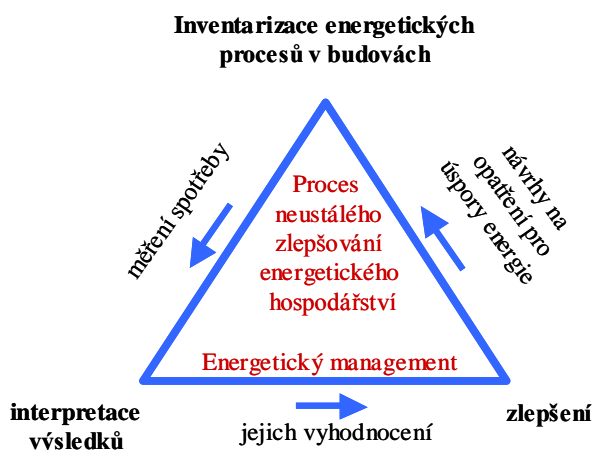
Základní znaky

- osvěta pro uživatele - doporučení uživatelům a důraz na jejich dodržování
- zodpovědnost za energetickou náročnost provozu

Náklady na energie jsou tvořeny náklady variabilními a fixními (cena zařízení rozpočítaná na jednotku energie, stálá obsluha, servis apod.). Všechny tyto náklady by měl posuzovat energetický management (dále jen EM).

Jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství v budovách, který se skládá z následujících činností: měření spotřeby energie - stanovení potenciálu úspor energie - realizace opatření - vyhodnocení a porovnání velikosti úspor předpokládaných a skutečně dosažených.

Obrázek 9 - Princip neustálého zlepšování energetického hospodářství



Cílem Energetického managementu je zabezpečit:

- správný provoz technických instalací
- rychlé zjištění chyb/poruch technických instalací a provozních postupů
- snížení spotřeby energie

Zhodnocení možností úspor energie v budovách v rámci energetického managementu:

- **Kontrola doby svícení**

Je doporučeno kontrolovat, zda se zbytečně nesvítlí v prostorách chodeb a v již prázdných kancelářích a dalších prostorech v době, kdy tyto prostory nejsou využívány, nebo jsou využívány jen částečně.. **Možnost dalších úspor kontrolou doby je vzhledem k celkové spotřebě elektřiny v objektu relativně nízká.** Je vhodné důrazně poučit pracovníky (např. i formou letáků umístěných vždy u spínačů a dveří do kanceláří a ordinací), aby vždy při odchodu z kanceláří nezapomínali zhasnout, např. i během poledních přestávek na oběd apod.

- **Omezení provozu elektrických spotřebičů**

V tomto případě platí podobné zásady jako u kontroly doby svícení tj. důrazně poučit pracovníky jednotlivých kanceláří, aby při odchodu ze svých kanceláří nezapomínali vypnout např. počítače, kopírky, faxy, kávovary a další drobné elektrické spotřebiče. Je vhodné rovněž i tyto zásady doplnit na již výše uvedený leták (nebo takový jednostránkový manuál) a umístit na viditelné místo např. u vstupních dveří do kanceláří a dalších prostor.

- **Nepřetápět jednotlivé prostory**

Dle vyhlášky č. **194/2007 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, která stanovuje pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a přípravu teplé vody v budovách, jsou uvedeny hodnoty vnitřní výpočtové teploty t_i (°C) a relativní vlhkosti ve vybraných vytápěných místnostech. Tyto hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 21 - Požadované vnitřní teploty ve vybraných prostorech

Druh vytápěné místnosti	Výpočtová vnitřní teplota t_i (°C)	Relat.vlhkost vzduchu (%)
Kanceláře	20	50
Vytápěné vedlejší místnosti, chodby, schodiště	15	50
Hlediště, sál, jeviště	20	60
Šatny pro herce, účinkující	22	60

Pozn. Vnitřní výpočtové teploty dle vyhlášky č. 194/2007 Sb.a ČSN 060210

Doporučení:

Pro zjištění skutečných dlouhodobých vnitřních teplot je často měřena průměrná vnitřní teplota v jednotlivých prostorech přístrojem tzv. dataloggerem, který v nastavených intervalech měří a zaznamenává vnitřní teplotu a vlhkost v měřených místnostech. Měření obvykle probíhá 1 týden a vybrané prostory jsou měřeny po dobu 24 h. Na základě tohoto měření a výstupních dat přenesených do programu excel, lze tak zjistit, zda nedochází k přetápení daných prostor a zda jsou dostatečně nastaveny noční a především víkendové útlumy teplot. Pořizovací cena takového přístroje se pohybuje do **3 tis. Kč**. V případě zjištění vyšších teplot, je možno nechat přenastavit nastavení ekvitermní křivky systému regulace vytápění, resp. úpravu a zafixování možnosti libovolně uživateli nastavovat příslušné termohlavice na termoregulačních ventilech.

- **Zamezení nadměrnému větrání okny a dveřmi**

Energeticky úsporné je nárazové větrání, kdy během větrání je nutné vypnout topení a kdy lze vytápění omezit pomocí termostatických hlav. Částečně pootevřené okno je nesprávným způsobem větrání, větrat je potřeba krátce a důkladně a v závislosti na ročním období, resp. venkovní teplotě, v zimě zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím kratší je doba větrání, protože výměna proběhne rychleji. Toto opatření podobně jako opatření kontroly doby svícení, omezení provozu el. spotřebičů a tlumení vytápění při odchodu z kanceláří je vhodné připsat do již zmíněného „manuálu“, který by měl být viditelně vyvěšen v každé místnosti. Úspory tímto opatřením vzhledem k různé disciplinovanosti lidí jsou těžko vyčíslitelné.

- **Průběžné sledování spotřeby tepla pro vytápění**

Průběžné sledování a vyhodnocování spotřeb energií umožňuje rychlejší reakce na vznikající ne hospodárnosti v provozu. Vhodné je sledovat a zapisovat hodnoty spotřeby energie (tepla) a následně tak jako dosud a hodnoty přenést i do grafů, což umožní snadnější sledování a porovnání hospodárnosti provozu v jednotlivých letech a jeho reakci na jednotlivá opatření vedoucí ke snížení spotřeby tepla na vytápění. Na základě těchto údajů v případě větších rozdílů v jednotlivých obdobích



Ize zjednat rychleji nápravu. S minimálními náklady tak lze dosáhnout úspor v řádu až procenta spotřeby a rychle přesně zjistit, jaká byla spotřeba tepla, elektřiny v různých obdobích roku.

Pravidelná evidence se ve formě jednoduchých Excel tabulek již provádí a je tak doporučeno samozřejmě v daném pokračovat a případně zlepšovat např. i ve formě výše uvedeného přehledného grafického výstupu a pravidelných měsíčních hlášení pracovníkům vedení domu kultury.

Důležité je i pravidelné proškolení uživatelů budovy s ohledem na úspory energií.

Energetický management se také zabývá správným užíváním budovy. Je prokázáno, že po provedení konkrétního opatření jeho přínosy v čase klesají převážně vlivem neukázněnosti uživatelů budovy.

V konkrétních podmínkách tohoto objektu lze stanovit tyto úkoly:

Základní zásady pro energetický management lze shrnout do následujících bodů:

Vytápění

- regulovat teplotu v jednotlivých prostorech podle jejich účelu a potřeby, tzn. nepřetápět prostory - udržovat teplotu v daných prostorech na přiměřené úrovni **(zvýšení teploty v prostorech o 1°C je zodpovědné za zvýšení nákladů na vytápění o cca 6 %)**
- dodržovat provádění nočních útlumů dle vyhlášky č. 194/2007 Sb. a to tak, aby útlumem nebyla podkročena teplota tepelné stability objektu
- důsledně provádět útlumy vytápění v době nepřítomnosti uživatelů
- nastavení regulace tak, aby byla dodržována vyhláška č.194/2007 Sb., což znamená vytápění prostor maximálně o 2 °C více nežli je pro vnitřní prostor projektem stanovená teplota.
- záclony by měly usměrňovat proudění tepla směrem do místnosti, nesmí zakrývat zdroj tepla a tím bránit šíření tepla. Nejvhodnější je záclona sahající po parapetní desku, před dlouhodobějším odchodem je vhodné zatahovat závěsy.
- účinné a energeticky úsporné větrání. Částečně pootevřené okno je nesprávným větráním. Energeticky nejúspornější je větrání nárazové, tzn. vypnout topení a v závislosti na venkovní teplotě větráme zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím je kratší doba větrání, protože výměna vzduchu proběhne rychleji.
- čištění otopných těles.
- zavírání dveří vytápěných nebo ochlazovaných místností.
- průběžné sledování spotřeby tepla pro vytápění.

Mezi drobná opatření s nízkými náklady je zahrnuto i doplnění chybějící tepelné izolace na armatury a trubky ve výměňkové stanici, potrubí je doporučeno předem opatřit ochranným nátěrem.

Elektrická energie

- při výběru elektrospotřebiče dbát na energetickou náročnost. To platí zejména pro spotřebiče o vyšších příkonech či s dlouhou dobou denního provozu (údaj o spotřebě elektřiny (v kWh/24 hodin)) by měl být jedním ze základních kritérií při výběru (doporučuje se energetická třída A+++).
- pravidelné čištění osvětlovacích těles.



Možnost snížení rezervované kapacity (RK) je relativně nízká, dlouhodobý průměr ¼ h max. se pohybuje v rozmezí 104-121 kW, **bezpečná možnost je tak snížení RK o cca 10 kW ze současných 140 kW na 130 kW**, tak aby byla zachována určitá rezerva. Jednotková cena za roční rezervovanou kapacitu je 165 973,- Kč/MW, tj. při snížení o 10 kW ze stávajících 140 kW na 130 kW dojde k měsíční úspoře 0,01 MW*165973 = 1659,73,- Kč bez DPH za měsíc, **tj. cca 20 tis. Kč bez DPH za rok**. V případě, že se však v budoucnu přistoupí k rekonstrukci VZT a instalaci zdroje chladu (viz. následující opatření C), bude naopak potřeba současnou hodnotu rezervované kapacity zvýšit. **Dále je doporučeno zvolit vždy na měsíc květen, kdy se konají slavnosti k zahájení lázeňské sezóny vyšší měsíční RK cca 0,025 MW nad roční RK 0,14 MW. V květnu 2016 byla tato měsíční RK zvolena „jen“ 0,011 MW, což se ukázalo jako nedostatečné při max. naměřené hodnotě ¼ h ve výši 162 kW.**

Obrázek 10 - Scan faktury za EE z 05/2016 s vyznačením penále za překročení RK

Detailní rozpis platby za dodávku elektřiny			
položka	jednotková cena	množství	platba (bez DPH)
VT	1 186,00 Kč/MWh	11,542 MWh	13 688,81 Kč
NT	896,00 Kč/MWh	13,789 MWh	12 354,94 Kč
Celkem za dodávku elektřiny			26 043,75 Kč
Detailní rozpis platby za související službu v elektroenergetice			
položka	jednotková cena	množství	platba (bez DPH)
RK roční	165 973,00 Kč/MW	0,140 MW	23 236,22 Kč
RK měsíční	185 891,00 Kč/MW	0,011 MW	2 044,80 Kč
Použití sítě	42,16 Kč/MWh	25,331 MWh	1 067,95 Kč
POZE	495,00 Kč/MWh	25,331 MWh	12 538,85 Kč
Systémové služby	99,71 Kč/MWh	25,331 MWh	2 525,75 Kč
Poplatek za zúčtování OTE	6,58 Kč/měsíc	1,000 měsíc	6,58 Kč
Dodávka zpětné jalové energie	440,00 Kč/MVArh	0,004 MVArh	1,76 Kč
Nedodržení účinniku (tg fi = 0,1770)	663 892,00 Kč/MW	0,011 MW	7 302,81 Kč
Překročení RK	743 564,00 Kč/MW	0,011 MW	8 179,20 Kč
Celkem za související službu v elektroenergetice		162,000 kW	56 903,92 Kč
Detailní rozpis platby za ekologickou daň			
položka			

Dále bylo prověřeno využívání el. energie pro ohřev teplé vody centrálními el. akumulacími zásobníky v době mimo otopné období. K úspoře energie na ohřev teplé vody při srovnání ohřevu teplem z CZT v topné sezóně na jedné straně a spotřebě el. energie k ohřevu teplé vody v letním období na straně druhé dochází, avšak celkově k nevysoké (je eliminována tep. ztráta v primární části VS, kdy by byla pára využívána jen pro TV), k další úspoře energie již nedochází (jedná se v obou případech o centrální zdroj tepla, tj. jsou stejné tepelné ztráty v cirkulačním potrubí v objektu).

Jednotková cena tepla z CZT je 396 Kč/GJ bez DPH (455,40 Kč/GJ s DPH), celková cena el. energie je 2773 Kč/MWh = 770 Kč/GJ bez DPH.

Ovlivnitelná složka ceny el. energie bez započítání stálé platby za roční rezervovaný příkon (tj. 165 973 Kč/MWh * 0,14 MW = 23236 Kč/měs.) byla pro rok 2016 vypočtena takto: roční spotřeba 276 MWh/rok el. energie a výchozí cena 926 510 Kč bez DPH. Bez stálé platby je potom 926510-(12*23236)= 647 675 Kč, tj. potom 647675 Kč/276 MWh = 2345 Kč/MWh = 651 Kč/GJ bez DPH. Jednotková cena ohřevu el. energie v letních měsících je tedy oproti teplu z CZT vyšší: 651 Kč/GJ oproti 396 Kč/GJ, tj. 651/396 = 1,64. Vzhledem k tomu že není měřena vlastní spotřeba TV ani v m³ a ani v GJ či kWh, nelze tak přesně určit, k jaké dochází skutečné úspoře tepla dodávaného z CZT eliminací tepelných ztrát v primární části VS v letních měsících, kdy není toto teplo z CZT nyní využíváno a zda tato eliminace tepelných ztrát je z finančního pohledu kompenzována vyšší jednotkovou cenou el. energie oproti jednotkové ceně tepla. Doporučeno je tak tedy osadit měření nejen TV v m³, ale i osazení podružného kalorimetru pro zjištění spotřeby tepla na ohřev TV z CZT v průběhu topného období.

V každém případě však má opodstatnění ohřev TV el. energií především při letní technologické odstávce tepla, tj. jako druhý záložní zdroj ohřevu TV.



V prostorách trafostanice je instalováno celkem $4 \times 12 = 48$ ks podružných elektroměrů, jejichž údaje nejsou sledovány a ani zaznamenávány. Jedná se zpravidla o elektroměry pro dílčí patrové rozvaděče apod. Jejich naměřené údaje nelze použít ani pro určení např. spotřeby na osvětlení, VZT apod. měří vždy společně několik okruhů. U trojfázového elektroměru je vlastní spotřeba cca 3 W/fáze, tj. pro trojfázové elektroměry $48 \text{ ks} \times 3 \text{ W/f} \times 3 \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ dnů} = 3784 \text{ kWh}$, tj. při uvažování ceny EE bez stálé platby za rezervovaný příkon je cena za připojené elektroměry $3,784 \text{ MWh} \times 2345 \text{ Kč/MWh} = \mathbf{8873 \text{ Kč/rok bez DPH}}$. Doporučeno je tak odpojení těchto podružných elektroměrů.

Doporučeno je rovněž osadit samostatný vodoměr pro přípravu teplé vody a kalorimetr pro určení množství tepla na její přípravu. Dále je doporučeno instalovat vodoměr pro zjištění množství vody čerpané ze záchytných studní podzemní vody.

Fungující energetický management v některých případech dokáže výrazně snížit náklady na energie. Konkrétní vyčíslení úspor energie je však velice obtížné, neboť je závislé na mnoha faktorech - finanční motivací členů EM počínaje a cenami energie konče. Obvyklá úspora energií se pohybuje v řádu procent spotřeby energií. Vzhledem k tomu, že úsporu dosaženou EM nelze zaručit, není roční úspora energie dosažená souborem těchto opatření dále uvedená v souhrnných údajích opatření, nicméně v úsporách dosaženými jednotlivými opatřeními se s prováděním EM uvažuje.

Energetický management lze účinně aplikovat i externě, tj. ve spolupráci s odbornou firmou, která disponuje potřebnými nástroji a zkušenostmi v oboru technických zařízení budov (TZB), správy budov a hospodárného nakládání s energií. Taková firma je ohodnocena za dosažení stanovených ukazatelů spotřeby při zachování potřebného komfortu uvnitř budovy a je tedy motivována dlouhodobě udržitelným hospodárným provozem TZB a průběžným zlepšováním jejich stavu.

5.3 Středněnákladová opatření

5.3.1 Opatření B – Instalace IRC na OT, útlum oběhového čerpadla pro přípravu TV

Systém regulace IRC (Individual room control) je jedním z nejmodernějších způsobů regulace. V konečném důsledku je systém podobný regulaci termoregulačními hlaviciemi, ale s vyšší schopností nastavení regulace v závislosti na čase a provozu v budovách. Na jednotlivých otopných tělesech jsou místo regulačních ventilů s běžnými termostatickými hlaviciemi osazeny ventily se servopohony ovládající plynule průtok otopného média škrcením radiátorového ventilu. Systém je centrálně řízen počítačem podle nastaveného programu a znalosti provozu příslušných prostor a na základě porovnání vnitřní teploty v daném místě otopného tělesa a přednastavené hodnoty teploty, jaké má být dosaženo v tomto prostoru a čase, je regulován průtok topné vody do těles. Výhodou je jednak přesné docílení požadovaných teplot v interiéru, tlumeného režimu provozu v určitých prostorech pokud nejsou využívány a dále automatické okamžité, ale i dlouhodobé vyhodnocování spotřeb energie. Jednotlivé akční členy (servopohony) jsou propojeny s řídicí jednotkou (počítačem) zpravidla dvou vodičovou sběrnici zabezpečující komunikaci i napájení hlavic, přičemž napětí na ní nepřevyšuje hodnotu 10 V. Možný je i rádiový přenos dat, ale to by mělo být posouzeno v nabídce dodavatele takového regulace především s ohledem na bezchybnou funkci různých dalších přístrojů a zařízení. Další výhodou tohoto systému je výrazné snížení nebezpečí zatuhnutí ventilů působením vodního kamene a jiných nečistot, které nastává u regulace s běžnými TRV zpravidla po skončení letního období, kdy termostatické hlavice byly několik měsíců bez pohybu. U systému IRC se servopohony dojde k občasnému automatickému „procvičení“ ventilů zabraňujícím usazování vodního kamene a eliminaci zatuhnutí ventilu. Prostory kde není a nebude rozdílný nárok na teplotní požadavky mohou být osazeny běžnými termohlaviciemi (společné prostory, chodby, soc. zařízení apod.). Tento systém resp. typ těchto hlavic je tedy vhodný pro použití do vnitřních prostor, kde je v čase možno volit různé teploty např. v souvislosti s provozem (např. denní provozní doba kanceláří/pozdně odpolední a noční provoz v jiných částech budovy). Přesné určení a vytipování otopných těles, kde je optimální instalovat tento systém IRC a kde budou ponechány jen běžné TRV může být detailně projednán až případně v další fázi přípravy tohoto opatření v součinnosti s vlastníkem objektu. Dle informací v původním EA je v objektu cca 91 otopných těles s TRV. Pro vyčíslení orientačních investičních nákladů, bylo uvažováno s instalací IRC min. na 80 % OT, na zbylých OT budou potom běžné termohlavice, resp. termohlavice se zvýšenou odolností proti mechanickému poškození nebo zcizení ve společných prostorech (chodby, soc. zař. apod.).

Nové hlavice se servopohony tak nahradí stávající termohlavice, ale ocelový termoregulační ventil zůstane stávající. Daný objekt je vhodný pro tento typ regulačního opatření a to z následujících důvodů:

- Rozdílné prostory s odlišným využitím v čase (sály, restaurace, kanceláře)
- Existují pouze dvě hlavní otopné větve pro celý objekt, které nemohou ani při samostatném nastavení teplotních útlumů na každé z větví příslušné prostory přesně regulovat

I v případě tohoto technicky vyspělého stupně regulace, je nutno prověřit, jak byla původní otopná soustava hydraulicky vyvážena po dřívějším osazení TRV a případně celou otopnou soustavu objektu, tzn. osadit regulátory diferenčního tlaku, případně přepouštěcí ventily na stoupačky, nebo alespoň na každou otopnou větev. Před instalací IRC je nutné si nechat zpracovat projekt MaR (měření a regulace), který bude mimo jiné obsahovat návrh a umístění optimálních armatur v otopné soustavě.

Na trhu je řada výrobců tohoto systému a je vhodné si nechat předem zpracovat podrobné investiční nabídky a tyto porovnat.

Obrázek 11 - Pohled na jednu z hlavíc se servopohonem osazená na OT



Dalším dílčím opatřením zahrnutým formálně pod toto opatření je instalace nového oběhového čerpadla na cirkulaci teplé vody, společně i s instalovaným akumulacním zásobníkem TV pro krytí odběrových špiček teplé vody (v případě nějakých kulturních akcí apod.) o objemu cca 300 l, zapojeného za stávající výměník pára/voda. Na oběhovém čerpadle je možno nastavit útlumy cirkulace teplé vody v nočních hodinách, která nyní běží nepřetržitě 24 hodin denně, tedy i v době, kdy není v budově žádný odběr teplé vody. Dochází tím tak ke stálému ochlazení vody v cirkulačním potrubí a tím ztrátě tepla a současně je i spotřeba el. energie na pohon oběhového čerpadla. V opatření se uvažuje s oběhovým čerpadlem s připojeným termostatem, udržující určitou nastavenou teplotu v okruhu teplé vody a naprogramovanými útlumy cirkulace v nočních hodinách, případně i přes den.

Tabulka 22 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení celého opatření B

Instalace IRC na OT, útlum OČ pro TV		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	450
Úspora energií	GJ/rok	116
	MWh/rok	32,2
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	47,9
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-48
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	0
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	1 012,6
Úspora energií	%	3,09%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 815
Úspora provozních nákladů	%	2,57%



Tabulka 23 - Ekonomické vyhodnocení opatření B

Diskontní sazba				4%	Roční nárůst cen paliv				3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	let
0	2017			450	-450		-450	-450	0
1	2018	1 863	1 815	0	48	46	-402	-404	0
2	2019	1 918	1 869	0	49	46	-353	-358	0
3	2020	1 976	1 925	0	51	45	-302	-313	0
4	2021	2 035	1 983	0	52	45	-250	-268	0
5	2022	2 096	2 042	0	54	44	-196	-224	0
6	2023	2 159	2 104	0	56	44	-140	-180	0
7	2024	2 224	2 167	0	57	43	-83	-137	0
8	2025	2 291	2 232	0	59	43	-24	-94	0
9	2026	2 359	2 299	0	61	43	37	-51	0
10	2027	2 430	2 368	0	62	42	99	-9	11
11	2028	2 503	2 439	0	64	42	163	33	0
12	2029	2 578	2 512	0	66	41	230	74	0
13	2030	2 656	2 587	0	68	41	298	115	0
14	2031	2 735	2 665	0	70	41	368	156	0
15	2032	2 817	2 745	0	72	40	441	196	0
16	2033	2 902	2 827	0	75	40	516	236	0
17	2034	2 989	2 912	0	77	39	592	276	0
18	2035	3 079	2 999	0	79	39	672	315	0
19	2036	3 171	3 089	0	82	39	753	353	0
20	2037	3 266	3 182	0	84	38	837	392	0
Čistá současná hodnota						NPV	392 tis. Kč		
Vnitřní výnosové procento						IRR	11,4 %		
Prostá doba návratnosti						T _s	9,4 roky (let)		
Reálná doba návratnosti						T _{sd}	11,0 roky (let)		

5.4 Vysokonákladová opatření

5.4.1 Opatření C – Rekonstrukce strojovny VZT, chlazení

Jak již bylo popsáno v úvodní analytické části tohoto dokumentu, v objektu je instalováno původní vzduchotechnické zařízení s VZT jednotkami typu KDK Kovona Karviná z poloviny 80. let 20. století, tedy z doby výstavby objektu. Jedná se o různě velké VZT jednotky dodávající upravený vzduch vzduchotechnickým potrubím do příslušných prostor s nuceným větráním. Žádná z jednotek není osazena zpětným získáváním tepla ZZT (rekuperace tepla), část jednotek však využívá směšování čerstvého přiváděného vzduchu a odtahového odváděného vzduchu ve směšovací komoře příslušné VZT jednotky, přesný poměr čerstvého vzduchu a odtahového se nepodařilo určit, reálný předpoklad je 50/50. Některé VZT jednotky jsou osazeny ještě chladicími komorami, nicméně zdroj chladu (dvě původní kompresorové jednotky) je již řadu let odstaven a mimo provoz, takže chlazení VZT je dlouhodobě nefunkční.

Popis hlavních VZT zařízení s ohřevem vzduchu:

VZT č.1 – Kinosál

VZT č.2 – Promítárna

VZT č.3 – Foyer

VZT č.7 – kuchyň (dříve), nyní propagace

VZT č.8 – pomocné prostory kuchyně

VZT č.12 – Kalinka (příprava a snack bar)

VZT č.13 – Estrádní sál (2 VZT jednotky nad sebou)

VZT č.14 – Koncertní sál (2 VZT jednotky nad sebou)

VZT č.15 – Režie

VZT č.18 – Klub mladých (VZT jednotka umístěná v přístavku na střeše budovy)

V opatření je vyčíslena náhrada uvedených VZT jednotek ve strojovně VZT v 1.P.P. a náhrada VZT jednotky umístěné v přístavku na střeše objektu (VZT č. 18) za adekvátní moderní VZT jednotky s rekuperací tepla pomocí vysoce účinného deskového výměníku tepla. Vzhledem k tomu, že většina jednotek je nyní opatřena směšovací komorou, tj. odváděný odtahový vzduch z vnitřních prostor je vzduchotechnickým potrubím přiveden až k přírodním VZT jednotkám, je jejich náhrada za nové VZT jednotky s rekuperací tepla, (tj. čerstvý přiváděný a odváděný vzduch se přímo nemíchají, ale teplý odváděný vzduch předá teplo přiváděnému studenému vzduchu) technicky proveditelná, bez výrazných zásahů do rozvodů vzduchotechnického potrubí v objektu.

V opatření je tak uvažováno s u moderních jednotek dosažitelnou **75 %** účinností ZZT (zpětné získávání tepla = rekuperace). Opatření zahrnuje výměnu všech VZT jednotek s tepelnou úpravou vzduchu. V rámci projektové přípravy, je nutné posoudit, zda bude i nadále potřeba instalovat VZT jednotky ve stejném rozsahu jako je nyní ve stávajícím stavu, tj. pro všechny prostory jako doposud. Některé prostory s nucenou výměnou vzduchu změnily v průběhu užívání objektu své využití (někdejší kuchyň ad.). Uvažováno je rovněž s obnovou systému chlazení ve VZT jednotkách, ve kterých je dosud (ač nefunkční) osazená chladicí komora (viz. tabulky dále). Součástí je tedy i instalace nového zdroje chladu o předpokládaném chl. výkonu cca 200 kW pro chlazení vzduchu zejména v jednotkách č. 1 (kinosál), č. 14 (koncertní sál) a č. 13 (společenský = estrádní sál), není tak shodně jako v původním projektu uvažováno s celkovým max. potřebným souběhem potřeb chlazení ve všech chlazených prostorech (nepředpokládá se současné využití a potřeba chlazení všech prostor najednou).

Nezbytnou součástí bude provedení úpravy jak na připojovacím VZT potrubí, tak připojení dodávky tepla, připojení na systém MaR a další úpravy s výměnou spojené.



Tabulka 24 - Stávající jednotky a určení předpokládané spotřeby el. energie nových VZT jednotek

Stávající VZT														Nové VZT	
č. z.	Větráný prostor	VZT jednotka/typ	P/O	Množství vzduchu		El. příkon ventilátorů	Tep. výkon ohřívачů VZT Qt	Tep. výkon dohřívачe VZT Qt	Chl. výkon VZT Qchl	Provoz		spotřeba ee	Nová spotřeba ee	úspora ee	
				[m³/s]	[m³/h]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[h/týd.]	[h/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	kWh/rok	
1	kinosál	KDK 080	P	2,75	9 900	4,0	87,9		28,1	60	3180	12 720	10 812	1 908	
		KDKL 080	O	2,75	9 900	4,0				60	3180	12 720	10 812	1 908	
2	promítárna	SND 800, SND 1200	P	0,285	1 026	0,5	0		0	60	3180	1 469	1 249	220	
		RNE 250 (2ks)	O	0,285	1 026	0,5	0		0	60	3180	1 469	1 249	220	
3	Foyer	KDK 160	P	5,56	20 016	7,5	117,14		54,16	60	3180	23 850	20 273	3 578	
		KDKL 160	O	5,56	20 016	7,5				60	3180	23 850	20 273	3 578	
7	kuchyň (dříve), nyní propagace	KDK 040	P	1,28	4 608	2,2	44,71		0	14	742	1 632	1 388	245	
		RNE 500	O	1,28	4 608	1,5				14	742	1 113	946	167	
8	Pomocné prostory kuchyně	KDK 020	P	0,44	1 584	1,1	12,7			14	742	816	694	122	
		KDK-L 020	O	0,44	1 584	0,5				14	742	371	315	56	
12	Kalinka (přípravná a Snack bar)	KDK 040	P	1,39	5 004	2,2	57,74		0	7	371	816	694	122	
		RNE 500	O	1,39	5 004	1,5				7	371	557	473	83	
13	Estrádní sál	KDK 160	P	3,165	11 394	7,5	90,51	58,45	37,3	12	636	4 770	4 055	716	
		KDKL 160	O	3,165	11 394	7,5				12	636	4 770	4 055	716	
		KDK 160	P	3,165	11 394	5,5	90,51	58,45	37,3	12	636	3 498	2 973	525	
		KDKL 160	O	3,165	11 394	5,5				12	636	3 498	2 973	525	
14	Koncertní sál	KDK 160	P	4,72	16 992	7,5	134	80,16	53,12	25	1325	9 938	8 447	1 491	
		KDKL 160	O	4,72	16 992	7,5				25	1325	9 938	8 447	1 491	
		KDK 160	P	4,72	16 992	7,5	134	80,16	53,12	25	1325	9 938	8 447	1 491	
		KDKL 160	O	4,72	16 992	7,5				25	1325	9 938	8 447	1 491	
15	Režie	KDK 020	P	0,83	2 988	1,1	28,67		6,27	7	371	408	347	61	
		KDK-L 020	O	0,83	2 988	1,1				7	371	408	347	61	
18	Klub mladých	KDK 080	P	2,64	9 504	4,0	46,08		25,24	14	742	2 968	2 523	445	
		KDKL 080	O	2,5	9 000	3,0				14	742	2 226	1 892	334	
Celkem						98,1	843,96	277,22	294,61			143 680	122 128	21 552	


Tabulka 25 - Stávající jednotky a určení předpokládané spotřeby tepla nových VZT jednotek

Stávající VZT								Nové VZT	
č. z.	Větraný prostor	VZT jednotka/typ	P/O	Provoz	TE bez směšování	Směšování	TE vč. směšování	Nová spotřeba s ZZT	úspora TE
				h/rok	GJ/rok	ANO/NE	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
1	kinosál	KDK 080	P	3180	374,9	ANO	187,5	93,7	93,7
		KDKL 080	O	3180			0,0	0,0	0,0
2	promítárna	SND 800, SND 1200	P	3180	38,9	ANO	19,4	9,7	9,7
		RNE 250 (2ks)	O	3180			0,0	0,0	0,0
3	Foyer	KDK 160	P	3180	758,0	ANO	379,0	189,5	189,5
		KDKL 160	O	3180			0,0	0,0	0,0
7	kuchyň (dříve), nyní propagace	KDK 040	P	742	40,7	NE	40,7	10,2	30,5
		RNE 500	O	742			0,0	0,0	0,0
8	Pomocné prostory kuchyně	KDK 020	P	742	14,0	NE	14,0	3,5	10,5
		KDK-L 020	O	742			0,0	0,0	0,0
12	Kalinka (příprava a Snack bar)	KDK 040	P	371	22,1	NE	22,1	5,5	16,6
		RNE 500	O	371			0,0	0,0	0,0
13	Estrádní sál	KDK 160	P	636	86,3	ANO	43,2	21,6	21,6
		KDKL 160	O	636			0,0	0,0	0,0
		KDK 160	P	636	86,3	ANO	43,2	21,6	21,6
		KDKL 160	O	636			0,0	0,0	0,0
14	Koncertní sál	KDK 160	P	1325	268,1	ANO	134,1	67,0	67,0
		KDKL 160	O	1325			0,0	0,0	0,0
		KDK 160	P	1325	268,1	ANO	134,1	67,0	67,0
		KDKL 160	O	1325			0,0	0,0	0,0
15	Režie	KDK 020	P	371	13,2	ANO	6,6	3,3	3,3
		KDK-L 020	O	371			0,0	0,0	0,0
18	Klub mladých	KDK 080	P	742	84,0	ANO	42,0	21,0	21,0
		KDKL 080	O	742			0,0	0,0	0,0
Celkem					2 054,7		1 065,8	513,7	552,1



V následující tabulce je určena energetická náročnost na provoz chlazení vzduchu ve VZT, bylo vycházeno z původně instalovaných chladících výkonů výměníků ve stávajících VZT jednotkách a nebyla znovu přepočítávána tepelná zátěž větraných prostor. Převzata byla rovněž hodnota dodávaného množství vzduchu, teplotní rozdíl pro letní období 6 °C, průměrná hodnota chladicího faktoru (COP) pro určení spotřeby el. energie pro chl. kompresory o hodnotě 2,5.

Tabulka 26 - Určení předpokl. chl. výkonu a spotřeby elektřiny na chlazení vybraných prostor

č. z.	Větraný/ chlazený prostor	Chladicí výkon VZT Qchl	Provoz chlazení	Množství vzduchu	Potřeba chladu	Spotřeba EE na chlazení	Spotřeba EE na oběh. čerpadla	Spotřeba EE celkem
		[kW]	[h/rok]	[m³/h]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]	[MWh/rok]
1	kinosál	28	814	9 900	16,28	6,51	0,23	6,74
3	Foyer	54	814	20 016	32,92	13,17	0,44	13,61
13	Estrádní sál	37	163	11 394	3,75	1,50	0,06	1,56
		37	163	11 394	3,75	1,50	0,06	1,56
14	Koncertní sál	53	339	16 992	11,65	4,66	0,18	4,84
		53	339	16 992	11,65	4,66	0,18	4,84
Celkem		263,1			80,00	32,00	1,15	33,15

Tabulka 27 - Porovnání spotřeby energie pro VZT, nové VZT bez chlazení/s chlazením

stávající stav		Nové VZT bez chlazení		Úspora		Nové VZT s chlazením		Úspora	
spotřeba EE	spotřeba tepla	spotřeba EE	spotřeba tepla	EE	teplo	spotřeba ee	spotřeba tepla	EE	teplo
[MWh/rok]	GJ/rok	[MWh/rok]	GJ/rok	[MWh/rok]	GJ/rok	[MWh/rok]	GJ/rok	[MWh/rok]	GJ/rok
143,7	1 065,8	122,1	513,7	21,6	552,1	155,3	513,7	-11,6	552,1

Předpokládaná odhadovaná celková cena vč. projektu je 8,1 mil. Kč bez DPH na realizaci rekonstrukce strojovny (strojoven) VZT a 1,8 mil. Kč na zdroj chladu (chladicí vody pro VZT jednotky) včetně rozvodů, rozdělovače/sběrače atd. Celková odhadovaná cena kompletní rekonstrukce VZT vč. obnovy systému chlazení je odhadnuta 9,9 mil. Kč bez DPH. Uvažovaná není v této fázi také instalace vlhčení pro koncertní sál, její nutnost vyplývá až z podrobnějšího výpočtu v rámci projektové přípravy. Jedná se však jen o předpokládaný investiční náklad vycházející z ceníků srovnatelně velkých vzduchotechnických jednotek, chl. zařízení a předpokládaných nákladů na montáže a stavební/technická opatření s tím související. Přesnější cenu je možné určit až v rámci projektové přípravy rovněž tak optimální místo instalace např. suchých chladičů (je otázkou, zda bude možná instalace na střechu z důvodu její únosnosti).



Tabulka 28 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření C

Rekonstrukce VZT+chlazení		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	9 900
Úspora energií	GJ/rok	510
	MWh/rok	141,8
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	186
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-186
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	0
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	903,1
Úspora energií	%	13,57%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 676
Úspora provozních nákladů	%	10,01%



Tabulka 29 - Ekonomické vyhodnocení opatření C

Diskontní sazba				4%	Roční nárůst cen paliv				3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	let
0	2017			9 900	-9 900		-9 900	-9 900	0
1	2018	1 863	1 676	0	186	179	-9 714	-9 721	0
2	2019	1 918	1 726	0	192	178	-9 521	-9 543	0
3	2020	1 976	1 778	0	198	176	-9 324	-9 367	0
4	2021	2 035	1 832	0	204	174	-9 120	-9 193	0
5	2022	2 096	1 886	0	210	173	-8 910	-9 021	0
6	2023	2 159	1 943	0	216	171	-8 694	-8 850	0
7	2024	2 224	2 001	0	223	169	-8 471	-8 681	0
8	2025	2 291	2 061	0	229	168	-8 242	-8 513	0
9	2026	2 359	2 123	0	236	166	-8 006	-8 347	0
10	2027	2 430	2 187	0	243	164	-7 762	-8 183	0
11	2028	2 503	2 253	0	251	163	-7 512	-8 020	0
12	2029	2 578	2 320	0	258	161	-7 254	-7 859	0
13	2030	2 656	2 390	0	266	160	-6 988	-7 699	0
14	2031	2 735	2 461	0	274	158	-6 714	-7 541	0
15	2032	2 817	2 535	0	282	157	-6 432	-7 384	0
16	2033	2 902	2 611	0	291	155	-6 141	-7 229	0
17	2034	2 989	2 690	0	299	154	-5 842	-7 075	0
18	2035	3 079	2 770	0	308	152	-5 534	-6 923	0
19	2036	3 171	2 853	0	317	151	-5 216	-6 773	0
20	2037	3 266	2 939	0	327	149	-4 889	-6 623	0
Čistá současná hodnota							NPV	-6 623 tis. Kč	
Vnitřní výnosové procento							IRR	-5,4 %	
Prostá doba návratnosti							T _s	53,1 roky (let)	
Reálná doba návratnosti							T _{sd}	>20 roky (let)	

5.4.2 Opatření D - Zateplení obvodových stěn

V tomto opatření je posouzeno zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem. Při rekonstrukci je vhodné použít v konstrukci více tepelné izolace, než je požadavek normy ČSN 73 0540-2:2011, neboť velkou část nákladů na jednotku plochy tvoří náklady na úpravy povrchů, lešení, klempířské práce apod. Přírůstek ceny při zvětšující se tloušťce izolace není tak již příliš výrazný a vyšší úspora tepla pokryje tyto dodatečné náklady. Z tohoto důvodu je navrženo zateplení, po jehož realizaci budou součinitelé prostupu tepla svislými konstrukcemi jednotlivých budov v rozmezí 0,20 – 0,25 W/(m²K), čímž budou splněny požadavky normy ČSN 73 0540-2:2011 na prostup tepla ($U_N = 0,30$ W/(m²K) - požadovaná hodnota resp. $U_{Rc} = 0,25$ W/(m²K) – doporučená hodnota). Navrženo je zateplení tep. izolací o tl. 120 mm z minerální vlny o hodnotě tepelné vodivosti $\lambda = 0,039$ W/mK, resp. z extrudovaného polystyrenu (XPS) pro sokly. Bude tak dosažena hodnota součinitele prostupu tepla $U = 0,225$ W/(m²K).

Při realizaci by měl být použit certifikovaný tepelně izolační systém. Jeho volba záleží na projektantovi a zadavateli projektu. Cena zateplení bez DPH je předpokládána ve výši 2 000 Kč/m². Celková plocha stěn vhodných k zateplení je cca 2 000 m² (údaj převzatý z PENB).

Objekt není památkově chráněn, nicméně je situován v památkové zóně města a má i s ohledem na autora architektonického návrhu arch. Karla Hubáčka určitý zajímavý architektonický „ráz“, takže případné zateplení by muselo být schváleno odborem památkové péče. Pro úplnost a přehled je však opatření vyčísleno.

Tabulka 30 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření D

Zateplení obvodového pláště		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	4 000
Úspora energií	GJ/rok	427
	MWh/rok	118,6
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	169
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	169
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	0
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	926,2
Úspora energií	%	11,35%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 694
Úspora provozních nákladů	%	9,07%



Tabulka 31 - Ekonomické vyhodnocení opatření D

Diskontní sazba				4%		Roční nárůst cen paliv			3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	let
0	2017			4 000	-4 000		-4 000	-4 000	0
1	2018	1 863	1 694	0	169	162	-3 831	-3 838	0
2	2019	1 918	1 745	0	174	161	-3 657	-3 677	0
3	2020	1 976	1 797	0	179	159	-3 478	-3 518	0
4	2021	2 035	1 851	0	185	158	-3 294	-3 360	0
5	2022	2 096	1 906	0	190	156	-3 104	-3 204	0
6	2023	2 159	1 963	0	196	155	-2 908	-3 049	0
7	2024	2 224	2 022	0	202	153	-2 706	-2 896	0
8	2025	2 291	2 083	0	208	152	-2 498	-2 744	0
9	2026	2 359	2 146	0	214	150	-2 285	-2 594	0
10	2027	2 430	2 210	0	220	149	-2 064	-2 445	0
11	2028	2 503	2 276	0	227	147	-1 837	-2 297	0
12	2029	2 578	2 344	0	234	146	-1 604	-2 151	0
13	2030	2 656	2 415	0	241	145	-1 363	-2 007	0
14	2031	2 735	2 487	0	248	143	-1 115	-1 864	0
15	2032	2 817	2 562	0	255	142	-859	-1 722	0
16	2033	2 902	2 639	0	263	140	-596	-1 581	0
17	2034	2 989	2 718	0	271	139	-325	-1 442	0
18	2035	3 079	2 799	0	279	138	-46	-1 305	0
19	2036	3 171	2 883	0	287	136	241	-1 168	0
20	2037	3 266	2 970	0	296	135	537	-1 033	0
Čistá současná hodnota						NPV	-1 033 tis. Kč		
Vnitřní výnosové procento						IRR	1,1 %		
Prostá doba návratnosti						T _s	23,7 roky (let)		
Reálná doba návratnosti						T _{sd}	>20 roky (let)		

5.4.3 Opatření E - Solární termický systém pro přípravu TV

Toto opatření posuzuje možnost přípravy teplé vody s využitím solárních termických kolektorů. Instalace solárních kolektorů je možné instalovat na k tomu určené nové konstrukce na části střechy s orientací na jih. Solární soustava bývá standardně navržena na cca 60 % ročního pokrytí spotřeby teplé vody, přičemž v letním období bude navržena na 100 % krytí spotřeby TV. Přesná výchozí spotřeba nebyla známá, byla pouze vypočtená hodnota spotřeby tepla. V daném případě je uvažováno s roční spotřebou 533 m³ teplé vody a min. 170 GJ/rok tepla na její ohřátí (včetně spotřeby el. ohříváčů, využívaných v letních měsících).

Dle výpočtového modelu je uvažováno celkem 20 ks plochých kolektorů o účinné ploše (apertury) 2,35 m²/ks, celkem tedy o ploše 47 m².

Celkový roční využitelný zisk z kolektorů je 25 MWh/rok (90 GJ/rok), orientační spotřeba na oběhové čerpadlo systému je 0,5 MWh/rok (1,8 GJ/rok). Celkový potřebný objem akumulčních nádob příslušného systému je min. 2,5 m³ vody. V případě využití solárních kolektorů se předpokládá 100 % pokrytí v letním období, tedy nahrazení stávajícího el. ohřevu, používaného v letním období (cca 44 GJ z celkových 90 GJ ze sol. systému) a zbývajících 46 GJ, by bylo jako předeřev TV mimo letní období, kdy je teplá voda připravována teplem ze systému CZT. Před případnou realizací projektu solární soustavy pro přípravu TV, je doporučeno provést dlouhodobější měření přesné spotřeby TV, tak aby bylo možno optimalizovat počet solárních kolektorů na základě skutečných odběrů teplé vody.

Před realizací v rámci projektové přípravy by bylo nezbytné provést statické posouzení střešní konstrukce, nicméně dle vyjádření provozovatelů objektu, bylo již v minulosti provedeno určité statické posouzení únosnosti střechy z důvodu zjištění možnosti instalace konstrukce s fotovoltaickými panely, přičemž závěrem posouzení nebylo doporučeno ani lokální přetížení konstrukce.

Tabulka 32 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření E

Solární termické kolektory pro přípravu TV		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	800
Úspora energií	GJ/rok	90
	MWh/rok	25,1
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	52
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-52
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	0
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	1 019,8
Úspora energií	%	2,40%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 810
Úspora provozních nákladů	%	2,81%



Tabulka 33 - Ekonomické vyhodnocení opatření E

Diskontní sazba					4%	Roční nárůst cen paliv			3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnos t
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	let
0	2017			800	-800		-800	-800	0
1	2018	1 863	1 810	0	52	50	-748	-750	0
2	2019	1 918	1 865	0	54	50	-694	-700	0
3	2020	1 976	1 921	0	55	49	-638	-651	0
4	2021	2 035	1 978	0	57	49	-581	-602	0
5	2022	2 096	2 037	0	59	48	-522	-553	0
6	2023	2 159	2 099	0	61	48	-462	-505	0
7	2024	2 224	2 162	0	62	47	-399	-458	0
8	2025	2 291	2 226	0	64	47	-335	-411	0
9	2026	2 359	2 293	0	66	47	-269	-364	0
10	2027	2 430	2 362	0	68	46	-200	-318	0
11	2028	2 503	2 433	0	70	46	-130	-273	0
12	2029	2 578	2 506	0	72	45	-58	-227	0
13	2030	2 656	2 581	0	75	45	17	-183	0
14	2031	2 735	2 658	0	77	44	94	-138	0
15	2032	2 817	2 738	0	79	44	173	-94	0
16	2033	2 902	2 820	0	81	44	254	-51	0
17	2034	2 989	2 905	0	84	43	338	-8	18
18	2035	3 079	2 992	0	86	43	425	35	0
19	2036	3 171	3 082	0	89	42	514	77	0
20	2037	3 266	3 174	0	92	42	605	119	0



Čistá současná hodnota	NPV	119 tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	5,5 %
Prostá doba návratnosti	T_s	15,3 roky (let)
Reálná doba návratnosti	T_{sd}	18,0 roky (let)

5.4.4 Opatření F - Porovnání stáv. zdroje tepla CZT a plynové kotelny

Na základě požadavku zadavatele této analýzy, je provedeno i srovnání ekonomiky provozu a nákladů na vytápění stávajícího způsobu dodávky tepla ze systému CZT a teoretické náhrady za vlastní plynovou kotelnu. Na úvod je však nutno poznamenat, že do objektu Domu kultury není zemní plyn přiveden, přípojka ZP je však do nedalekého objektu Krušnohorského divadla, avšak jen pro ohřev teplé vody v letním období (NTL v ulici U Císařských lázní - viz. zeleně vyznačeno na schématu v kap. 5.5). Pro objekt Domu Kultury by však reálnější bylo připojení k STL v ulici Papírová (viz. červeně vyznačeno v kap. 5.5).

Tepelná ztráta objektu je dle údajů z energetického auditu z roku 2006...384 kW. Dále je potřeba určitý tepelný výkon pro potřeby VZT a na ohřev TV. Předpokládá se tedy varianta s realizací plynové kotelny o celkovém výkonu do 500 kW s moderními kondenzačními kotli (např. 2 x 250 kW).

Předpokládaná celková investice zahrnující úpravu stávající VS na plynovou kotelnu, tj. instalaci 2 ks kondenzačních kotlů, stavební a technologické úpravy, připojení na otopnou soustavu a přípravu TV včetně instal. akumulčních zásobníků pro TV, výstavbu komínu, přípojku zemního plynu z ul. Papírová, úpravu MaR a projekt je předběžně uvažována ve výši cca 2 mil Kč bez DPH, tj. 2,42 mil. Kč s DPH.

Výchozí spotřeba tepla v objektu z výchozí energetické bilance pro přepočtený průměr spotřeby v letech 2015-2016 je 2764,5 GJ/r. V případě realizace plynové kotelny bude potřebné vyrobené teplo až na místě v kotelně, tj. s určitou ztrátou při výrobě tepla. V případě kondenzačních kotlů je uvažováno s 5 %. Výsledná spotřeba ZP tak bude odpovídat 2910 GJ/rok v palivu ZP.

Tabulka 34 - Určení předpokládaných celkových nákladů na provoz plynové kotelny

	GJ/r	MWh/r
Původní spotřeba tepla v palivu (ZP)	2 764,5	767,9
Nová spotřeba tepla v palivu (ZP)	2 910,1	808,3
z toho ÚT	2 739,3	760,9
z toho TV	170,8	47,4
Nová spotřeba tepla zahrnující průměrnou účinnost kotel	95%	
Provozní náklady	Kč bez DPH	Kč s DPH
Náklady na palivo	882 645	1 068 000
Předpokládané ostatní provozní náklady	Kč bez DPH	Kč s DPH
Servis zdrojů (K1,K2)	15 000	18 150
Opravy a údržba	10 000	12 100
Revize zdroje	9 000	10 890
Dozor zdroje vč. odvodů mezd	32 160	38 914
Pohotovostní / havarijní služba	12 000	14 520
Pojištění	2 000	2 420
Provozní chemikálie - úprava vody	10 000	12 100
Režie ostatní - zpracování hlášení, statistika, EM	5 000	6 050
Celkem	95 160	115 144
	Kč bez DPH	Kč s DPH
Náklady na palivo	882 645	1 068 000
Ostatní všechny náklady	95 160	115 144
Celkem provozní náklady	977 805	1 183 144
Měrná cena	Kč/GJ bez DPH	Kč/GJ s DPH
	336	407

Pozn. Teplo vztažené k výhřevnosti ZP



Z výše uvedené tabulky výpočtu celkové konečné měrné ceny na provoz plynové kotelny vztažené na 1 GJ, je již patrný pouze malý pokles měrné ceny oproti stávající měrné ceně tepla.

Tabulka 35 - Porovnání stávající ceny tepla a tepla z plynové kotelny, návratnost opatření

	Kč/GJ bez DPH	Kč/GJ s DPH
Výchozí cena tepla	396	455
Cena u plyn. kotelny	336	407
	tis. Kč bez DPH	tis. Kč s DPH
Výchozí cena CZT	1 095	1 259
Cena u plyn. kotelny	978	1 183
Úspora	117	76
	Kč bez DPH	Kč s DPH
Investiční náklady	2 000 000	2 420 000
Prostá doba návratnosti	17,1	31,9

Pozn. DPH u tepla je 15%, u ZP 21%,

Při reálné celkové ceně plynové kotelny ve výši 2 000 000 Kč bez DPH, tak vychází prostá doba návratnosti této investice cca 17 let. Investiční náklady zohledňují oproti obdobnému porovnání u objektů Zahradního domu a Krušnohorského divadla i náklady na plynovou přípojku. Vzhledem k rozdílné sazbě DPH je výchozí sazba DPH pro dodávku tepla 15 %, pro novou kotelnu by však byla jako pro komoditu ZP tj. 21% a při započítání jak investičních nákladů s DPH, tak výše dosažené úspory by prostá doba návratnosti přesáhla 30 let.

Předpokládaná životnost kotlů je cca 20 let.

Z uvedeného srovnání je tak zřejmé předchozí doporučení - zachování současného způsobu dodávky tepla z CZT, které je v souladu i s doporučeními schválené Územní energetické koncepce Statutárního města Teplice a které je celkově přijatelnější i z pohledu emisní zátěže a tedy životního prostředí v dané lokalitě.

Tabulka 36 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření F

Plynová kotelna		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	2 000
Úspora energií	GJ/rok	-146
	MWh/rok	-40,4
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	117
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-212
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	95
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	1 085,3
Úspora energií	%	-3,87%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 746
Úspora provozních nákladů	%	6,28%



Tabulka 37 - Ekonomické vyhodnocení opatření F

Diskontní sazba				4%		Roční nárůst cen paliv		3%	
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	
0	2017			2 000	-2 000		-2 000	-2 000	0
1	2018	1 863	1 746	0	117	112	-1 883	-1 888	0
2	2019	1 918	1 798	0	120	111	-1 763	-1 776	0
3	2020	1 976	1 852	0	124	110	-1 639	-1 666	0
4	2021	2 035	1 907	0	128	109	-1 511	-1 557	0
5	2022	2 096	1 965	0	132	108	-1 379	-1 448	0
6	2023	2 159	2 024	0	136	107	-1 243	-1 341	0
7	2024	2 224	2 084	0	140	106	-1 104	-1 235	0
8	2025	2 291	2 147	0	144	105	-960	-1 130	0
9	2026	2 359	2 211	0	148	104	-812	-1 026	0
10	2027	2 430	2 278	0	153	103	-659	-923	0
11	2028	2 503	2 346	0	157	102	-502	-821	0
12	2029	2 578	2 416	0	162	101	-340	-720	0
13	2030	2 656	2 489	0	167	100	-173	-619	0
14	2031	2 735	2 563	0	172	99	-2	-520	0
15	2032	2 817	2 640	0	177	98	175	-422	0
16	2033	2 902	2 720	0	182	97	357	-325	0
17	2034	2 989	2 801	0	188	96	545	-228	0
18	2035	3 079	2 885	0	193	95	738	-133	0
19	2036	3 171	2 972	0	199	95	938	-39	20
20	2037	3 266	3 061	0	205	94	1 143	55	0



Čistá současná hodnota	NPV	55 tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	IRR	4,3 %
Prostá doba návratnosti	T_s	17,1 roky (let)
Reálná doba návratnosti	T_{sd}	20,0 roky (let)

5.4.5 Opatření G - Posouzení možnosti instalace kogenerační jednotky

V této části je posouzeno, na základě požadavku zadavatele této analýzy, opatření instalace kogenerační jednotky, tj. zařízení pro společnou výrobu tepla a elektrické energie. Navržena je malá kogenerační jednotka o základních technických parametrech uvedených v následující tabulce. V ekonomickém hodnocení je uvažováno s využitím veškeré el. energie a vyrobeného tepla v objektu a s využitím tzv. zelených bonusů dle věstníku ERÚ pro rok 2016 a ročním provozem do 4 400 h. Výše úspory je stanovena se započtením zelených bonusů za výrobu elektřiny z kogenerace ve výši odpovídající bonusům uvedeným v Cenovém rozhodnutí ERÚ č. 9/2016 z prosince 2016 pro zdroje uvedené do provozu do konce roku 2015. **Zelený bonus pro nové zdroje není zatím stanovený a bude pravděpodobně vyhlášen po ukončení notificačního procesu Evropskou komisí.**

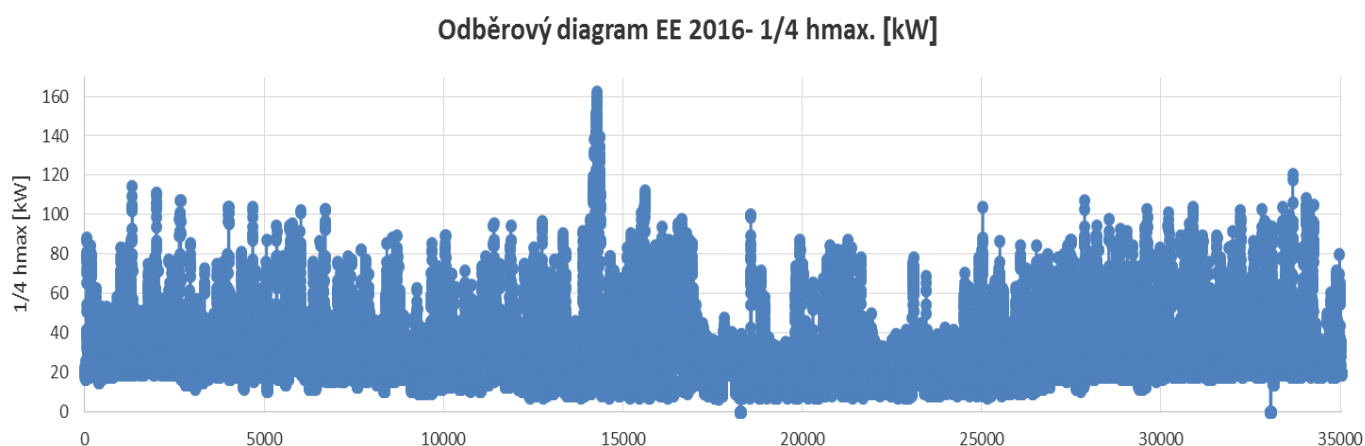
Tabulka 38 - Předpokládané parametry instalované kogenerační jednotky

Parametry kogenerační jednotky	
Tepelný výkon	63,0 kW
Elektrický výkon	44,0 kW
Spotřeba zemního plynu	13,6 m ³ /hod
Doba provozu	do 4 400 hod/rok
Investice	3 200 tis. Kč

Rozměry jednotky umístěné v protihlukovém „kontejneru“ z důvodu omezení hlučnosti u kogeneračních jednotek této velikosti jsou cca d x š x v: 1,9 x 1,1 x 1,5 m. Takováto jednotka by se dala umístit do prostor stávající VS, kde by byla i nejsnáze připojitelná do soustavy rozvodu topné vody a systému ohřevu teplé vody. Využití vyrobeného tepla je předpokládáno pro vytápění i pro ohřev TV. V době, kdy nebude poptávka v objektu po vyrobeném teple, je vhodné instalovat akumulární izolované nádoby o objemu v řádu několika m³.

V následující tabulce jsou uvedeny předpokládané vstupní hodnoty provozu KGJ, tj. spotřeba zemního plynu, výroba el. energie a tepla a dále náklady na palivo (zemní plyn), provozní náklady a na druhé straně výnosy za nenakoupenou el. energii a nenakoupené teplo z CZT a zelené bonusy (bez podpory KVET formou zelených bonusů není instalace KGJ ekonomicky rentabilní).

Graf 17 - Průběh 1/4 hmax. v celém roku 2016



Z průběhu grafu všech ročních 1/4 h max. je vidět, že stálý příkon el. energie se pohybuje v rozmezí cca 20-45 kW. Pro posouzení tak byla navržena menší KGJ o el. příkonu 44 kW.


Tabulka 39 - Předpokládané celkové náklady v tis. Kč bez DPH

Investice	Kč bez DPH
KGJ	1 600 000
Trafostanice propojení	300 000
Vyvedení výkonů a doplnění rozv.	200 000
MaR	300 000
Komín	250 000
Práce	250 000
Přípojka ZP	300 000
Celkem zařízení+periférie	3 200 000

K úspoře energie v GJ/rok či MWh/rok tak v rámci hodnoceného energetického hospodářství (tzv. „na patě objektu“) nedojde, nicméně z globálního pohledu však ano (nebude potřeba dodat el. energii vyrobenou v nové kogenerační jednotce z distribuční sítě tj. eliminace ztrát při výrobě adekvátního množství el. energie v systémových elektrárnách ČR a při její distribuci na místo spotřeby, nebude potřeba dodat nově část vyrobeného množství tepla z CZT).

Tabulka 40 - Bilance provozu s KGJ

Tarif	3000	4400	h/rok
Energetická bilance	-253	-347	GJ/rok
Spotřeba zemního plynu	1 389,2	1 909,7	GJ/rok
z toho vyrobeno elektřiny	456,2	627,1	GJ/rok
z toho vyrobeno tepla	680,4	935,3	GJ/rok
Úspora nedodaného tepla z CZT	680,4	935,3	GJ/rok
Úspora nenakoupené el. energie z DS	126,7	174,2	MWh/rok
Náklady s kogenerací na ZP	588 995	800 306	Kč/rok
palivo - zemní plyn	408 000	560 864	Kč/rok
údržba - KJ	79 800	109 698	Kč/rok
ostatní náklady, osobní, pojištění, rozúčtování	25 000	25 000	Kč/rok
el. energie - regulované poplatky	76 195	104 743	Kč/rok
Výnosy	825 714	1 054 080	Kč/rok
Úspora za nenakoupenou el. energii	297 202	408 553	Kč/rok
Zelený bonus za výrobu KVET	249 638	262 168	Kč/rok
Výnos - snížena potřeba systémových služeb	9 436	12 971	Kč/rok
Úspora za nenakoupené teplo	269 438	370 388	Kč/rok
Přínos	236 719	253 774	Kč/rok
Celková investice	3 200 000	3 200 000	tis. Kč
Prostá doba návratnosti	13,5	12,6	roky

Pozn. V případě výroby el. energie z KGJ je uvažováno se zeleným bonusem dle návrhu cenového rozhodnutí ERÚ z prosince 2016 a ročním využitím do 3 000 resp. 4 400h. Tato položka a výnos z KVET je zásadní pro ekonomiku provozu zařízení.

Tabulka 41 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření G



Instalace KGJ		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	3 200
Úspora energií	GJ/rok	-347
	MWh/rok	-96,5
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	254
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-218
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	239
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (příspěvek KVVET, systémové služby)	tis. Kč/rok	275
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	1 141,3
Úspora energií	%	-9,23%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 609
Úspora provozních nákladů	%	13,62%



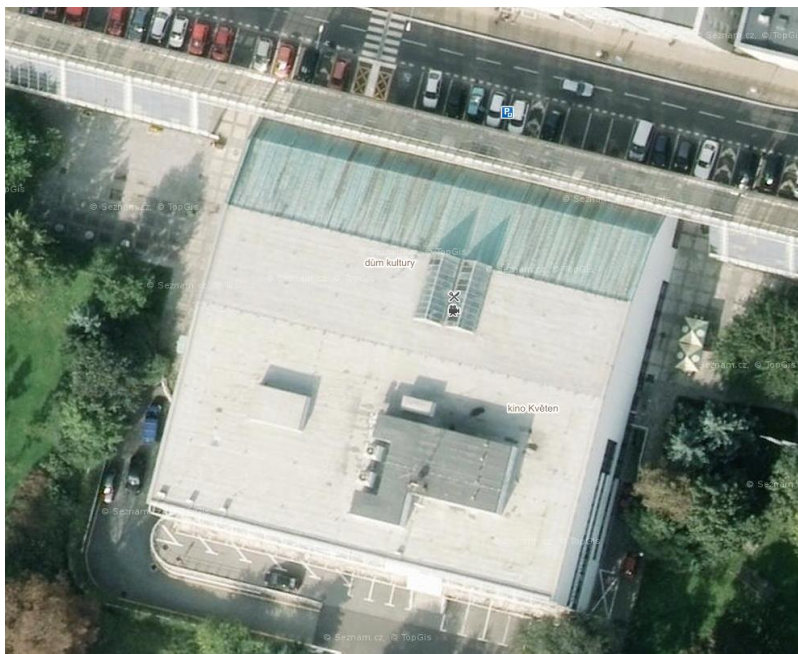
Tabulka 42 - Ekonomické vyhodnocení opatření G

Diskontní sazba				4%	Roční nárůst cen paliv				3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	
0	2017			3 200	-3 200		-3 200	-3 200	0
1	2018	1 863	1 609	0	254	244	-2 946	-2 956	0
2	2019	1 918	1 657	0	261	242	-2 685	-2 714	0
3	2020	1 976	1 707	0	269	239	-2 416	-2 475	0
4	2021	2 035	1 758	0	277	237	-2 138	-2 238	0
5	2022	2 096	1 811	0	286	235	-1 853	-2 003	0
6	2023	2 159	1 865	0	294	233	-1 558	-1 771	0
7	2024	2 224	1 921	0	303	230	-1 255	-1 540	0
8	2025	2 291	1 979	0	312	228	-943	-1 312	0
9	2026	2 359	2 038	0	321	226	-622	-1 086	0
10	2027	2 430	2 099	0	331	224	-291	-863	0
11	2028	2 503	2 162	0	341	222	50	-641	0
12	2029	2 578	2 227	0	351	219	402	-422	0
13	2030	2 656	2 294	0	362	217	763	-205	14
14	2031	2 735	2 363	0	373	215	1 136	11	0
15	2032	2 817	2 433	0	384	213	1 520	224	0
16	2033	2 902	2 506	0	395	211	1 915	435	0
17	2034	2 989	2 582	0	407	209	2 323	644	0
18	2035	3 079	2 659	0	419	207	2 742	851	0
19	2036	3 171	2 739	0	432	205	3 174	1 056	0
20	2037	3 266	2 821	0	445	203	3 619	1 259	0
Čistá současná hodnota							NPV	1 259 tis. Kč	
Vnitřní výnosové procento							IRR	7,7 %	
Prostá doba návratnosti							T _s	12,6 roky (let)	
Reálná doba návratnosti							T _{sd}	14,0 roky (let)	

5.4.6 Opatření H - Posouzení možnosti instalace fotovoltaického zdroje na střechu

Jako doplňkový zdroj výroby el. energie je možnost využití fotovoltaických systémů, které lze umístit na příslušnou konstrukci instalované na ploché střeše budovy. Dle vyjádření provozovatele bylo v minulosti provedeno statické posouzení možnosti umístění nosné konstrukce pro běžné fotovoltaické panely na střeše, avšak nebylo toto řešení statikem schváleno. Možností tak zůstává využití fotovoltaických fólií. Na trhu jsou fotovoltaické fólie například Tegosolar výrobce Tegola, solární fólie Fatrasol, nebo Evalon Solar.

Obrázek 12 - letecký pohled na střechu objektu DK



Zdroj:mapy.cz

Celková plocha střešní konstrukce je cca 2 300 m², využitelná plocha pro fotovoltaické fólie je cca 2 000 m². Předpokládaný očekávatelný roční koeficient účinnosti cca. 900 kWh/kWp. Fotovoltaické fólie jsou kladeny v jednotlivých pásech o šířce 1 - 1,5 m a délce až 6 m podle typu zvoleného výrobku. Průměrná plocha pro instalaci 1 kWp je zvoleného typu zařízení cca 17 - 21 m², z čehož vyplývá, že teoreticky na danou plochu střechy je možno položit fotovoltaické fólie o příkonu až 95 kWp (2 000 m²/21 m²/kWp).

Uvažováno je však s instalací 30 kWp, což odpovídá ploše 630 m². Očekávatelná roční výroba el. energie je 30 kW_p * 900 kWh/kW_p = 27 000 kWh = 27 MWh el. energie.

Předpokládané náklady jsou 42 tis. Kč/1kWp, tj. celkem 1260 tis. Kč.

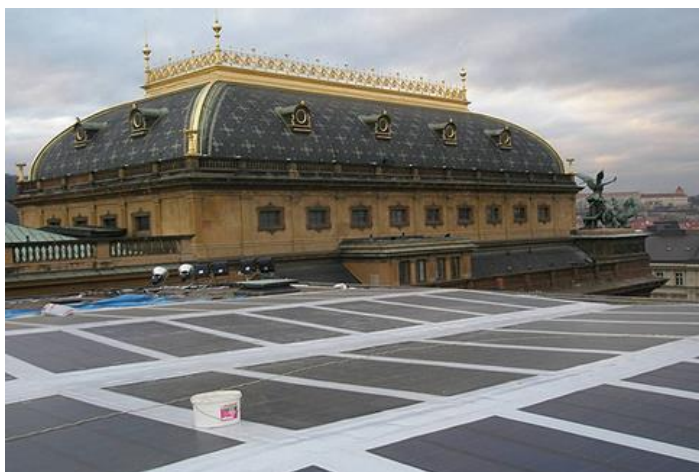
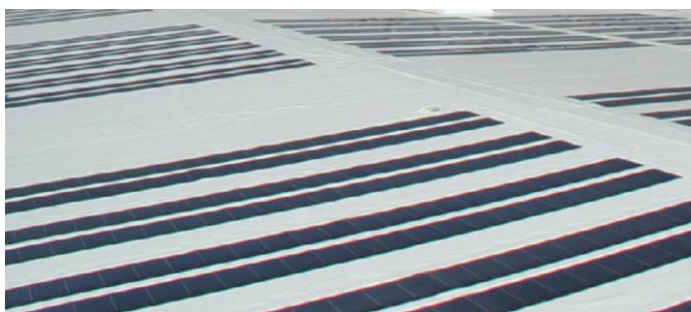
V současné době není již sice žádný příspěvek ze strany ERÚ na tyto zdroje, nicméně značně se zjednodušil administrativní proces spojený s instalacemi fotovoltaických panelů na střechy objektů při limitu do 30 kW_e. V tomto opatření je tedy uvažováno s tímto doplňkovým zdrojem el. energie, právě o výkonu 30 kWp (30 kilowatpeak).

Využití vyrobené el. energie je uvažováno pouze pro potřeby objektu bez prodeje do el. sítě.

Nejsilnějšími měsíci pro osvit a tedy i výrobu elektřiny je období od dubna do srpna, které zároveň představuje 60 % celkové produkce elektřiny.

Při kalkulované ceně el. energie cca 2 345,- Kč/MWh bez DPH (bez stálé složky za roční rezervovaný příkon) činí roční přínos cca 27 * 2,345 = cca 64 tis. Kč. Prostá doba návratnosti pak vychází 19,7 let.

Obrázek 13 - Příklady fotovoltaických střešních fólií



Tabulka 43 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření H

Instalace FVE		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	1 260
Úspora energií	GJ/rok	97
	MWh/rok	27,0
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	64,0
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-64
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	0
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	1 017,8
Úspora energií	%	2,58%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 799
Úspora provozních nákladů	%	3,44%

Tabulka 44 - Ekonomické vyhodnocení opatření H



Diskontní sazba					4%	Roční nárůst cen paliv			3%	
Rok			Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
			pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
			tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	let
0	2017			1 260	-1 260		-1 260	-1 260	0	
1	2018	1 863	1 799	0	64	62	-1 196	-1 198	0	
2	2019	1 918	1 853	0	66	61	-1 130	-1 138	0	
3	2020	1 976	1 908	0	68	60	-1 062	-1 077	0	
4	2021	2 035	1 965	0	70	60	-992	-1 017	0	
5	2022	2 096	2 024	0	72	59	-920	-958	0	
6	2023	2 159	2 085	0	74	59	-846	-900	0	
7	2024	2 224	2 148	0	76	58	-770	-841	0	
8	2025	2 291	2 212	0	79	58	-691	-784	0	
9	2026	2 359	2 278	0	81	57	-610	-727	0	
10	2027	2 430	2 347	0	84	56	-526	-671	0	
11	2028	2 503	2 417	0	86	56	-440	-615	0	
12	2029	2 578	2 490	0	89	55	-352	-559	0	
13	2030	2 656	2 564	0	91	55	-260	-505	0	
14	2031	2 735	2 641	0	94	54	-166	-450	0	
15	2032	2 817	2 720	0	97	54	-70	-397	0	
16	2033	2 902	2 802	0	100	53	30	-343	0	
17	2034	2 989	2 886	0	103	53	133	-291	0	
18	2035	3 079	2 973	0	106	52	239	-238	0	
19	2036	3 171	3 062	0	109	52	347	-187	0	
20	2037	3 266	3 154	0	112	51	460	-135	0	
Čistá současná hodnota							NPV	-135 tis. Kč		
Vnitřní výnosové procento							IRR	2,9 %		
Prostá doba návratnosti							T _s	19,7 roky (let)		
Reálná doba návratnosti							T _{sd}	>20 roky (let)		

5.4.7 Opatření I - Posouzení možnosti využití zdroje chladu jako reverzní TČ

V případě využití nového zdroje chladu jako zdroje pro vytápění s funkcí tepelného čerpadla (TČ) resp. ohřev TV.

Výchozí cena tepla z CZT je 396 Kč/GJ bez DPH

V případě nového zdroje chladu o chl. výkonu 200 kW a el. příkonu cca 80 kW, bude stávající RK navýšena z dnešních 140 kW o 80 kW, pokud dojde současně ke snížení současné roční RK o 10 kW, jak je navrženo v rámci energetického managementu, bude výsledná roční RK 210 kW. Platba za roční RK bude $165973 \cdot 0,21 \cdot 12 = 418252$ Kč, tj. ve srovnání s dnešní roční platbou za RK ve výši 278835 Kč dojde ke zvýšení roční platby o 139417,- Kč. K tomuto navýšení však dojde v případě obnovení zdroje chladu vždy, tj. jak v případě instalace zdroje chladu neumožňující reverzní provoz, tak i zařízení umožňující reverzní provoz jako tepelné čerpadlo. Z tohoto důvodu je uvažována pouze ovlivnitelná cena EE, která byla v roce 2016...2345 Kč/MWh bez DPH (651,4 Kč/GJ). Při uvažování průměrného topného faktoru 2,5, tj. poměr mezi vyrobeným teplem a nakoupenou el. energií pro pohon kompresoru 261 Kč/GJ. Dále je potřeba započítat ostatní náklady na provoz takového zařízení, tj. servis, údržba atd., předpokládané celkové náklady na výrobu tepla z reverzního TČ, vč. rozložení nákladů na obnovu zařízení jsou odhadbuty na 321 Kč/GJ bez DPH vyrobeného tepla.

Průměrné množství tepla v 2015-2016 z CZT přepočtené denostupňovou metodou za rok cca 2765 GJ/rok, množství tepla v létě z EE pro ohřev vody 44 GJ/rok. Při teoretickém využití instalovaného reverzního TČ o topném výkonu o stejné hodnotě jako chl. výkonu, tj. 200 kW a pokrytí roční spotřeby tepla cca z 90%, tj. s výjimkou nechladičších zimních dnů celou topnou sezónou.

Investiční náklady jsou dále uvažovány pouze jako rozdíl IN pro pořízení samotného zdroje chladu o chl. výkonu 200 kW, který bude dle záměru provozovatele instalován v každém případě a zdroje chladu s možností funkce tepelného čerpadla o topném výkonu shodném jako chl. výkonu tj. 200 kW, vč. propojení, MaR apod., což toto opatření zvýhodňuje oproti jiným opatřením (není uvažována celá investice). Pokud by nebyl realizován zdroj chladu pro letní provoz, bylo nutno uvažovat plnou celkovou hodnotu investice na tento zdroj.

Tabulka 45 - Základní ekonomické a energetické vyhodnocení opatření I

Reverzní TČ ke zdroji chladu		
Investiční výdaje projektu	tis. Kč	1 200
Úspora energií	GJ/rok	1 798
	MWh/rok	499,4
Přínosy projektu celkem	tis. Kč/rok	233
Změna nákladů na energie	tis. Kč/rok	-399
Změna ostatních provozních nákladů		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč/rok	0
změna ostatních provozních nákladů	tis. Kč/rok	166
změna nákladů na emise a odpady	tis. Kč/rok	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii, využití odpady...)	tis. Kč/rok	0
Původní spotřeba energie	MWh/rok	1 044,8
Nová spotřeba energie	MWh/rok	545,5
Úspora energií	%	47,8%
Původní provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 863
Nové provozní náklady na energie	tis. Kč/rok	1 629
Úspora provozních nákladů	%	12,52%



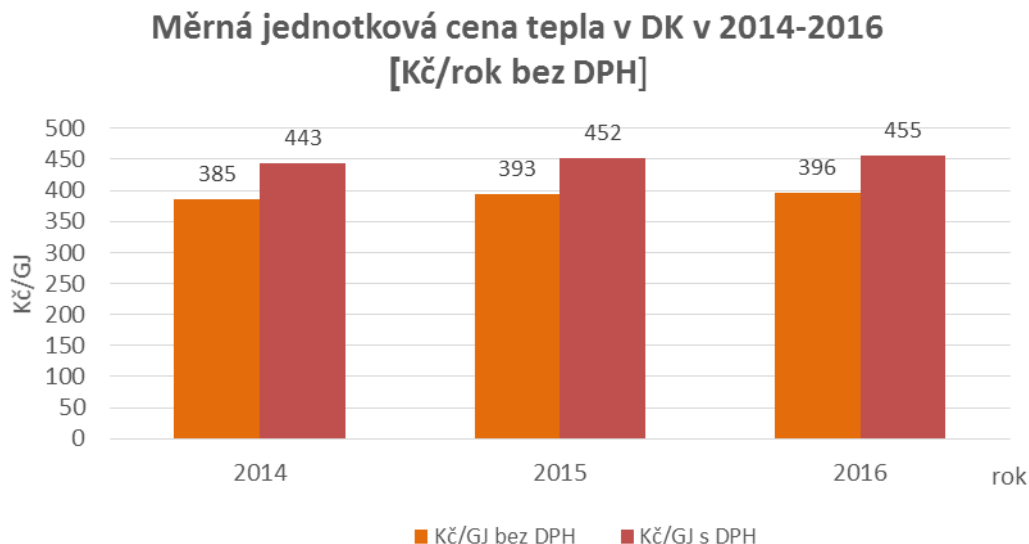
Tabulka 46 - Ekonomické vyhodnocení opatření I

Diskontní sazba				4%	Roční nárůst cen paliv				3%
Rok		Náklady		Investice	Roční toky nekumul.		Roční toky kumul.		Návratnost
		pův.	nov.		nediskont.	diskont.	nediskont.	diskont.	
		tis. Kč	tis. Kč		tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	tis. Kč	
0	2017			1 200	-1 200		-1 200	-1 200	0
1	2018	1 863	1 629	0	233	224	-967	-976	0
2	2019	1 918	1 678	0	240	222	-726	-754	0
3	2020	1 976	1 729	0	247	220	-479	-534	0
4	2021	2 035	1 780	0	255	218	-224	-316	0
5	2022	2 096	1 834	0	263	216	38	-100	6
6	2023	2 159	1 889	0	270	214	309	114	0
7	2024	2 224	1 945	0	279	212	587	325	0
8	2025	2 291	2 004	0	287	210	874	535	0
9	2026	2 359	2 064	0	295	208	1 170	743	0
10	2027	2 430	2 126	0	304	206	1 474	948	0
11	2028	2 503	2 190	0	313	204	1 788	1 152	0
12	2029	2 578	2 255	0	323	202	2 110	1 354	0
13	2030	2 656	2 323	0	333	200	2 443	1 553	0
14	2031	2 735	2 393	0	343	198	2 786	1 751	0
15	2032	2 817	2 464	0	353	196	3 138	1 947	0
16	2033	2 902	2 538	0	363	194	3 502	2 141	0
17	2034	2 989	2 615	0	374	192	3 876	2 333	0
18	2035	3 079	2 693	0	386	190	4 262	2 524	0
19	2036	3 171	2 774	0	397	188	4 659	2 712	0
20	2037	3 266	2 857	0	409	187	5 068	2 899	0
Čistá současná hodnota						NPV	2 899 tis. Kč		
Vnitřní výnosové procento						IRR	21,8 %		
Prostá doba návratnosti						T _s	5,1 roky (let)		
Reálná doba návratnosti						T _{sd}	6,0 roky (let)		

5.5 Porovnání ceny tepla ze systému CZT s cenou z CZT v krajích ČR

Cena tepla z CZT je v případě dodávky tepla do výměníkové stanice umístěné v 1.P.P. aktuálně v roce 2016...396 Kč/GJ bez DPH, resp. s DPH 15% pro dodávku tepla 455,40 Kč/GJ. Cenový vývoj jednotkové ceny tepla bez DPH je znázorněn na grafu níže.

Graf 18 - Měrná jednotková cena tepla v letech 2014-2016 v Kč /bez DPH a s DPH)



V případě dodávky tepla z CZT do objektu Domu Kultury se jedná o sazbu H31P1_01 „Na vstupu do předávací stanice“ a jde o nejnižší možnou sazbu z dodávky tepla společností ČEZ teplárenská a.s. PJ Západ v oblasti Teplice a Bílina. Teplo je dodáváno z elektrárny Ledvice. Ostatní sazby za dodávku tepla v jiných případech rozdělených dle odlišné úrovně předání tepelné energie jsou v případě města Teplice a Bílina následující:

- „Na vstupu do objektu“ sazba H31S6_01 a H31T6_01 je v roce 2016...522,85 Kč/GJ bez DPH, resp. 601,28 Kč/GJ s DPH
- „Na vstupu do objektu – OPS ve vlastnictví odběratele“ sazba H31S6_21 je v roce 2016...512,39 Kč/GJ bez DPH, resp. 589,25 Kč/GJ s DPH
- „Ve VS na ohřev teplé vody (TV)“ sazba H31T1_01 je v roce 2016...479,68 Kč/GJ bez DPH, resp. 551,63 Kč/GJ s DPH

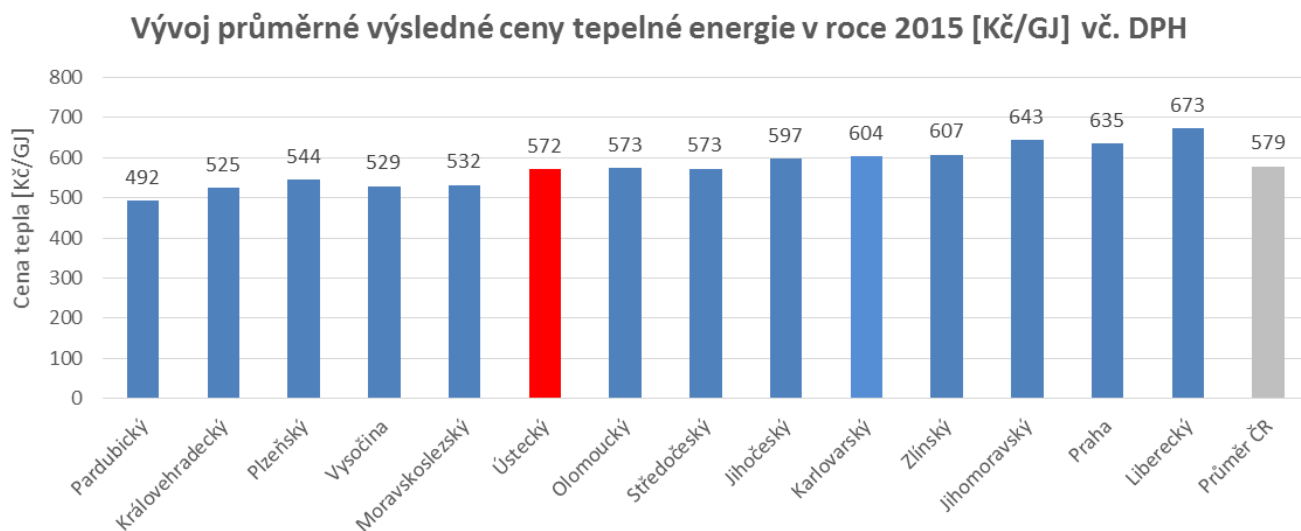
V následující tabulce a grafu je uvedena průměrná cena dodávky tepla v jednotlivých krajích ČR a průměrná cena tepla v ČR.

Tabulka 47 – Vývoj průměrné výsledné ceny tepelné energie v jednotlivých krajích ČR vč. DPH

Kraj	Vývoj průměrné výsledné ceny tepelné energie v jednotlivých letech [Kč/GJ]					
	Rok 2010	Rok 2011	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
Pardubický	390,99	407,97	436,22	460,81	485,33	491,66
Královehradecký	417,73	433,92	465,47	489,07	513,92	524,98
Plzeňský	450,61	464,97	515,94	526,83	533,43	543,96
Vysočina	471,31	490,81	494,64	523,53	542,76	529,1
Moravskoslezský	454,92	486,34	514,52	534,92	544,08	531,82
Ústecký	482,96	509,82	542,96	557,4	577,89	572,16
Olomoucký	526,59	535,72	571,55	585,55	584,92	573,13
Středočeský	496,3	514,61	557,9	571,93	588,84	572,69
Jihočeský	512,23	536,26	571,23	586,93	598,23	596,54
Karlovarský	498,96	539,71	593,88	591,96	602,08	603,85
Zlínský	539,37	559,03	575,7	593,69	620,98	607,31
Jihomoravský	575,28	587,21	635,71	642,71	654,32	642,79
Praha	521,25	547,02	587,92	603,77	656,25	635,38
Liberecký	587,19	633,89	687,72	683,29	712,28	672,99
Průměr ČR	491,73	516,47	552,58	567,79	588,27	578,6

Zdroj:[ERÚ]

Graf 19 - Vývoj průměrné výsledné ceny tepelné energie v jednotlivých krajích ČR vč. DPH



Z tabulky a grafu výše je vidět, že jednak průměrná cena dodávaného tepla z CZT vč. DPH (572 Kč/GJ) je v Ústeckém kraji nižší, než je celostátní průměr ČR (579 Kč/GJ). Cena tepla dodávaného přímo do výměňkové stanice v Domu Kultury byla pro srovnání v roce 2015... 452 Kč/GJ s DPH, resp. v roce 2016... 455 Kč/GJ s DPH, tj. o 21 % nižší než je celostátní průměr ceny tepla.

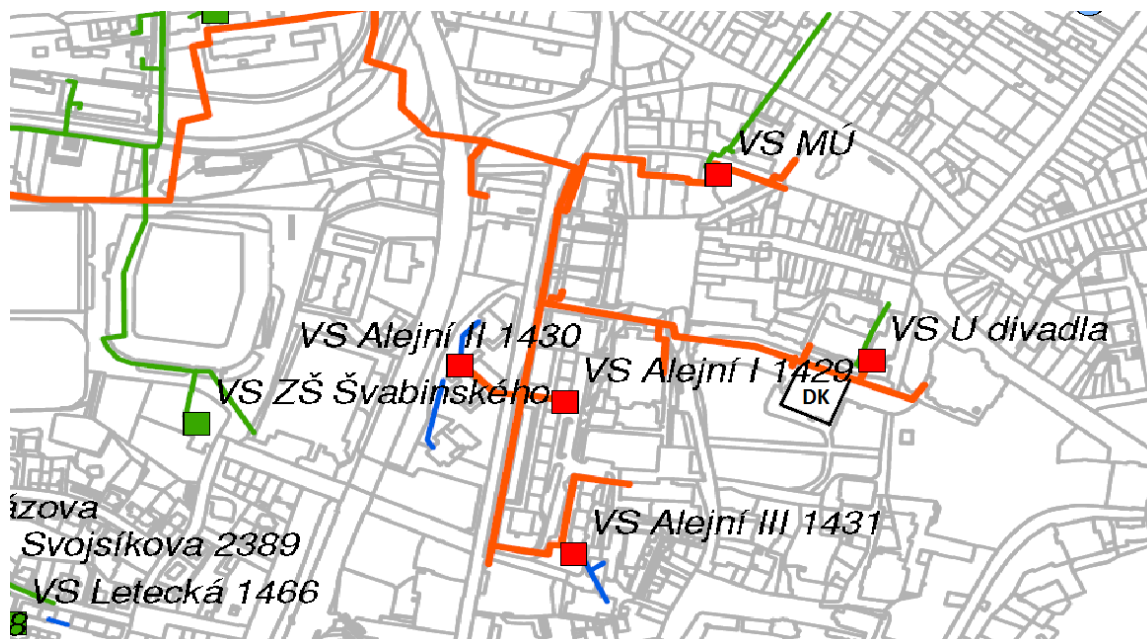
Z tohoto srovnání a pohledu je tak nejlepší možnou variantou stávající stav, tj. připojení na systém CZT. Zpracovatelé této analýzy není rovněž znám jakýkoli provozovatelem zmiňovaný plán na útlum dodávky CZT v dané oblasti ze zdroje elektrárna Ledvice, naopak tento zdroj byl nedávno rekonstruován – viz. informace dále. Uvažováno je pouze o přechodu z parovodu na horkovod.

Zachování stávajícího systému dodávky tepla je rovněž v souladu s doporučeními v Územní energetické koncepci Statutárního města Teplice, kde se uvádí:

„Na základě provedených výpočtů a zpracovaných analýz, doporučujeme při výběru paliv, energií a způsobů jejich užití při výrobě a dodávce tepla uplatnit následující obecný postup výběru jak u stávajících objektů, tak objektů které budou postaveny v rozvojových plochách:

Preferovat centralizovaný způsob výroby tepla před individuálním. Přednostně pro vytápění a výrobu TUV v objektech uplatňovat síťové druhy energií – teplo z CZT anebo zemního plynu. Pokud je v místě ekonomicky dostupný systém CZT, přednostně využít tento způsob dodávky tepla pro zásobování objektu. Pokud v místě není ekonomicky dostupný systém CZT, přednostně použít k vytápění zemní plyn, je-li ekonomicky dostupný. (U stávajících objektů vytvářet podmínky pro zprovoznění nevyužívaných plynových přípojek) U objektů, které nejsou napojeny na rozvod CZT nebo zemního plynu, upřednostňovat využití obnovitelných zdrojů energie před spalováním tuhých fosilních paliv, využívat zdroje s minimálními dopady na znečištění ovzduší. Spalování tuhých fosilních paliv v individuálních zdrojích je nežádoucí, pokud nejsou využity moderní zplyňovací kotle. Využívat solární energii, a to jak formou pasivní (orientace objektu vzhledem ke světovým stranám a využití pasivních prvků při architektonickém návrhu budovy), tak i aktivní formou – instalací solárních panelů (nejlépe integrovaných do střechy objektu). Jako podklad pro rozhodování slouží grafické přílohy této koncepce, které zobrazují stav jednotlivých energetických infrastruktur na území města - oblasti s primárním využitím CZT (příloha č. 3). následující obrázek a zemního plynu (příloha č. 2) a dále také trasy vedení a zařízení elektrické sítě (příloha č. 1).“

Obrázek 14 - Schéma rozvodů tepla, oranžově jsou vyznačeny stávající parovody (příl. 3 ÚEK)



Zdroj:[Územní energetická koncepce Statutárního města Teplice]

Obrázek 15 - Rozvod ZP v okolí obj. Domu kultury (DK), červeně STL, zeleně NTL



Informace o stávajícím zdroji tepla – elektrárna Ledvice

Samotná elektrárna byla uvedena do provozu v letech 1966 - 1969 (výstavba byla zahájena roku 1962) a měla celkový výkon 640 MW. V rámci útlumového programu byl v 90. letech 20. století postupně zastaven provoz některých bloků. Tři bloky, s jejichž provozem se počítá i nadále, prošly rozsáhlými úpravami s cílem ještě více snížit dopad výroby elektřiny na životní prostředí. K blokům č. 2 a 3 bylo přistavěno odsiřovací zařízení. V letech 1992–1994 byly u 110 MW bloků č. 2 a 3 vyměněny turbíny, které nyní umožňují dodávku tepla z každého bloku v objemu 170 MW. Odběr dalších 44 MW tepelných umožňuje také turbína bloku č. 4. Turbíny dodala Škoda Plzeň. Bloky č. 2 a 3 byly vybaveny také dalšími zařízeními: moderním řídicím systémem Westinghouse, emise oxidů dusíku se snižují pomocí primárních opatření při spalování, úplně byly rekonstruovány elektroodlučovače. Díky odsíření se dnes pohybují emise popílku kolem 15 mg/Nm³. V roce 1995 byl nainstalován nový vyhodnocovací systém měření koncentrací znečišťujících látek ve spalínách.

Elektrárna Ledvice kromě výroby elektrické energie zajišťuje i dodávky tepla pro odběratele v nejbližším okolí - ČEZ Teplárenská a.s. dodává teplo pro města **Teplice** a Bílina. Společná výroba elektřiny a tepla v jednom cyklu, tzv. kogenerace, snižuje spotřebu paliva na vyrobenou jednotku energie a tím šetří i životní prostředí. Celková roční dodávka tepla odběratelům je cca 1 000 TJ (1 mil. GJ) při maximálním tepelném výkonu 150 MW. Instalovaný výkon pro dodávku tepla je 380 MW, kapacita chemické úpravy vody umožňuje dodat 270 MW do tepelných sítí. Elektrárna tedy disponuje značnou výkonovou rezervou, která umožňuje připojení dalších odběratelů (např. město Duchcov) a navýšení dodávek do stávajících lokalit. V elektrárně Ledvice se spaluje hnědé uhlí o výhřevnosti 11–13 MJ/kg z dolů Bílina. Uhlí do elektrárny dopravují pásové dopravníky ze sousední úpravy uhlí přímo do zásobníků paliva jednotlivých kotlů nebo na manipulační skládku, která má kapacitu 40 000 t a slouží jako rezerva pro případ výpadku dodávky.

Nový ledvický blok je nejmodernějším uhelným elektrárenským blokem u nás. Je to tzv. nadkritický kondenzační blok o výkonu 660 MWe s jedním přehříváním páry a devítistupňovým regeneračním ohřevem napájecí vody. Zdrojem páry je věžový granulační kotel s nadkritickými parametry páry na úrovni 600 °C / 610 °C / 28 MPa, o teplotě chladicí vody na vstupu 18,5 °C, účinnost vlastního kotle je 91,23 %. Kotel je granulační, věžové konstrukce, s přímým foukáním uhelného prášku, spaluje hnědé uhlí a má tepelný výkon cca 1 286 MWt. Konstrukce je zavěšena, protože se musí počítat s dilatací – prodloužením kotle při zahřátí. Najíždění a stabilizace kotle se děje zemním plynem. *Zdroj: [ČEZ]*

5.6 Souhrn navržených opatření

V následujících tabulkách je uvedeno přehledné shrnutí realizačních nákladů a předpokládaných úspor energie u jednotlivých posuzovaných opatření (diskontní sazba 4 %, růst ceny paliv 3 %). Možnosti instalace vlastní plynové kotelny, kogenerační jednotky, fotovoltaické elektrárny a využití budoucího zdroje chladu jako reverzního TČ pro výrobu tepla bylo provedeno na žádost zadavatele.

Tabulka 48 - Souhrn posuzovaných opatření

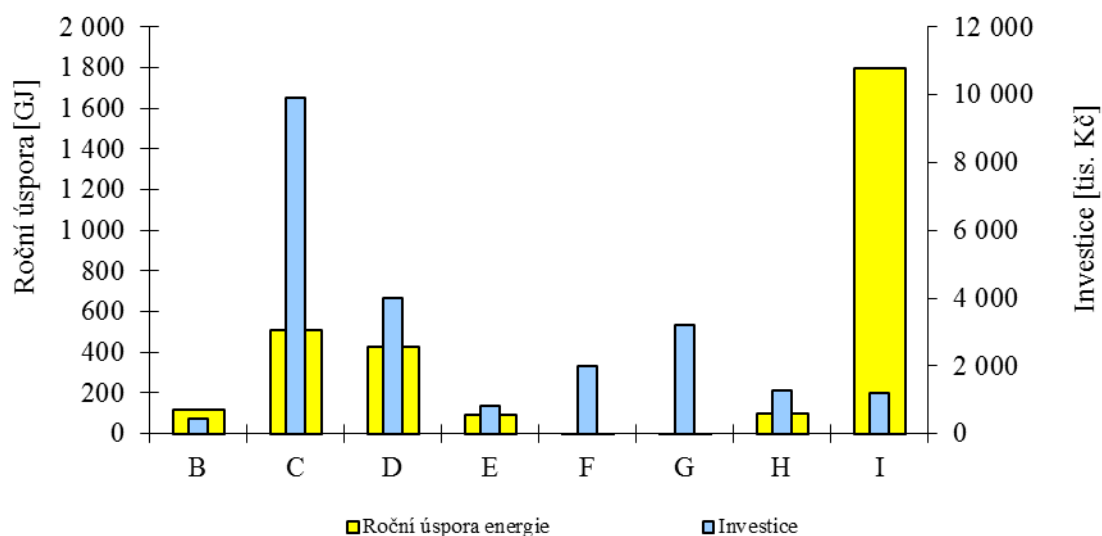
Navržené opatření	Označení	Úspora		Investice
	-	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč
Energetický management + rozšíření MaR	A			
Instalace IRC na OT, útlum OČ pro TV	B	116	48	450
Rekonstrukce VZT+chlazení	C	510	186	9 900
Zateplení obvodového pláště	D	427	169	4 000
Solární termické kolektory pro přípravu TV	E	90	52	800
Instalace plynové kotelny	F	-146	117	2 000
Instalace KGJ	G	-347	254	3 200
Instalace FVE	H	97	64	1 260
Zdroj chladu jako reverzní TČ	I	1 798	233	1 200

Pozn. Energetický management není samostatně vyčíslen

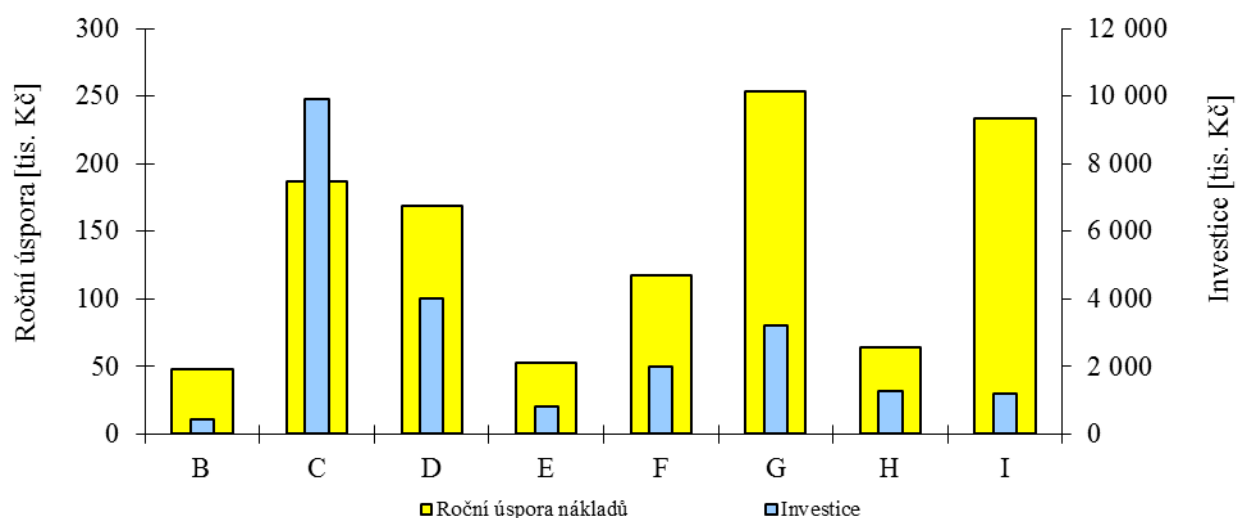
Tabulka 49 - Ekonomické vyhodnocení jednotlivých opatření

Opatření	Úspora		Investice	NPV	IRR	T _s	T _{sd}	Doba hodnocení
	GJ/rok	tis. Kč/rok	tis. Kč	tis. Kč	%	let	let	let
A								
B	116	48	450	392	11,4	9,4	11	20
C	510	186	9 900	-6 623	-5,4	53,1	>20	20
D	427	169	4 000	-1 033	1,1	23,7	>20	20
E	90	52	800	119	5,5	15,3	18	20
F	-146	117	2 000	55	4	17,1	20	20
G	-347	254	3 200	1 259	8	12,6	14	20
H	97	64	1 260	-135	3	19,7	>20	20
I	1 798	233	1 200	2 899	22	5,1	6	20

Graf 20 - Poměr investičních nákladů v tis. Kč a úspor jednotlivých opatření v GJ



Graf 21 - Poměr investičních nákladů a úspor finančních prostředků vzniklých jejich realizací



5.7 Popis okrajových podmínek

Ve výpočtu hodnoty úspory při aplikaci tohoto souboru opatření bylo uvažováno s:

- **Energetickou výchozí bilancí**, která zahrnovala roky 2015 a 2016, která byla přepočtena tzv. denostupňovou metodou na tzv. teplotní dlouhodobý průměr, tj. skutečná průměrná spotřeba tepla na vytápění byla přepočtena na hodnotu, která by odpovídala tzv. teplotně průměrnému roku za období 30-ti let. Výjimku bylo možné posouzení ekonomiky provozu kotelny na zemní plyn, kde byla jako vstupní spotřeba použita nepřepočtená spotřeba tepla.
- **S investičními náklady** odpovídajícími průměrným běžným cenám na trhu, předpokládané ceně práce, vše bez DPH. Investiční náklady nezahrnují práci vlastních zaměstnanců spojenou s určitou mírou součinnosti a administrativní náročnosti při samotné vlastní realizaci této varianty.
- **Provozní náklady** - ceny energie byly uvažovány v úrovni roku 2016 bez DPH, tj. v případě tepla 396 Kč/GJ a v případě el. energie 770 Kč/GJ (2773 Kč/MWh) resp. bez pevné konstantní složky rezervované kapacity 651 Kč/GJ (2345 Kč/MWh).
- **Provoz objektu DK** bude zachován ve stávajícím rozsahu.
- **V rámci pokračování v energetickém managementu je uvažováno s „energetickou disciplinovaností“** uživatelů budovy a správným užíváním regulačních prvků. Jde tedy o hodnotu dosažitelné úspory, jejichž dosažení závisí v nezanedbatelné míře i na chování uživatelů budovy.
- **Výše investičních nákladů** na úsporná opatření jsou přibližná a určena na základě prohlídky objektu a vycházejících z odborného odhadu na základě výsledků obdobných - již realizovaných akcí, ceníků výrobců, zkušeností. Pro přesnější určení investičních nákladů je ve většině opatření nutno provést nejprve projekt na základě kterého bude provedeno výběrové řízení na dodavatele a výsledná cena se tak může ve finále lišit.

6 ZÁVĚR, DOPORUČENÍ

Objekt Domu Kultury Teplice je svým typem a určitou rozdílností provozu v dílčích částech budovy odlišný od jiných typů objektu terciárního sektoru (školy, nemocnice, administrativní budovy atd.). Odlišnost je jednak časová, ale i požadované rozdílné podmínky na vnitřní mikroklima (teploty, výměna vzduchu) v rámci jednoho objektu. Provoz například vzduchotechnických jednotek je také nepravidelný a rozdílný a závisí na kulturním programu objektu.

Stručné shrnutí posuzovaných opatření:

1) Opatření A – energetický management (EM)

Doporučena je rozšíření evidence spotřeby energie v programu Excel i o přehledné grafické výstupy. Možnost na snížení rezervované kapacity je relativně nízká, dlouhodobý průměr ¼ h max. se pohybuje od 104-120 kW, bezpečná možnost je tak snížení RK o cca 10 kW ze současných 140 kW na 130 kW, tak aby byla zachována určitá rezerva. Toto opatření by přineslo roční úsporu cca 20 tis. Kč/rok bez DPH. V případě, že se v budoucnu přistoupí k rekonstrukci VZT a instalaci zdroje chladu (viz. opatření C), bude naopak potřeba současnou hodnotu rezervované kapacity zvýšit a to až na hodnotu 210 kW. Doporučeno je rovněž osadit samostatný vodoměr pro přípravu teplé vody a kalorimetr pro určení množství tepla na její přípravu. Dále je doporučeno instalovat vodoměr pro zjištění množství vody čerpané ze záchytných studní podzemní vody.

2) Opatření B – Instalace IRC na OT a útlumy provozu oběhového čerpadla pro přípravu TV

S ohledem na uvedený rozdílný provoz různých částí objektu a nemožnost zohlednění tohoto různorodého provozu v rámci výměňkové stanice, resp. pouze dvou otopné větví, a nemožnost přesnějšího zachycení rozdílnosti provozu samostatnou regulací chybějící řady otopných větví tak jako v jiných objektech (např. i v objektu Krušnohorského divadla), je možností, jak přesně regulovat teploty v jednotlivých prostorech systémem IRC (Individual room control). Očekávaná předpokládaná úspora je minimálně 5-6 % spotřeby tepla na ÚT ve srovnání se stávajícím stavem (obyčejné termohlavice na otopných tělesech, které není možné regulovat v čase). S tímto opatřením souvisí i instalace moderních oběhových čerpadel s frekvenčními měniči otopné vody ve VS. Druhou součástí opatření je výměna oběhové čerpadla na cirkulaci otopné vody za nové s možností nastavení teplotních a časových útlumů v nočních hodinách a s možností hlídání minimální nastavené teploty cirkulující teplé vody. Toto opatření jako celek, je z ekonomického, ale i provozního pohledu nejnadějnější a relativně málo investičně nákladné (IN = 450 tis. Kč, úspora cca 48 tis. Kč, vše bez DPH).

3) Opatření C – Rekonstrukce VZT+chlazení

Dané opatření je investičně velmi nákladné a nemá ekonomickou návratnost z pohledu snížené spotřeby tepla (úspory tepla) a snížené spotřeby el. energie na pohony (ventilátory). Jedná se především o opatření o kterém provozovatel již dříve také uvažoval a to z pohledu obnovy zařízení, kde původní vzduchotechnické jednotky KDK je obtížné udržovat v provozu z důvodu nedostatku náhradních dílů. Některé VZT jednotky obsahují i chladicí výměník pro možnost chlazení vzduchu v letních měsících, avšak zdroj chladu je již dlouhou řadu let mimo provoz. V opatření je tak navržena obnova VZT zařízení při využití moderních VZT jednotek s rekuperací tepla a částečně i chladu, vč. zprovoznění systému chlazení, tj. pořízení nového zdroje chladu vč. nezbytných technických rozvodů apod. K úspoře el. energie tak celkově nedojde (naopak se mírně zvýší), úspora dosažená účinnějšími pohony ventilátorů s frekvenčními měniči, bude v součtu za rok anulována novou spotřebou el. energie pro zdroj chladu. Dojde tak jen k úspoře tepla oproti stávajícímu stavu. Opatření je přesto vhodné z důvodu ukončení životnosti stávajícího zařízení, nicméně nelze na tuto investici pohlížet jako návratnou z pohledu úspory energie, ale jako na investici zabezpečující zvýšení komfortu a zlepšení vnitřního mikroklimatu v objektu (IN = 9900 tis. Kč, úspora cca 186 tis. Kč/rok, vše bez DPH).

4) Opatření D – Zateplení obvodového pláště



Opatření je vyčísleno, nicméně s ohledem na charakter objektu se předpokládá obtížnost jeho projednání a schválení s úřadem památkové péče, protože objekt ač není přímo památkově chráněn, leží v památkové zóně města). V případě, že by bylo toto opatření povoleno, je vhodné jej spolufinancovat s Operačním programem životní prostředí (OPŽP), který poskytuje dotace na snižování energetické náročnosti budov v sektoru státních a veřejných budov. (IN = 4000 tis. Kč, úspora cca 169 tis. Kč/rok, vše bez DPH).

5) Opatření E – Solární termické kolektory pro přípravu TV

Příprava teplé vody je v letních měsících připravovaná el. akumulacími ohřivači, které by v letním období 100% nahrazeny solárním systémem a který by i sloužil i k předehřevu teplé vody v topné sezóně, kdy je nyní k přípravě TV využíváno teplo z CZT. V případě povolení instalace konstrukce se solárními termickými kolektory na střechu objektu s orientací na jih, je vhodné rovněž toto opatření spolufinancovat s operačním programem životní prostředí (OPŽP), který poskytuje dotace i na obnovitelné zdroje energie v sektoru státních a veřejných budov. (IN = 800 tis. Kč, úspora cca 52 tis. Kč/rok, vše bez DPH).

6) Opatření F – Instalace plynové kotelny

Do daného objektu není přiveden zemní plyn, což toto teoreticky možné opatření prodražuje. Předpokládané IN jsou ve výši 2 000 000 Kč bez DPH, prostá doba návratnosti této investice cca 17 let.

7) Opatření G – Instalace kogenerační jednotky

Dané opatření je závislé na čerpání podpory vypisované ERÚ (tzv. podpora KVET). V případě vypsání podpory KVET i pro nové kogenerační zdroje ve výši stávajících KGJ, je při IN ve výši 3,2 mil. Kč prostá doba návratnosti cca 13 let.

8) Opatření H – Instalace FVE (fólie)

Vzhledem k informacím o nedostatečné únosnosti střechy byla posouzena možnost instalace fotovoltaického systému pomocí fotovoltaických fólií. Uvažováno je však s instalací 30 kW_p, což odpovídá ploše 630 m². Očekávatelná roční výroba el. energie je $30 \text{ kW}_p \cdot 900 \text{ kWh/kW}_p = 27\,000 \text{ kWh} = 27 \text{ MWh}$ el. energie. Předpokládané IN jsou 42 tis. Kč/1kW_p, tj. celkem 1260 tis. Kč, prostá doba návratnosti 19,7 let.

9) Opatření I – Využití nového zdroje chladu jako reverzního tepelného čerpadla pro produkci tepla

Investiční náklady jsou dále uvažovány pouze jako rozdíl IN pro pořízení samotného zdroje chladu o chl. výkonu 200 kW, který bude dle záměru provozovatele instalován v každém případě a zdroje chladu s možností funkce tepelného čerpadla o topném výkonu shodném jako chl. výkonu tj. 200 kW, což toto opatření zvyhodňuje oproti jiným opatřením. Pokud by nebyl realizován zdroj chladu pro letní provoz, bylo nutno uvažovat plnou celkovou hodnotu investice na tento zdroj. Tento celkový rozdíl v IN je předpokládán ve výši 1,2 mil. Kč, potom prostá doba návratnosti je přes 5 let.