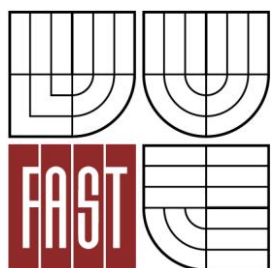




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ KRASOBRUSLAŘSKÉ HALY

ENERGY EVALUATION OF THE FIGURE SKATING HALL

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. PAVLÍNA ŠICOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LUCIE VENDLOVÁ, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Pavlína Šicová
Název	Energetické hodnocení krasobruslařské haly
Vedoucí diplomové práce	Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Technické řešení vybrané varianty

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce obsahuje zpracování energetického auditu krasobruslařské haly. V první části jsem se zabývala analýzou tématu, normovými a právními předpisy týkajícími se zadaného tématu, aktuálními technickými, teoretickými a experimentálními řešeními v praxi. V další části jsem zpracovala energetický audit hodnocené budovy, včetně jeho povinných příloh. V poslední části jsem prezentovala výsledky měření v hodnoceném objektu.

PREFACE

The diploma thesis contains an energy audit of the figure skating hall. In the first part I focused on the analysis of the topic, fire regulations and laws relating to given theme, recent technical, theoretical and experimental solutions in practice. In the next part, I compiled the of building energy audit of building, including its mandatory annexes. In the last part, I presented the results of measurements in the evaluated object.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetické hodnocení, energetický audit, potřeba energie, spotřeba energie, návrh opatření, návrh variant, ekonomické vyhodnocení, energetické vyhodnocení, ekologické vyhodnocení, měření průběhů teplot.

KEY WORDS

Energy evaluation, energy audit, energy demand, energy consumption, draft of the measures, design alternatives, economic evaluation, energy evaluation, environmental evaluation, measurement of temperature trends.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Pavlína Šicová *Energetické hodnocení krasobruslařské haly*. Brno, 2015. 187 s., 1 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Vendlová, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2015

.....

podpis autora

Bc. Pavlína Šicová

PODĚKOVÁNÍ:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat především vedoucí své diplomové práce, Ing. Lucii Vendlové, Ph.D., za její odbornou pomoc, trpělivost a cenné rady, které mi pomohly při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji svému manželovi a mamince za jejich pomoc a podporu při studiu a při následném zpracování závěrečných prací.

OBSAH

ÚVOD	12
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	13
1. ÚVOD.....	14
1.1 CÍLE PRÁCE	14
1.2 METODY ŘEŠENÍ	14
2. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ.....	15
2.1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU	15
2.2 NORMOVÉ A PRÁVNÍ PŘEDPISY.....	16
2.2.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY.....	16
2.2.2 NORMOVÉ PODKLADY.....	19
2.3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI	22
2.3.1 ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ BUDOVY	23
2.3.2 TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOV	24
2.3.3 ZDROJE VYUŽÍVAJÍCÍ ENERGII Z OBNOVITELNÝCH A ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE .	25
2.4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ	26
2.4.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA U [W/m^2K]	26
2.4.2 MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA A VĚTRÁNÍM H [W/K]	28
2.4.3 TEPELNÁ ZTRÁTA Q_{ZTR} [W]	28
2.4.4 TEPELNÉ ZISKY Q_{ZISK} [W]	29
2.4.5 POTŘEBA A SPOTŘEBA ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ	33
2.4.6 POTŘEBA A SPOTŘEBA ENERGIE NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	34
2.4.7 SPOTŘEBA ENERGIE NA VĚTRÁNÍ	35
2.4.8 SPOTŘEBA ENERGIE NA OSVĚTLENÍ A SPOTŘEBIČE.....	35
2.5 EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ	36
2.6 ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ	37
B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – ENERGETICKÝ AUDIT	38
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	40
1.1 VLASTNÍK PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU.....	40
1.2 PROVOZOVATEL PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	40
1.3 PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	40
1.4 ZPRACOVATEL ENERGETICKÉHO AUDITU	40
2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	41
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU EA.....	41
2.1.1 CHARAKTERISTIKA HLAVNÍCH ČINNOSTÍ.....	41

2.1.2	POPIS TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	42
2.1.3	SITUAČNÍ PLÁN.....	44
2.2	SOUPIS ZÁKLADNÍCH ÚDAJŮ O ENERGETICKÝCH VSTUPECH	45
2.2.1	CENY ENERGIÍ ZA ROK 2013	48
2.3	VLASTNÍ ZDROJ ENERGIE	49
2.3.1	POPIS ZDROJŮ.....	49
2.3.2	A) ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ UKAZATELE VLASTNÍHO ZDROJE ENERGIE	52
2.3.3	B) ROČNÍ BILANCE VÝROBY Z VLASTNÍHO ZDROJE ENERGIE	52
2.4	ROZVODY ENERGIE	53
2.4.1	ROZVODY TEPLA A CHLADU	53
2.4.2	SCHÉMATA ENERGETICKÝCH ROZVODŮ	54
2.5	ÚDAJE O VÝZNAMNÝCH ENERGETICKÝCH SPOTŘEBÍČÍCH.....	55
2.6	ÚDAJE O TEPELNĚ-TECHNICKÝCH VLASTNOSTECH BUDOVY	56
2.7	ÚDAJE O SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ PODLE ČSN EN ISO 5001	62
3.	VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	63
3.1	VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE.....	63
3.1.1	VE ZDROJÍCH ENERGIE.....	63
3.1.2	V ROZVODECH TEPLA A CHLADU.....	65
3.1.3	VE VÝZNAMNÝCH SPOTŘEBÍČÍCH ENERGIE	67
3.2	VYHODNOCENÍ TEPELNĚ-TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ.....	68
3.2.1	ROZDĚLENÍ OBJEKTU DO ZÓN	68
3.2.2	VYHODNOCENÍ SOUČINITELŮ PROSTUPŮ TEPLA KONSTRUKCÍ.....	71
3.2.3	VYHODNOCENÍ PRŮMĚRNÉHO SOUČinitele PROSTUPU TEPLA	72
3.2.4	VYHODNOCENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT STÁVAJÍCÍHO STAVU OBJEKTU	76
3.2.5	VYHODNOCENÍ ZISKŮ Z OSLUNĚNÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU OBJEKTU	77
3.3	VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ.....	78
3.3.1	STANOVENÍ POTŘEBY A SPOTŘEBY ENERGIE PRO VÝROBU TEPLA.....	79
3.3.2	STANOVENÍ POTŘEBY A SPOTŘEBY ENERGIE PRO VÝROBU CHLADU	82
3.3.3	STANOVENÍ POTŘEBY A SPOTŘEBY ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY.....	84
3.3.4	STANOVENÍ SPOTŘEBY ENERGIE PRO PROVOZ VZDUCHOTECHNICKÝCH SYSTÉMŮ	85
3.3.5	STANOVENÍ SPOTŘEBY ENERGIE PRO OSVĚTLENÍ	85
3.4	CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE.....	85
4.	NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE	87
4.1	INSTALACE PLYNOVÝCH KOTLŮ	88
4.2	PŘIPOJENÍ K CZT	91
4.3	INSTALACE ABSORPČNÍHO TEPELNÉHO ČERPADLA VZDUCH-VODA	92
4.4	INSTALACE FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ	96
4.5	INSTALACE KOGENERAČNÍ JEDNOTKY	96
4.6	ZATEPLENÍ OBVODOVÝCH STĚN PROVOZNÍ ČÁSTI A PŘÍSTAVBY.....	99

4.7	ZATEPLENÍ STŘECHY PROVOZNÍ ČÁSTI	100
4.8	VÝMĚNA OTVOROVÝCH VÝPLNÍ V PROVOZNÍ ČÁSTI	102
5.	VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	103
5.1	NAVRHOVANÉ VARIANTY	103
5.1.1	VARIANTA 1	103
5.1.2	VARIANTA 2	103
5.1.3	VARIANTA 3	104
5.1.4	VARIANTA 4	104
5.1.5	VARIANTA 5	105
5.1.6	VARIANTA 6	105
5.1.7	VARIANTA 7	105
5.1.8	VARIANTA 8	106
5.1.9	VARIANTA 9	106
5.1.10	VARIANTA 10	106
5.2	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	107
5.2.1	VÝSLEDKY EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ.....	108
5.2.2	VÝSLEDKY EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ – ZOBRAZENÍ V GRAFECH	111
5.3	EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	121
5.4	CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE NAVRŽENÝCH VARIANT	126
6.	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	138
6.1	NA ZÁKLADĚ EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ.....	138
6.2	PODLE KRITÉRIÍ DOTAČNÍCH PROGRAMŮ	138
7.	DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	139
7.1	POPIS OPTIMÁLNÍ VARIANTY	139
7.2	ROČNÍ ÚSPORY	141
7.3	NÁKLADY NA REALIZACI	142
7.4	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY	143
7.5	ENERGETICKÁ BILANCE	144
7.6	EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYJÁDŘENÍ	151
7.7	NÁVRH VHODNÉ KONCEPCE SYSTÉMU MANAGEMENTU A HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ	152
7.8	POPIS OKRAJOVÝCH PODMÍNEK.....	153
8.	SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ	154
9.	EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	156
C.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	160
1.	EXPERIMENT	161

1.1	POPIS EXPERIMENTU.....	161
1.1.1	PODMÍNKY MĚŘENÍ.....	161
1.1.2	PRŮBĚH MĚŘENÍ.....	162
1.2	ZÁVĚR Z MĚŘENÍ.....	173
ZÁVĚR		174
POUŽITÉ ZDROJE		175
SEZNAM OBRÁZKŮ		176
SEZNAM TABULEK		177
SEZNAM GRAFŮ		183
SEZNAM ZKRATEK		185

ÚVOD

V současnosti dochází ke stálému zvyšování nároků na budovy z hlediska jejich energetického hodnocení. Ve své diplomové práci se zabývám objektem krasobruslařské haly nacházející se v Brně. S ohledem na způsob provozu objektu a efektivitu využití energie, se provoz objektu z hlediska provozovatele jeví jako ekonomicky a ekologicky neúnosný, proto ve své práci navrhuji varianty realizovatelných opatření, které by napomohly ke zlepšení současného stavu z hlediska financování provozu objektu i komfortu jeho užívání. Jako způsob hodnocení jsem zvolila energetický audit.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1. ÚVOD

Stálým zvyšováním cen a spotřeb energií rostou požadavky na energetickou náročnost jak staveb nově vznikajících, tak i u rekonstrukcí staveb stávajících. Energetické hodnocení staveb se tímto stává stále více diskutovaným tématem a nároky na jeho provádění se zpřísňují. Dále dochází k povinnému zhodnocování stavu energetické náročnosti stávajících objektů a k navrhování opatření a alternativních řešení pro zlepšení energetické, ekonomické a ekologické náročnosti.

1.1 Cíle práce

Práce je členěna do tří částí. Teoretické, kde se věnuji popisu teoretických, experimentálních řešení a řešení využívajících výpočetní techniku. V další části koncepčního řešení aplikuji dané téma na konkrétním zadaném objektu, součástí je návrh a posouzení opatření snižujících energetickou, ekonomickou a ekologickou zátěž způsobovanou hodnoceným objektem, včetně výběru nejvhodnější kombinace navrhovaných opatření. Poslední částí je technické či experimentální řešení, kde prezentuji výsledky z měření provedeného v objektu a jeho vyhodnocení.

1.2 Metody řešení

Jako metodu řešení zadaného tématu jsem zvolila provedení energetického hodnocení objektu formou energetického auditu, zpracovaného dle vyhlášky č. 480/2012 o energetickém auditu a posudku. Pro zpracování používám vlastní výpočty v porovnání s komerčně dostupným software a porovnání bilančních výpočtů se skutečnými hodnotami spotřeb energií dle fakturačních podkladů získaných od provozovatele objektu. V energetickém auditu se zabývám návrhem vhodných opatření a jejich kombinacemi, přičemž výběr nejvhodnější varianty je zvolen s ohledem na příslušné orgány státní správy mající právo se k navrhovaným změnám vyjadřovat.

2. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ

2.1 Analýza zadaného tématu

Zadaným tématem je energetické hodnocení staveb. V současnosti dochází ke zvyšování požadavků na tepelně-technické vlastnosti staveb i na kvalitu a především účinnost technických zařízení sloužících pro vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, přípravu teplé vody a osvětlení staveb.

V minulosti obytné budovy spotřebovávaly největší množství energie pro vytápění a přípravu teplé vody, v současnosti roste spotřeba elektrické energie pro technologická zařízení používaná v domácnostech a u novostaveb obytných budov již začíná převyšovat spotřebu energie pro vytápění a přípravu teplé vody. U spotřebičů i budov již dlouhou dobu funguje řazení do tříd energetické náročnosti.

Pro výrobu energie spotřebovávané v budovách, ať už tepelné či elektrické, jsou stále ve valné míře používána fosilní paliva. Vzhledem k tomu, že jejich zásoby jsou omezené a při jejich zpracování dochází k uvolňování tzv. skleníkových plynů do atmosféry, jsou snahy omezit jejich užívání a ve větší míře se zaměřit na využití obnovitelných zdrojů energie. V současnosti je v rámci Evropské unie cca 6,4 % energie vyráběno z obnovitelných zdrojů energie, z toho tvoří převážnou část biomasa a odpady.

V celé Evropské unii se snižování energetické náročnosti staveb dostalo za poslední desetiletí do popředí. V České republice je energetické hodnocení budov zakotveno v zákoně 406/2000 Sb. o hospodaření s energií.

2.2 Normové a právní předpisy

2.2.1 Právní předpisy

Zavádění směrnice 2010/31/EC o energetické náročnosti budov v České republice se dostalo do své závěrečné fáze. Od 1. 1. 2013 je účinná změna zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve smyslu změnového znění pod č. 318/2012 Sb., která výrazně změnila a upřesnila stávající pohled na problematiku hospodaření s energií. Zákon řeší především následující oblasti a stanovuje některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie; požadavky na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, požadavky na uvádění spotřeby energie a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích výrobků spojených se spotřebou energie, požadavky na informování a vzdělávání v oblasti úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů. [1]

Základním právním přepisem týkajícím se energetického hodnocení je výše zmíněný zákon 406/2000 Sb. v aktuálním znění č. 318/2012 Sb. tato novela vymezuje pojmy:

- Energetická koncepce.
- Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie.
- Některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie.
- Správní delikty přečinů proti rozhodnutí tohoto zákona.

Ve své práci se zabývám energetickým auditem, proto zde uvádím požadavky tohoto zákona, co se energetických auditů týká:

Stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastník budovy nebo energetického hospodářství jsou povinni zpracovat pro budovu nebo energetické hospodářství energetický audit v případě, že

- a) budova nebo energetické hospodářství mají celkovou průměrnou roční spotřebu energie za poslední dva kalendářní roky vyšší, než je hodnota spotřeby energie stanovená prováděcím právním předpisem,
- b) u větší změny dokončené budovy nejsou splněny požadavky na energetickou náročnost budovy podle § 7 odst. 5 písm. f).

(2) Energetický audit platí do provedení větší změny dokončené budovy nebo energetického hospodářství, pro které byl zpracován, a musí

- a) být zpracován pouze 1. příslušným energetickým specialistou podle § 10 odst. 1 písm. a), nebo 2. osobou usazenou v jiném členském státě Unie, pokud je oprávněna k výkonu uvedené činnosti podle právních předpisů jiného členského státu Unie; ministerstvo je uznávacím orgánem podle zvláštního právního předpisu 5a),
- b) být zpracován objektivně, pravdivě a úplně.

(3) Další povinnosti stavebníka, společenství vlastníků jednotek nebo vlastníka budovy nebo energetického hospodářství v případě, že pro ně nastala povinnost zpracovat audit podle odstavce 1, jsou

- a) předložit na vyžádání energetický audit ministerstvu nebo Státní energetické inspekci,
- b) splnit opatření nebo část opatření vyplývající z energetického auditu ve lhůtě stanovené v rozhodnutí Státní energetické inspekce v případě, že se jedná o organizační složky státu, krajů a obcí a příspěvkové organizace,
- c) oznámit ministerstvu provedení energetického auditu osobou podle odstavce 2 písm. a) bodu 2 a předložit ministerstvu kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Unie.

(4) Povinnost zpracovat energetický audit se nevztahuje na

- a) stávající energetické hospodářství v případě, že zařízení na výrobu elektřiny a tepelné energie, na přenos elektřiny a distribuci elektřiny a na rozvod tepelné energie odpovídá požadavkům na účinnost užití energie podle prováděcího právního předpisu,
- b) dokončené budovy, jejichž měrná spotřeba tepla při vytápění odpovídá požadavkům stanoveným prováděcím právním předpisem.

(5) Obsah a způsob zpracování energetického auditu a jeho rozsah stanoví prováděcí právní předpis. [2]

Právním předpisem stanovujícím náležitosti energetického auditu je vyhláška č. 480/2012. Tato vyhláška stanoví:

- Rozsah energetického auditu.
- Způsob zpracování jednotlivých částí.
- Způsob ekonomického a ekologického vyhodnocení energetického auditu.
- Vzhled evidenčního listu energetického auditu.

Právním předpisem týkajícím se hodnocení energetické náročnosti je vyhláška č. 78/2013 o energetické náročnosti budov. Tato vyhláška stanoví:

- Nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost nových a u změn stávajících budov a budov s téměř nulovou spotřebou energie.
- Metodu výpočtu energetické náročnosti budovy.
- Vzor pro posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie.
- Vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy.
- Vzor a obsah průkazu energetické náročnosti budovy a způsob jeho zpracování.
- Umístění průkazu v budově.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vycházející podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Úloze, číslo:

PSČ, místo:

Typ budovy:

Plocha obálky budovy: m²

Objemový faktor tvaru A/V: m³/m²

Energeticky vztáhná plocha: m²

FOTO

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)			
Mimořádně úsporná A			
Velmi úsporná B			
Úsporná C			
Snížena úsporná D			
Středně úsporná E			
Velmi neúsporná F			
Mimořádně neúsporná G			

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanoveno
Vnější stěny:	☐
Okna a dveře:	☐
Střešní:	☐
Podlahy:	☐
Vytápění:	☐
Chlazení/klimatizaci:	☐
Větrání:	☐
Přípravu teplé vody:	☐
Osvětlení:	☐
Jiné:	☐

Přesně specifikujte, jak a proč se opatření realizují, a vypočítejte jejich dopad na energetickou náročnost budovy.

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	U _{em} W/(m ² ·K)	vytápění	chlazení	větrání	Upravená vstava	Teplá voda	Osvětlení
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

Zpracovatel:

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne:

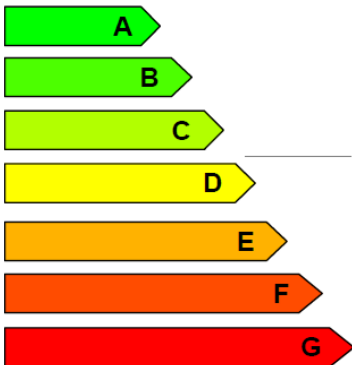
Podpis:

Obrázek 1: Průkaz energetické náročnosti budovy

[3]

2.2.2 Normové podklady

- Jednou ze základních norem týkajících se daného tématu je ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Tato norma stanovuje tepelně technické požadavky pro navrhování nových staveb a hodnocení staveb stávajících, případně jejich změn, ověřování stavu vnitřního prostředí při užívání staveb. V normě jsou uvedeny požadované a doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, jejichž dodržení je až na výjimky závazné. Jedním z předmětů řešení této normy je energetický štítek obálky budovy a současně stanovení průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} a na jeho základě zařazení klasifikačního ukazatele CI. Dále řeší výpočetní postupy a algoritmy pro určování jednotlivých parametrů.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK						
OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení				Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy				budovy		
Celková podlahová plocha $A_{\text{c}} = \text{m}^2$				stávající	doporučení	
CI Velmi úsporná  Mimořádně nehošpotárná						
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{en} ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $U_{\text{en}} = H_{\text{tr}} / A$						
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{\text{en,R}}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$						
Klasifikační ukazatele CI a jím odpovídající hodnoty U_{en} (po provedení doporučených opatření)						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{en}						
Platnost štítku do			Datum:			
Štítek vypracoval			Jméno a příjmení			

Obrázek 2: Energetický štítek obálky budovy

[4]

- ČSN EN ISO 13 790 – Výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení. Tato norma obsahuje informace a popisy výpočtových algoritmů pro stanovení potřeby energie pro vytápění a chlazení. Jedná se o normu mezinárodní a lze ji použít i v odlišných klimatických podmínkách.
- ČSN EN 15316 – Tepelné soustavy v budovách. Stanovuje výpočtové metody pro stanovení energetických potřeb a účinností soustav.
- ČSN EN 15665 – Větrání budov. Stanovuje výkonová kritéria pro větrací systémy obytných budov.
- ČSN EN 15241 – Větrání budov. Stanovuje výpočtové metody pro stanovení energetických ztrát způsobených větráním a infiltrací v komerčních budovách.
- ČSN EN 15193 – Energetické požadavky na osvětlení.
- ČSN EN 15459 – Energetická náročnost budov. Postupy pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách.

- ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách. Příprava teplé vody, stanovení potřeby energie pro přípravu teplé vody.
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor.
- ČSN EN ISO 14683 – Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích.
- ČSN EN ISO 13370 – Tepelné chování budov. Přenos tepla zeminou.
- TNI 73 0331 – Energetická náročnost budov. Typické hodnoty pro výpočet.
- TNI 73 0330 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – bytové domy.
- TNI 73 0329 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – rodinné domy.

2.3 Aktuální technická řešení v praxi

V současné době jsou používány tyto dokumenty energetického hodnocení budov:

- Energetický audit – energetickým auditem se rozumí písemná zpráva obsahující informace o stávající nebo předpokládané úrovni využívání energie v budovách, v energetickém hospodářství, v průmyslovém postupu a energetických službách s popisem a stanovením technicky, ekologicky a ekonomicky efektivních návrhů na zvýšení úspor energie nebo zvýšení energetické účinnosti včetně doporučení k realizaci. [2]
- Energetický posudek – energetickým posudkem se rozumí písemná zpráva obsahující informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení. [2]
- Průkaz energetické náročnosti budovy - průkazem energetické náročnosti se rozumí dokument, který obsahuje stanovené informace o energetické náročnosti budovy nebo ucelené části budovy. [2]
- Energetický štítek – energetickým štítkem se rozumí dokument, kterým se dokládá splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy. [2]

V rámci energetického hodnocení budovy je jedním ze závěrů navržené opatření pro snížení energetické, ekonomické a ekologické zátěže způsobené provozem stavby.

Jako opatření se obvykle navrhuji:

- Zateplení obvodového pláště budovy.
- V rámci technických systémů budovy výměna, oprava či rekonstrukce zdrojů a rozvodů pro vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, přípravu teplé vody a osvětlení.
- Provoz výše uvedených systémů a jejich obsluha.
- Instalace nových zdrojů energie využívajících energii z obnovitelných či alternativních zdrojů energie.

2.3.1 Zateplení obvodového pláště budovy

U valné většiny objektů starších 15 – 20 let docházíme k závěru, že tepelně-technický stav obálkových konstrukcí budovy neodpovídá současným požadavkům. Při rekonstrukcích a stavebních úpravách objektu je dle zákona 406/2000 Sb. nutno splnit požadavky na celkovou energetickou úroveň stavby nebo alespoň dodržet předepsané hodnoty na jednotlivých měněných konstrukcích.

Nejběžnějším zateplením obvodového pláště budovy je zateplení obvodových stěn objektu, výměna otvorových výplní, zateplení stropu k nevytápěné půdě, zateplení střechy, zateplení podlahy k suterénu. U objektů, u nichž je ohraničující konstrukcí podlaha přiléhající k zemině, bývá zateplení této podlahy často problematické, proto se od něj v případech, kdy není nutné do podlahy zasahovat i z jiných důvodů, upouští.

Pro zateplení se používají tepelně izolační materiály s nízkými hodnotami součinitele tepelné vodivosti materiálu. Používají se kontaktní zateplovací systémy a systémy provětrávaných fasád. Mezi nejběžněji používané zateplovací materiály patří pěnový polystyren, minerální vlna, minerální vaty, stříkané izolace. Při výměně otvorových výplní dochází k nahrazení původních, obvykle dřevěných či kovových otvorových výplní s jednoduchým či dvojitým prosklením, novými plastovými, dřevěnými či hliníkovými otvorovými výplněmi s izolačním dvojsklem či trojsklem a s několika komorovými rámy.

Technologií, systémů a materiálů používaných v praxi je v dnešní době spousta. Důležité je však i samostatné provedení, při němž je nutno dbát na eliminaci teplených mostů a míst s rizikem výskytu kondenzace v konstrukci, protože oba tyto jevy vedou ke znepríjemnění pobytu ve vnitřním prostředí stavby.

Provedením zateplení konstrukcí ohraničujících vytápěnou zónu objektu je možné dosáhnout úspor okolo 50 % na spotřebě energie pro vytápění. Hodnota úspor klesá s klesajícím množstvím zateplováných konstrukcí.

2.3.2 Technické systémy budov

U starších obytných, občanských výrobních objektů se často setkáváme s technickými systémy v nevyhovujícím stavu. Zdroje energií jsou ve valné většině již s prošlou technicko-ekonomickou životností nebo na její hranici a bez pravidelné údržby. Rozvodům chybí tepelná izolace nebo je místy poškozená. Starší systémy často bývají s nefunkční regulací nebo úplně bez regulace.

V rámci energetického hodnocení jsou navržena opatření týkající se výměny či úprav distribučních elementů, rozvodů, armatur regulace a zdrojů. Mezi jedno z nejčastěji používaných opatření patří výměna zdroje tepla. Staré kotle, ať plynové či kotle na tuhá paliva, bývají nahrazovány novými s vyšší účinností.

Příklady navrhovaných opatření:

- Výměna stávajícího zdroje tepla za nový. Použití nízkoteplotního či kondenzačního plynového kotle, použití kotle na pelety s dopravníkem a zásobníkem, instalace zplyňovacích kotlů na dřevo, brikety či pelety. U zdrojů na tuhá paliva je vhodné instalovat akumulční nádrž. Vhodné je použití zdroje tepla pro vytápění i pro přípravu teplé vody. Moderní kotle na tuhá paliva lze používat i v letním období pro přípravu teplé vody nebo zvolit vhodnou kombinaci s dalším zdrojem pro přípravu teplé vody v létě, například se solárními kolektory.
- Opatření na systémech vzduchotechniky obvykle u starších systémů spočívají v kompletním nahrazení systému novými, často i s provedením nových potrubních rozvodů či izolací nebo s opravou rozvodů stávajících. V současné době je převážná většina vzduchotechnických jednotek opatřena rekuperačními výměníky.
- V rámci chlazení je možné navrhovat rekonstrukci stávajících zdrojů chladu nebo jejich obnovu. Je vhodné zvážit akumulaci chladu, využití volného chlazení či využití odpadního tepla pro výrobu chladu.
- Pro úpravu rozvodů je nutné nejprve zhodnotit jejich technický stav. V některých případech je vhodné celou soustavu vyměnit. Pokud jsou rozvody v dobrém

technickém stavu je možnost provést jejich zaizolování. Při provádění izolace na rozvodech je nutné provést izolace i všech armatur.

- V rámci osvětlení se v současnosti doporučuje nahradit stávající žárovkové a zářivkové zdroje LED zdroji. Tyto zdroje mají oproti klasickým žárovkovým zdrojům menší příkon, srovnatelnou svítivost a delší životnost. Na druhou stranu jsou ceny LED žárovek násobně vyšší. Je vhodné provést studii osvětlení v níž se zobrazí doba svícení v jednotlivých prostorách a následně vyhodnotit návratnost investice do výměny světelných zdrojů.

2.3.3 Zdroje využívající energii z obnovitelných a alternativních zdrojů energie

V současnosti jsou stávající zdroje často nahrazovány novými zdroji využívajícími energii z obnovitelných či alternativních zdrojů. Na tyto zdroje jsou při splnění předepsaných podmínek možnosti čerpání dotací z dotačních programů. Používají se solární kolektory pro přípravu teplé vody, solární panely pro výrobu elektrické energie, kterou je možné použít pro vlastní potřebu objektu nebo prodávat do sítě. Další možností je využití tepelných čerpadel typů vzduch-voda, země-voda, vzduch-vzduch. Tepelná čerpadla mohou být kompresorová či absorpční. Absorpční plynová tepelná čerpadla mají oproti kompresorovým elektrickým nižší topný faktor, jejich provoz je ale levnější než provoz plynových kotlů. U větších provozů se dají použít kogenerační jednotky. Kogenerační jednotka je zařízení sloužící ke společné výrobě tepla a elektrické energie. Jako palivo se do kogeneračních jednotek používá zemní plyn, bioplyn, skládkový plyn a jiná alternativní paliva. Elektřinu z kogenerační jednotky je možno využívat pro provoz objektu nebo ji prodávat do sítě.

2.4 Teoretické řešení

V souvislosti se zadaným tématem je nutné stanovit následující parametry:

- Součinitel prostupu tepla
- Měrnou tepelnou ztrátu prostupem tepla a větráním
- Tepelnou ztrátu prostupem tepla a větráním
- Tepelné zisky
- Potřebu a spotřebu tepla
- Potřebu a spotřebu chladu
- Spotřeba energie na větrání
- Spotřeba energie na úpravu vlhkosti
- Potřeba a spotřeba energie na přípravu teplé vody
- Spotřeba energie na osvětlení

2.4.1 Součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

Šíření tepla ve stavební konstrukci se skládá z přestupu tepla na vnější straně konstrukce, vedení tepla konstrukcí a přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce. Problematikou se zabýval francouzský fyzik a matematik Jean Baptiste Joseph Fourier. Teplo se stavební konstrukcí šíří jedním, dvěma nebo třemi směry. V tepelně-technických výpočtech uvažujeme zjednodušený předpoklad ustáleného teplotního stavu a jednorozměrné šíření tepla. Toto je popsáno 1. Fourierovým zákonem: vektor hustoty tepelného toku je úměrný gradientu teploty a má opačný směr.

Jednou ze základních vlastností každého materiálu je jeho tepelná vodivost. Tepelná vodivost je vyjádřena součinitelem tepelné vodivosti λ [W/mK]. Vyjadřuje schopnost homogenního materiálu vést teplo. Součinitel tepelné vodivosti se mění v závislosti na vlhkosti konkrétního materiálu. Se zvyšující se vlhkostí se zvyšuje schopnost materiálu vést teplo.

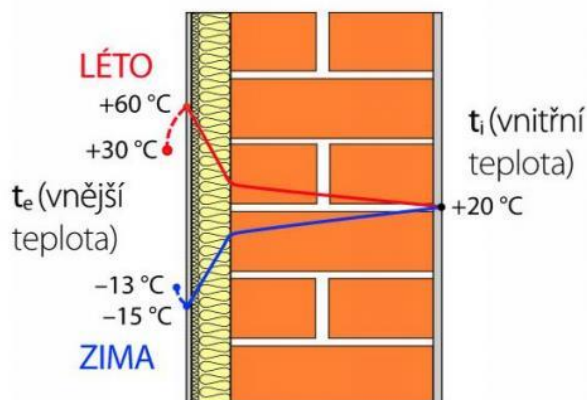
Pomocí součinitele tepelné vodivosti lze vyjádřit tepelný odpor materiálu či materiálového souvrství. Tepelný odpor R_T [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$] je vyjádřen jako podíl tloušťky materiálu d [m] k jeho součiniteli tepelné vodivosti λ [W/mK]. Dále je nutné určit

tepelný odpor při přestupu tepla z exteriéru R_{se} [m^2K/W] a tepelný odpor při přestupu tepla z interiéru R_{si} [m^2K/W]. Tyto jsou závislé na rychlosti proudění vzduchu za konstrukcí. Jejich přesné určení je obtížné, proto jsou zavedeny empirické hodnoty dle ČSN 73 0540-2, které určují tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního a z vnějšího prostředí dle směru tepelného toku. Celkový tepelný odpor konstrukce je pak dán součtem dílčích tepelných odporů.

$$R = R_{se} + R_T + R_{si} [m^2K/W].$$

Součinitel prostupu tepla vyjadřuje celkovou výměnu tepla mezi dvěma prostředími oddělenými stavební konstrukcí v ustáleném teplotním stavu, majícími tepelný odpor R , včetně vzduchových mezer a zahrnutí vlivu tepelných mostů. Tepelné mosty jsou dle ČSN 73 0540-1 zahrnuty v přírážce ΔU , která obsahuje vliv netěsností a mezer v izolacích.

$$U = \frac{1}{R} + \Delta U [W/m^2K]$$



Obrázek 3: Průběh teplot v zateplené konstrukci

[5]

2.4.2 Měrná tepelná ztráta prostupem tepla a větráním H [W/K]

Měrná tepelná ztráta prostupem tepla je pro daný objekt dána rozměrem konstrukce A [m²], jejím součinitelem prostupu tepla U [W/m²K] a redukčním činitelem b [-]. Není závislá na teplotním rozdílu před a za konstrukcí.

$$H_T = A \cdot U \cdot b \text{ [W/K]}$$

Na základě měrné tepelné ztráty prostupem tepla konstrukce a součtu ploch ochlazovaných konstrukcí je možné vyhodnotit průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/m²K].

Měrná tepelná ztráta přirozeným větráním H_V [W/K] je stanovena z rozměrových vlastností objektu objemu V [m³], intenzity větrání n [h⁻¹], objemové hmotnosti vzduchu ρ [kg/m³] a měrné tepelné kapacity vzduchu c [J/kgK].

$$H_V = V \cdot n \cdot \rho \cdot c \text{ [W/K]}$$

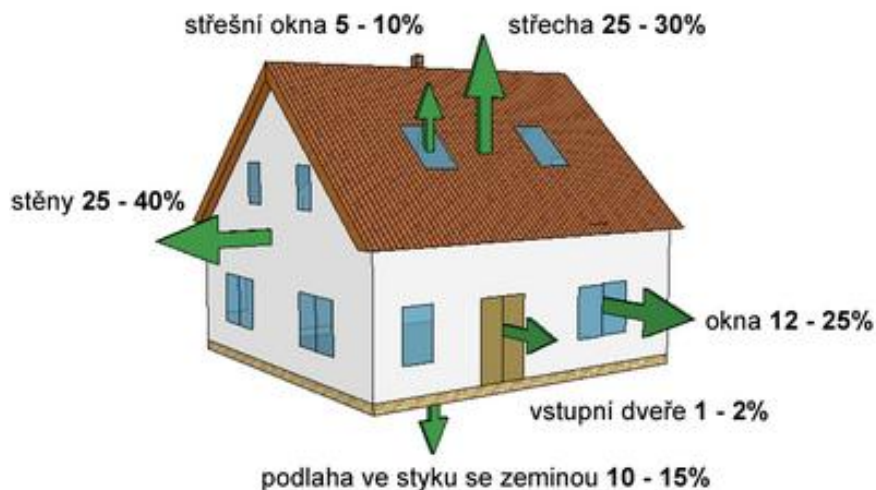
Celková měrná tepelná ztráta objektu je dána součtem měrných tepelných ztrát prostupem tepla a větráním.

$$H = H_T + H_V \text{ [W/K]}$$

2.4.3 Tepelná ztráta Q_{ZTR} [W]

Tepelná ztráta objektu závisí na jeho konstrukčních a materiálových vlastnostech, na umístění objektu dle klimatických podmínek a na vnitřních návrhových teplotách jednotlivých místností či hodnocených zón v objektu. Konstrukční a materiálové vlastnosti jsou zahrnuty v měrné tepelné ztrátě H [W/K]. Vnitřní návrhové teploty t_i [°C] jsou určeny dle nároků na vnitřní prostředí a dle požadovaných provozních podmínek objektu. Vnější návrhové teploty t_e [°C] jsou závislé na klimatických podmínkách dané lokality, v níž se objekt nachází. Tepelnou ztrátu objektu můžeme v závislosti na teplotním rozdílu určit pro libovolné období v roce.

$$Q = H \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]}$$



Obrázek 4: Rozdělení tepelných ztrát jednotlivých konstrukcí objektu

[6]

2.4.4 Tepelné zisky Q_{ZISK} [W]

Tepelné zisky jsou energie, které se do objektu dostávají na základě dopadajícího slunečního záření z vnějšího prostředí stavby nebo zisky z provozu objektu, zde se jedná o zisky z přítomnosti osob, od svítidel a od spotřebičů. Metodika výpočtu vychází z ČSN 73 0548.

1. Tepelné zisky sluneční radiací

Mezi základní výpočty patří výpočet polohy slunce, která je daná výškou slunce nad obzorem a slunečním azimutem. Dále se určí úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem slunečních paprsků. Z těchto údajů lze vycházet při výpočtu intenzity sluneční radiace. Sluneční radiace se skládá z přímé sluneční radiace a nepřímé sluneční radiace. Přímá sluneční radiace má směr a způsobuje ji přímé sluneční záření. Nepřímá, neboli difúzní sluneční radiace, vzniká odrazem přímé sluneční radiace od prachových částic, větších molekul nacházejících se ve vzduchu a odrazem od osluněných ploch, šíří se všemi směry.

- Intenzita přímé sluneční radiace:

$$I_D = I_0 \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] [W/m^2]$$

Kde:	I_0	sluneční konstanta, intenzita sluneční radiace na hranici zemské atmosféry, průměrně 1350 W/m ²
	z	součinitel znečištění atmosféry
	h	výška slunce nad obzorem

- Intenzita nepřímé sluneční radiace:

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 \cdot I_D) \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \frac{\sinh}{3} [W/m^2]$$

Kde:	α	úhel stěny s vodorovnou rovinou na straně odvrácené od slunce
------	----------	---

- Intenzita celkové sluneční radiace:

$$I_c = I_D + I_d [W/m^2]$$

- Intenzita sluneční radiace procházející zasklením se určí dle parametrů použitého skla a závisí na úhlu dopadu slunečních paprsků.

$$I_o = I_c \cdot T_d [W/m^2]$$

Prostup tepla okny se skládá z prostupu tepla konvekcí a prostupu tepla radiací. Prostup tepla konvekcí závisí na ploše okna, na součiniteli prostupu tepla okna a na teplotním rozdílu vnějšího a vnitřního prostředí. Prostup tepla radiací se odvíjí od osluněné plochy okna, v níž jsou započítány stíny ostění a rámu, touto plochou prostupuje přímá sluneční radiace procházející a ostíněnou plochou prostupuje nepřímá sluneční radiace procházející. Dále je ve výpočtu nutno uvažovat se stínícími prvky, jež jsou zahrnuty ve stínícím součiniteli. Tím se rozumí bezrozměrná veličina, určená poměrem tepelného toku průsvitnou plochou a tepelného toku standardního okna za stejných podmínek sluneční radiace.

- Prostup tepla oknem konvekci

$$Q_{ok} = U_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) [W]$$

- Prostup tepla oknem radiací

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{od}] \cdot s \cdot n [W]$$

Kde: U_o součinitel prostupu tepla okna

S_o plocha okna

t_e venkovní teplota

t_i teplota vnitřního prostředí

S_{os} osluněná plocha okna

c_o korekce na čistotu atmosféry

s stínící součinitel

n počet oken

2. Tepelné zisky konstrukcemi

Tepelné zisky konstrukcemi jako jsou stěny, střecha mají z hlediska celkové tepelné zátěže význam menší nežli tepelné zisky okny, ale nelze je zanedbat. Tepelný zisk stěnou je dán jejím součinitelem prostupu tepla, plochou a objemovou hmotností. U stěn lehkých je fázové posunutí teplotních kmitů zanedbatelné, prostup tepla je tudíž možno považovat za ustálený. U stěn středně těžkých je třeba uvažovat s kolísáním teplot z důvodu nestacionárního vedení tepla. Stěny těžké mající velkou tepelnou kapacitu, mají také menší kolísání teplot na vnitřním povrchu stěny, toto lze tudíž zanedbat.

- Stěna lehká

$$Q_s = U_{st} \cdot S_{st} \cdot (t_r - t_i) [W]$$

- Stěna středně těžká

$$Q_s = U_{st} \cdot S_{st} \cdot [(t_m - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_m)] [W]$$

- Stěna těžká

$$Q_s = U_{st} \cdot S_{st} (t_m - t_i) [W]$$

Kde:	U_{st}	součinitel prostupu tepla stěny [W/m^2K]
	S_{st}	plocha stěny [m^2]
	t_r	rovnocenná sluneční teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}C$]
	t_m	průměrná rovnocenná sluneční teplota venkovního vzduchu za 24 hodin [$^{\circ}C$]
	$t_{r\psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o ψ dřívější [$^{\circ}C$]
	m	součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou [-]
	ψ	fázové posunutí teplotních kmitů [-]

3. Tepelné zisky od lidí

Produkce tepla lidmi závisí na činnosti, kterou provádějí a na parametrech vnitřního prostředí, v němž se vyskytují. Produkce tepla od lidí pro jednotlivé činnosti a teploty vnitřního vzduchu jsou tabelovány.

$$Q_L = 6,2 \cdot n_L \cdot (36 - t_i) [W]$$

Kde: n_L počet lidí

4. Tepelné zisky od osvětlení

Produkce tepla osvětlením je dána intenzitou osvětlení a typem zdroje. Pro jednotlivé provozy jsou různé nároky na intenzitu osvětlení. Hodnoty jsou tabelovány. Výkon zdroje na plochu je dán typem a parametry zdroje.

$$Q_{SV} = q_{sv} \cdot S_{osv} [W]$$

Kde: q_{sv} výkon zdroje na plochu [W/m^2]

S_{osv} osvětlovaná plocha [m^2]

5. Tepelné zisky od technologie

Veškeré spotřebiče a technologická zařízení a vybavení objektu při svém provozu produkují teplo. Při výpočtu tepelných zisků od technologie vycházíme z údajů

o příkonu uváděných výrobcem, době a současnosti provozu jednotlivých zařízení a způsobu využití stroje, vyjádřeným součinitelem zatížení.

$$Q = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot \sum P \text{ [W]}$$

Kde: c_1 součinitel současnosti [-]

c_2 zbytkový součinitel [-]

c_3 součinitel zatížení [-]

P elektrický příkon [W]

2.4.5 Potřeba a spotřeba energie pro vytápění a chlazení

Potřeba energie na vytápění a chlazení

Potřeba energie na vytápění a chlazení je množství energie, které musíme dodat do budovy či hodnocené zóny, aby byla zajištěna požadovaná vnitřní teplota.

Výpočet vychází z ČSN EN ISO 13 790. Výpočtový postup se odvíjí od použitého typu výpočtové metody. Základní výpočtové metody se dělí na dynamické výpočtové metody a kvazistacionární výpočtové metody. Dynamické výpočtové metody sestavují tepelné bilance pro krátké časové kroky (obvykle hodina či kratší) a zahrnují teplo akumulované v hmotě budovy. Kvazistacionární metody sestavují tepelné bilance pro delší časový úsek (měsíc, sezóna), což umožní zahrnout dynamický vliv empiricky stanoveným faktorem využitelnosti zisků a ztrát. Oproti dynamickým metodám jsou časově méně náročné. V závislosti na typu objektu je volen jednozónový či vícezónový model výpočtu.

Předpoklady:

- Okrajové podmínky
- Uživatelské chování v objektu
- Regulace
- Základní fyzikální údaje

Metody:

- Sezónní
- Měsíční
- Jednoduchá hodinová
- Podrobné simulační metody

Průběh výpočtu:

- Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení
- Výpočet délky období
- Možné opakování výpočtu

Výpočet vychází z tepelných ztrát a zisků v objektu, které byly nastíněny v předchozích kapitolách. Při použití jednoduché měsíční metody se v závislosti na průměrných venkovních podmínkách a požadovaných parametrech vnitřního prostředí stanoví potřeby energie v jednotlivých měsících. Může docházet k tomu, že určitá část měsíce bude vykazovat potřebu vytápění a určitá potřebu chlazení.

Spotřeba energie na vytápění a chlazení

Vychází z potřeb energií a z výkonových parametrů zdrojů tepla a chladu, z nichž je podstatná především účinnost a využití zdrojů. Dále je nutné zahrnout vliv rozvodů energií, včetně jejich účinností a ztrát.

2.4.6 Potřeba a spotřeba energie na přípravu teplé vody

Potřeba energie na přípravu teplé vody se stanoví v závislosti na počtu uživatelů a způsobu využití objektu.

Spotřeba energie na přípravu teplé vody závisí na způsobu přípravy teplé vody (zásobníkový ohřev přímý a nepřímý, průtočný ohřev). Musí být zohledněn objem zásobníku a jeho tepelné ztráty. Dále rozvody teplé vody, jejich délka, kapacita, tepelné ztráty. Konečná hodnota spotřeby energie se odvíjí od účinnosti a stupně využití zdroje pro přípravu teplé vody a účinnosti rozvodů.

2.4.7 Spotřeba energie na větrání

Odvíjí se od specifického měrného příkonu ventilátorů a jejich objemových průtoků. Specifický měrný příkon ventilátorů je odvozen od tlakových ztrát ve vzduchotechnické jednotce a potrubní síti pro distribuci upraveného vzduchu. Dále v závislosti na použitých výpočtových metodách se stanoví doba využití systému.

2.4.8 Spotřeba energie na osvětlení a spotřebiče

Výpočet vychází z průměrného příkonu osvětlení či spotřebiče za hodnocené období a na době využití osvětlovací soustavy či spotřebiče. Z osvětlení a provozu spotřebičů se v závislosti na použitých zdrojích a technologiích stanoví tepelné zisky, které přispívají ke snížení potřeby energie na vytápění a ke zvýšení potřeby energie pro chlazení.

2.5 Experimentální řešení

V energetickém hodnocení se experimentální měření využívá pro zjištění či ověření skutečného chování objektu v provozu. Slouží pro přesnější stanovení okrajových podmínek a zvolení vhodných výpočtových metod pro energetické hodnocení.

Mezi nejčastěji používané měření patří sledování hodnocených veličin v hodnoceném období s vhodně zvoleným časovým krokem v objektu či jeho částech (teploty, relativní vlhkosti, vodní obsahy, měření tlaků, měření průtoků apod.). Pro tato měření jsou využívána čidla teplotní, teplotně vlhkostní, vlhkostní, kulové teploměry, průtokoměry, které jsou napojeny na měřicí ústředny, z nichž odečítáme v časovém kroku příslušné hodnoty přímo nebo hodnoty potřebné pro výpočet hodnocených parametrů. Pro určení průtoků lze využít i ultrazvukového měření.

Dále se v současnosti hojně využívá termovizních kamer pro snímkování objektů. Ze snímků lze odhalit tepelné mosty v konstrukcích či chybné provedení tepelných izolací.

2.6 Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

Pro energetické hodnocení budov se v současnosti dá použít široká škála komerčních i volně dostupných software.

Z nichž ty jednodušší jsou založené na použití kvazistacionárních výpočtových metod a okrajových podmínkách vyplývajících z příslušných právních předpisů, norem a technicky normalizačních informací. Mezi tyto software patří například: Protech, Energie Svoboda SW a NKN. Výstupem z těchto sw jsou potřeby a spotřeby energií pro jednotlivé hodnocené technologické procesy vyskytující se ve zkoumaném objektu. Dále zařazení objektů do tříd energetické náročnosti dle platných právních předpisů.

Pro náročnější požadavky, týkající se výstupů simulací, jsou využívány software umožňující provedení simulace na 2D a 3D modelech. Tyto simulace lze použít v případech, v nichž by provedení experimentu bylo finančně náročné nebo nerealizovatelné (pro objekty, které doposud neexistují). Pro hodnocení jsou využívány software jako například BSim a ESPr pro 3D, Trnsys a Modelica pro 2D. Provádění simulací ve 2D a 3D je oproti výše zmíněným podstatně časově náročnější. Dále je nutné správně vytvořit matematicko-fyzikální model a správně stanovit okrajové podmínky pro provedení simulace.

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – ENERGETICKÝ AUDIT

ENERGETICKÝ AUDIT

OBJEKTU KRASOBRUSLAŘSKÉ HALY

KŘÍDLOVICKÁ 908/32

603 00 BRNO



Obrázek 5: Průčelí objektu

Zpracovala	Bc. Pavlína Šicová
Číslo oprávnění	Xxx
Evidenční číslo	Xxx
Datum zpracování	Xxx

Tabulka 1: Identifikační údaje

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 Vlastník předmětu energetického auditu

Jméno	TJ STADION BRNO
Adresa	Křídlovická 908/32, Staré Brno, 603 00 Brno
Identifikační číslo	00531839
Zástupce	Mgr. Kateřina Beránková, předsedkyně TJ

Tabulka 2: Identifikační údaje

1.2 Provozovatel předmětu energetického auditu

Jméno	TJ STADION BRNO
Adresa	Křídlovická 908/32, Staré Brno, 603 00 Brno
Identifikační číslo	00531839
Zástupce	Mgr. Kateřina Beránková, předsedkyně TJ

Tabulka 3: Identifikační údaje

1.3 Předmět energetického auditu

Název předmětu EA	Krasobruslařská hala
Adresa	Křídlovická 908/32, Staré Brno, 603 00 Brno
Parcelní číslo	1419/1
Katastrální území	Staré Brno

Tabulka 4: Identifikační údaje

1.4 Zpracovatel energetického auditu

Jméno	Bc. Pavlína Šicová
Číslo oprávnění	Xxx
Adresa	Ketkovice 65, 664 91 Ketkovice
IČO	Xxx

Tabulka 5: Identifikační údaje

2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

2.1 Popis stávajícího stavu předmětu EA

2.1.1 Charakteristika hlavních činností

Předmětem EA je stávající stavba krasobruslařské haly. Objekt je složen ze tří částí, z části provozní s technickým zázemím (nazývané provozní část), z části se šatnami hokejistů a strojovnou VZT (nazývané také přístavba) a z haly s ledovou plochou.

V provozní části se nachází vrátnice, šatny, hygienické vybavení objektu, tělocvičny, posilovna, rehabilitace, zasedací místnost a technické zázemí objektu, včetně prostoru pro garážování rolby. V části přístavby se nacházejí šatny a strojovna VZT. Objekt byl postaven v roce 1981.

V objektu jsou pořádány kurzy bruslení a slouží jako tréninkový prostor pro krasobruslařské oddíly, dále hokejová utkání a tréninky a bruslení pro veřejnost. V hale se nenachází prostory hlediště pro diváky. Objekt je využíváný od srpna do května, v letních měsících probíhá provozní přestávka. Během provozní přestávky dochází k provádění údržbových prací.

Provozní část objektu má jedno podzemní a dvě nadzemní podlaží, přístavba má dvě nadzemní podlaží, hala je jednopodlažní.



Obrázek 6: Popis částí objektu

2.1.2 Popis technických zařízení

1. Vytápění staveb a příprava teplé vody

Zdrojem tepla provozní části stávajícího objektu je elektrokotelna s akumulčním blokem a strojovnou umístěná v suterénu objektu. Zdrojem tepla je elektrokotel sestávající ze dvou kotelních jednotek, každá o výkonu 72 kW. Akumulační blok je sestaven ze čtyř akumulčních nádrží, každá o objemu 6000 l zapojených do série. V kotelně jsou umístěny rozdělovače a sběrače topné vody s pěti samostatnými větvemi, dvě oběhová čerpadla, expanzní a pojistné zařízení. Teplotní spád topné vody v primárním okruhu nabíjení akumulčních nádrží je 105/60 °C, v sekundárním okruhu vybíjení 80/60 °C. Rozvody otopné vody jsou ocelové, opatřené izolací z minerální vaty. Otopná tělesa jsou ocelová desková s TRV bez TH, místy litinová článková

s radiátorovými kohouty. V objektu je použita ekvitermní regulace Komextherm RVT 06, její nastavování probíhá ručně.

Příprava teplé vody probíhá ve čtyřech zásobníkových ohřívačích s elektrickými vložkami, každý o objemu 1200 l, celkem 4800 l.

Zdrojem tepla pro halu s ledovou plochou a pro část přístavby je připojení z výměňkové stanice sousední Haly Rondo.

2. Ochlazování staveb

Ledová plocha v hale je připravována a udržována chladem ze sousedního Ronda. Prostory haly jsou chlazeny kompresorovou chladicí jednotkou Carrier. Použité chladivo R22. Výkon jednotky je 47 kW. Chladivo je vedeno z jednotky do chladičů VZT jednotek pro halu. Rozvody chladu jsou z ocelových trubek, opatřených tepelnou izolací z minerální vlny s hliníkovou fólií na povrchu.

3. Vzduchotechnika

Pro udržení teplotních podmínek v krasobruslařské hale jsou ve strojovně VZT instalovány dvě vzduchotechnické jednotky. Každá z jednotek je složena: filtr, teplovodní ohřívač, chladič, směšovací komora. Topná voda do ohřívače je přiváděna z rozdělovače a sběrače umístěného ve strojovně VZT, do něhož je vedena teplotonosná látka z výměňkové stanice haly Rondo. Do chladiče je přiváděno chladivo R22 z chladicí jednotky objektu. Potrubní rozvody VZT jsou z pozinkované oceli, na přívodním potrubí je tepelná izolace tvořená z minerální vlny s hliníkovou fólií na povrchu. Distribuční elementy v hale jsou obdélníkové štěrbinové vyústky a distribuční elementy sloužící k ofuku podhledu. Pro větrání šaten přístavby jsou pro nucený přívod a odvod vzduchu použity potrubní ventilátory o příkonu 125 W.

2.1.3 Situační plán



Obrázek 7: Situační plán.

2.2 Soupis základních údajů o energetických vstupech

- Energetické vstupy byly převzaty z fakturačních podkladů poskytnutých provozovatelem objektu.
- Vzhledem k tomu, že nedochází k měření spotřeb chladu pro chlazení ledové plochy, byla hodnota spotřeby chladu převzata z bilančního výpočtu.

Pro rok: 2013					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotka	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	382,11	3,6	382,11	1294,1
Teplo	GJ	718,92	1	199,7	369,4
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
Jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	T	-	-	-	-
Černé uhlí	T	-	-	-	-
Koks	T	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	T	-	-	-	-
TTO	T	-	-	-	-
LTO	T	-	-	-	-
Nafta	T	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	4619,38	1	1283,16	2211,55
Celkem vstupy paliv a energie				1864,97	3875,05
Změna stavu zásob paliv (invertizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1864,7	3875,05

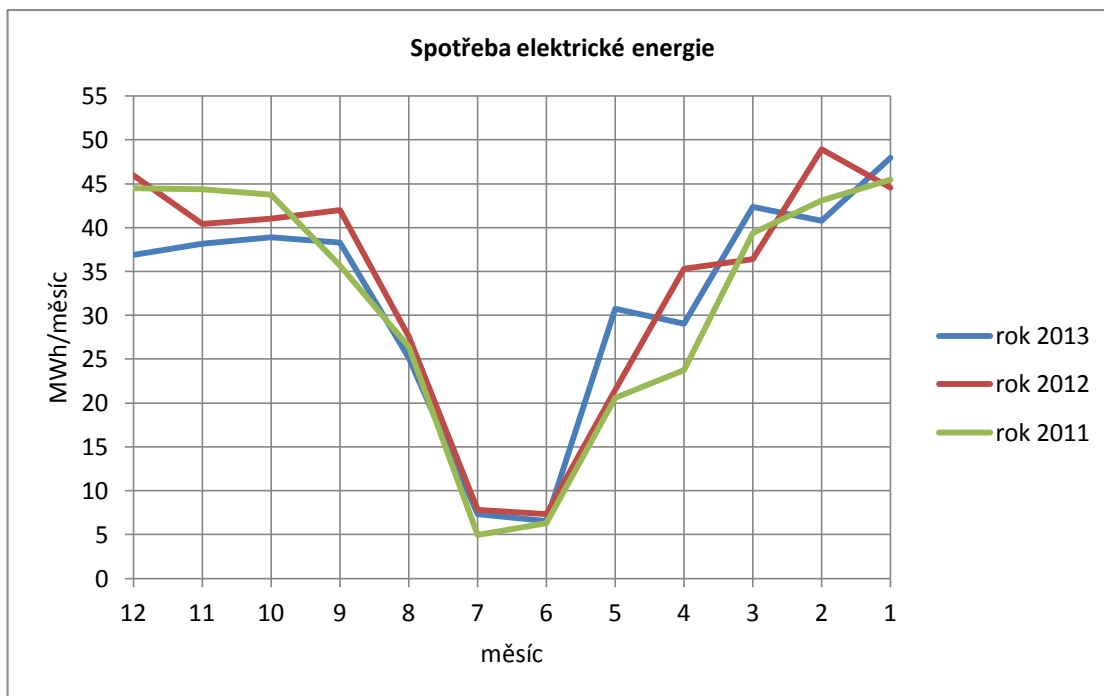
Tabulka 6: Základní energetické údaje 2013

Pro rok: 2012					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotka	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	398,76	3,6	398,76	1227,52
Teplo	GJ	1010,02	1	280,56	527,77
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
Jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	T	-	-	-	-
Černé uhlí	T	-	-	-	-
Koks	T	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	T	-	-	-	-
TTO	T	-	-	-	-
LTO	T	-	-	-	-
Nafta	T	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	4619,38	1	1283,16	1872,84
Celkem vstupy paliv a energie				1962,48	3628,13
Změna stavu zásob paliv (invertizace)				0	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1962,48	3628,13

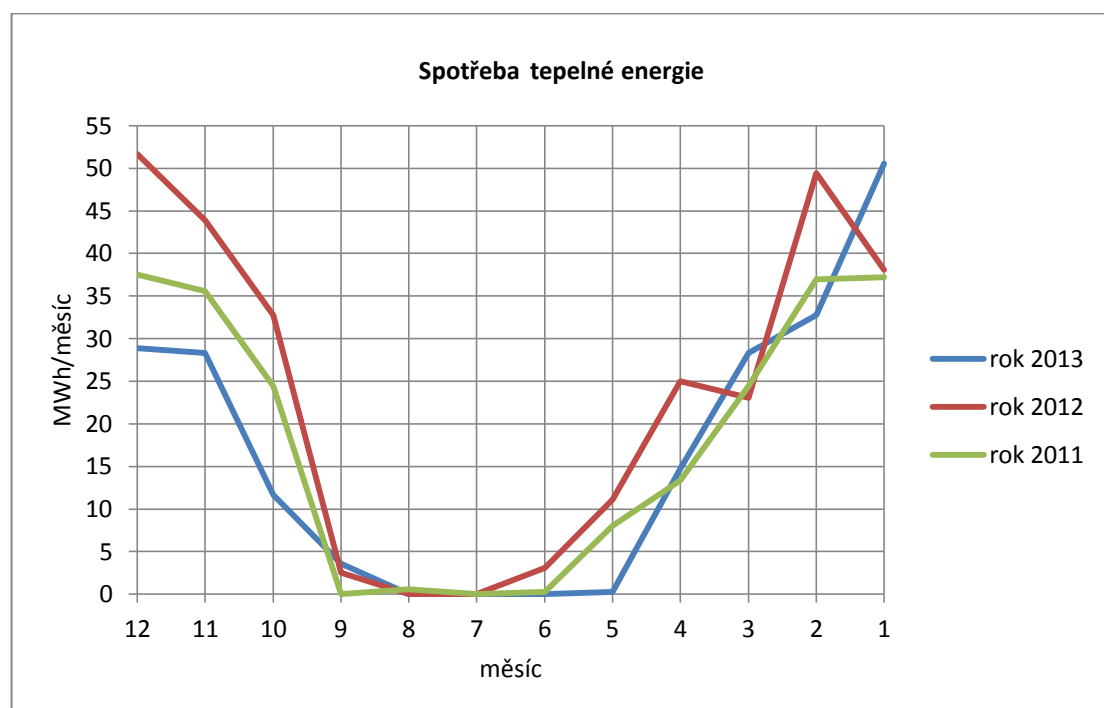
Tabulka 7: Základní energetické údaje 2012

Pro rok: 2011 – ceny nedoloženy					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotka	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč
Elektřina	MWh	378,23	3,6	378,23	
Teplo	GJ	785,99	1	218,33	
Zemní plyn	MWh	-	-	-	-
Jiné plyny	MWh	-	-	-	-
Hnědé uhlí	T	-	-	-	-
Černé uhlí	T	-	-	-	-
Koks	T	-	-	-	-
Jiná pevná paliva	T	-	-	-	-
TTO	T	-	-	-	-
LTO	T	-	-	-	-
Nafta	T	-	-	-	-
Druhotné zdroje	GJ	-	-	-	-
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	-	-	-	-
Jiná paliva	GJ	4619,38	1	1283,16	
Celkem vstupy paliv a energie				1879,72	
Změna stavu zásob paliv (invertizace)				0	
Celkem spotřeba paliv a energie				1879,72	

Tabulka 8: Základní energetické údaje 2011



Graf 1: Spotřeba elektrické energie



Graf 2: Spotřeba tepelné energie

2.2.1 Ceny energií za rok 2013

Energonositel	Elektrická energie
Dodavatel	Kometa Group, a.s.
Tarifní sazba	-
Cena za MWh	3386,7 Kč

Tabulka 9: Ceny energií 2013

Energonositel	Teplo
Dodavatel	Kometa Group, a.s.
Tarifní sazba	-
Cena za MWh	1854,72 Kč

Tabulka 10: Ceny energií 2013

Energonositel	Chlad
Dodavatel	Kometa Group, a.s.
Tarifní sazba	-
Cena za den	7 321 Kč

Tabulka 11: Ceny energií 2013

2.3 Vlastní zdroj energie

2.3.1 Popis zdrojů

1. Zdroj tepla

Zdrojem tepla provozní části stávajícího objektu je elektrokotelna s akumulčním blokem a strojovnou, umístěná v suterénu objektu. Zdrojem tepla je elektrokotel Drukov sestávající ze dvou kotelních jednotek, každá o výkonu 72 kW. Akumulační blok je sestaven ze čtyř akumulčních nádrží, každá o objemu 6000 l zapojených do série. V objektu je použita ekvitermní regulace Komextherm RVT 06, její nastavování probíhá ručně. Objem akumulčních nádrží, celkem 24000 l, byl v minulosti využíván z důvodu dvoutarifní sazby za elektrickou energii. K nahřívání nádrží docházelo přes noc během nízkého tarifu a přes den byl objekt vytápěn naakumulovanou energií. V současnosti se vzhledem k jednotné sazbě za elektrickou energii objem akumulčních nádrží jeví jako předimenzovaný a jeho využívání není efektivní.

Zdrojem tepla pro halu a část přístavby je teplovod vedoucí z výměňkové stanice sousední haly Rondo. Z něj je topná voda vedena do VZT jednotek pro temperování haly a do otopných těles, litinových článkových, nacházejících se v přístavbě.

Příprava teplé vody probíhá ve čtyřech zásobníkových ohřivačích s elektrickými vložkami, každý o objemu 1200 l, celkem 4800 l. Velikost objemu zásobníků teplé vody byla v minulosti zvolena z důvodu dvoutarifní sazby za elektrickou energii. K nahřívání zásobníků docházelo přes noc během nízkého tarifu a přes den byla teplá voda postupně odebírána. V současnosti se vzhledem k jednotné sazbě za elektrickou energii jeví se objem zásobníků jako předimenzovaný a jeho využívání není efektivní.

Zdroj	Výkon	Rok výroby	Počet kusů
Elektrokotel Drukov	72 kW	-	2
Elektrický akumulční zásobník, Strojírny Brno	18 kW	1979	4

Tabulka 12: Popis zdroje tepla



Obrázek 8: Elektrokotel Drukov



Obrázek 9: Elektrický akumulční zásobník a R+S pro vytápění přístavby a haly

2. Zdroj chladu

Prostory haly jsou chlazeny kompresorovou chladicí jednotkou Carrier. Použité chladivo R22. Výkon jednotky je 47 kW. Chladivo je vedeno z jednotky do chladičů VZT jednotek pro halu. Zdroj chladu je pravidelně revidován a udržován, zdroj je v dobrém technickém stavu. Průměrný roční chladicí faktor daného zařízení byl stanoven na 2,9.

Zdroj	Výkon	Chladivo	Množství plynu v chladicím okruhu	Rok výroby	Počet kusů
Carrier 30GC 035 900 EE	49 kW	R22	21,8 kg	1991	1

Tabulka 13: Popis zdroje chladu



Obrázek 10: Carrier 30GC 035 900 EE

2.3.2 a) Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

Ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky b) – (ř.3 x ř.6 + ř.7) : ř.12]	%	-
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky b) – ř.3 x 3,6 : ř.6]	%	-
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky b) – ř.7 : ř.11]	%	-
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky b) – ř.6 : ř.3]	GJ/MWh	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky b) – ř.11 : ř.7]	GJ	1,155
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky b) – ř.3 : ř.1]	Hod	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky b) – (ř.7 : 3,6) : ř.2]	Hod	1388,81

Tabulka 14: Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

2.3.3 b) Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie

Ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0,3625
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW	0,144
3	Výroba elektřiny	MWh	-
4	Prodej elektřiny	MWh	-
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	MWh	-
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	GJ/r	-
7	Výroba tepla	GJ/r	719,96
8	Dodávka tepla	GJ/r	788,76
9	Prodej tepla	GJ/r	-
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	GJ/r	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ/r	831,13
12	Spotřeba energie v palivu celkem	GJ/r	831,13

Tabulka 15: Roční bilance výroby z vlastního zdroje

2.4 Rozvody energie

2.4.1 Rozvody tepla a chladu

Rozvody tepla

Druh rozvodu	Horní
Délka hlavního rozvodu	30 m
Kapacita	Dostatečná
Průměr	DN 65
Provedení	Ocelové bezešvé potrubí
Stáří	33 let
Technický stav	Dobrý
Tloušťka tepelné izolace	20 mm
Stav tepelné izolace	Dobrý

Tabulka 16: Popis rozvodů tepla



Obrázek 11: R+S provozní části objektu



Obrázek 12: Přívod od zdrojů tepla k R+S v provozní části objektu



Obrázek 13: R+S části přístavby objektu

Rozvody chladu

Druh rozvodu	Spodní
Délka hlavního rozvodu	20 m
Kapacita	Dostatečná
Průměr	DN 50
Provedení	Ocelové bezešvé potrubí
Stáří	23 let
Technický stav	Dobrý
Tloušťka tepelné izolace	30 mm
Stav tepelné izolace	Místy poškozená, vyžaduje opravu

Tabulka 17: Popis rozvodů chladu

2.4.2 Schémata energetických rozvodů

1. Rozvody tepla

Stav rozvodů	Dobrý
Vybavenost	Odpovídající stáří
Energetické toky v jednotlivých úsecích	Neměřeno

Tabulka 18: Charakteristika rozvodů tepla

Schéma rozvodů tepla není k dispozici. Vzhledem ke skutečnosti, že stávající rozvody v kotelně objektu budou v rámci navrhovaných opatření odstraněny a vybudovány nově, nebyla schémata vypracována.

4. Rozvody chladu

Stav rozvodů	Dobrý
Vybavenost	Odpovídající stáří
Energetické toky v jednotlivých úsecích	Neměřeno

Tabulka 19: Charakteristika rozvodů chladu

Schéma rozvodů chladu není k dispozici. Rozvody chladu nejsou zcela přístupné, schéma nebylo možné vypracovat. Rozvody chladu budou zachovány, v rámci EA nebudou navrhována opatření týkající se jejich změn.

2.5 Údaje o významných energetických spotřebičích

Druh spotřebiče	Bruska nožů pro rolbu Silesia Opava
Energetický příkon	2,3 kW
Roční provozní hodiny	Dle potřeby rolby
Způsob regulace	Bez regulace

Tabulka 20: Údaje energeticky významných spotřebičů

Druh spotřebiče	Rolba Olympia
Energetický příkon	-
Roční provozní hodiny	5120
Způsob regulace	-

Tabulka 21: Údaje energeticky významných spotřebičů



Obrázek 14: Rolba Olympia

Druh spotřebiče	Rolba Dupon
Energetický příkon	-
Roční provozní hodiny	Pouze záložní
Způsob regulace	-

Tabulka 22: Údaje energeticky významných spotřebičů

2.6 Údaje o tepelně-technických vlastnostech budovy

Součinitele prostupu tepla byly vypočítány s použitím sw společnosti Protech. Výstupy jsou uváděny za popisem jednotlivých konstrukcí.

- Obvodové stěny S01 provozní části a přístavby objektu jsou vyžděny z dutinových tvárnic, tloušťka stěny je 300 mm. Jsou obloženy cihlovými pásky. V částech později přistavovaných k provozní části jsou obvodové stěny S02 vyžděny z tvárnic PoroTherm 30 P+D, zateplené vnějším kontaktním systémem, tvořeným minerální vatou tl. 120 mm a vnější silikátovou omítkou. Obvodové stěny haly S04 a S05 jsou vyžděny z CPP tl. 300 mm a 450 mm.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
S01	Z	1,206	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			151-063	Z vr.	CD TÝN I tl.290 (1200)	290	0,490	0,592
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	65	0,780	0,083
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,206		Σ		375		0,865

Tabulka 23: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S01

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
S02	Z	0,261	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			215e-003	Z vr.	POROTHERM 30 P+D	300	0,260	1,180
			108a-041	Z vr.	Minerální vlna MVV (50)	120	0,041	2,927
			104a-028	Z vr.	ETICS-omítka silikátová*	30	0,800	0,037
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.03 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 0,261		Σ		470		4,335

Tabulka 24: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S02

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	α	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SO4	Z	1,370	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	450	0,780	0,577
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,370		Σ		490		0,787

Tabulka 25: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SO4

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	α	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SO5	Z	1,781	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	300	0,780	0,385
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,781		Σ		340		0,595

Tabulka 26: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SO5

- Vnitřní stěny objektu SN1 a SO3 jsou vyzděny z CPP a z obou stran omítnuty vápenocementovou omítkou.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	α	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SN1	Z	1,496	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,880	0,023
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	300	0,730	0,411
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,880	0,023
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,130
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,496		Σ		340		0,716

Tabulka 27: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SN1

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	α	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
S03	Z	1,496	R_{si}		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,880	0,023
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	300	0,730	0,411
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,880	0,023
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,130
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,496		Σ		340		0,716

Tabulka 28: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S03

- Vnitřní stropní konstrukce objektu jsou tvořeny železobetonovými deskami s nášlapnou vrstvou z jedné strany a vápenocementovou omítkou ze strany druhé.
- Střešní konstrukce provozní části SCH1 je tvořena vápenocementovou omítkou, železobetonovou stropní deskou tl. 200 mm, nad částí je škvárový násyp, betonová mazanina a povlaková krytina, SCH2 nad provozní částí parotěsná a expanzní vrstva, tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu tl. 160 – 300 mm, separační vrstva a hydroizolační fólie.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	α	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SCH1	Z	1,513	R_{si}		Odpor při přestupu			0,100
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			101-022	Z vr.	Železobeton (2400)	200	1,580	0,127
			111-07	Z vr.	Škvára ulehlá	100	0,270	0,370
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	50	1,230	0,041
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.08 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,513		Σ		370		0,698

Tabulka 29: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH1

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SCH2	Z	0,218	R_{si}		Odpor při přestupu			0,100
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			101-022	Z vr.	Železobeton (2400)	200	1,580	0,127
			111-07	Z vr.	Škvára ulehlá	100	0,270	0,370
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	50	1,230	0,041
			107a-063	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (20-25)	200	0,038	5,263
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.05$ W/(m ² ·K)								
		U = 0,218		Σ		570		5,961

Tabulka 30: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH2

- Střešní konstrukce haly STR1 je tvořena hliníkovými lamelami uchycenými k nosné konstrukci, tepelná izolace z minerálních vláken tl. 30 mm, uložená v PE obalech, vzduchová provětrávaná mezera je tvořená nosnou ocelovou konstrukcí střechy, horní střešní plášť, který se díky provětrávání vzduchové mezery již výrazně nepodílí na tepelných vlastnostech.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
STR1	Z	1,270	R_{si}		Odpor při přestupu			0,100
			117-03	Z vr.	Hliník	1	204,000	0,000
			116-03	Z vr.	Fólie z PE	1	0,350	0,003
			108a-043	Z vr.	Minerální vlna MVV (100)	30	0,041	0,732
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,100
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1$ W/(m ² ·K)								
		U = 1,270		Σ		32		0,935

Tabulka 31: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla STR1

- Střešní konstrukce přístavby SCH3 podhled je tvořen profilovanými plechy, nosnou konstrukci tvoří železobetonová deska, krytina je povlaková.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SCH3	Z	3,154	R_{si}		Odpor při přestupu			0,100
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			101-022	Z vr.	Železobeton (2400)	200	1,580	0,127
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	50	1,230	0,041
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1$ W/(m ² ·K)								
		U = 3,154		Σ		270		0,327

Tabulka 32: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH3

- Podlaha provozního zázemí přilehlá k suterénu PDL1 je tvořena nášlapnou vrstvou, betonovou mazaninou, železobetonovou nosnou konstrukcí tl. 150 mm a vápenocementovou omítkou.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
PDL1	Z	1,920	R_{si}		Odpor při přestupu			0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	10	1,010	0,010
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	50	1,050	0,048
			154a-011	Z vr.	Dutin. železobet. str. panel*	150	1,160	0,129
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,880	0,023
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,170
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 1,920		Σ		230		0,550

Tabulka 33: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL1

- Podlaha přilehlá k zemině haly PDL2 je tvořena betonovou vrstvou a podkladním betonem.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
PDL2	Z	3,647	R_{si}		Odpor při přestupu			0,170
			101-022	Z vr.	Železobeton (2400)	150	1,340	0,112
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,000
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 3,647		Σ		150		0,282

Tabulka 34: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL2

- Podlaha přístavby přilehlá k zemině PDL3 je tvořena nášlapem z keramických dlaždic, betonovou mazaninou a podkladním betonem.

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	λ	R_v
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
PDL3	Z	2,583	R_{si}		Odpor při přestupu			0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	20	1,010	0,020
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	200	1,050	0,190
			R_{se}		Odpor při přestupu			0,000
Korekční činitel: $\Delta U = 0.1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								
		U = 2,730		Σ		220		0,380

Tabulka 35: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL3



Obrázek 15: Pohledy na objekt



Obrázek 16: Pohledy na objekt

Porovnání součinitelů prostupu tepla s normovými hodnotami jednotlivých konstrukcí a vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla, včetně porovnání s hodnotami dle ČSN 73 0540-2 je součástí kapitoly 3.2.2 str. 70 a 3.2.3 str. 71-74.

2.7 Údaje o systému managementu hospodaření energií podle ČSN EN ISO 5001

V objektu není zaveden systém hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001.

V rámci EA se doporučuje zavést systém managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001.

Základní principy ČSN EN ISO 50001:

International Organization for Standardization (ISO) vydala v roce 2011 nový mezinárodní standard ISO 50001 - Energy management systems. Tento standard, podobně jako dřívější EN 16001, poskytuje metodiku založenou na struktuře požadavků vedoucích ke snižování energetické náročnosti organizace a neustálému zvyšování její energetické účinnosti. Systém vychází z kompletního přehledu spotřeb všech hlavních i pomocných zařízení (budovy, technologie, aj.), zlepšení sledování spotřeby při všech činnostech a určení energetické využitelnosti a spotřebních limitů pro nejdůležitější využití energií.

3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

3.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie

3.1.1 Ve zdrojích energie

1. Zdroj tepla

Zdrojem tepla pro vytápění provozní části stávajícího objektu je elektrokotelna s akumulčním blokem a strojovnou umístěná v suterénu objektu. Zdrojem tepla je elektrokotel Drukov sestávající ze dvou kotelních jednotek, každá o výkonu 72 kW. Akumulační blok je sestaven ze čtyř akumulčních nádrží, každá o objemu 6000 l, zapojených do série. V objektu je použita ekvitermní regulace Komextherm RVT 06, její nastavování probíhá ručně.

Zdroje jsou pravidelně udržovány a revidovány, v objektu probíhají pravidelné kontroly a měření k vyhodnocení účinnosti zdrojů a k vyhodnocení efektivity jejich užívání. Účinnost zdrojů byla stanovena na 92 %, což odpovídá jejich provedení a stáří. Výkon zdrojů je v porovnání s tepelnou ztrátou objektu a výkonem potřebným pro pokrytí potřeby tepla pro vytápění značně předimenzovaný. Předimenzování výkonu je důsledkem toho, že v minulosti měl objekt dvě tarifní sazby elektrické energie. Vytápění bylo nastaveno tak, že přes noc v době nižší tarifní sazby byly nabíjeny akumulční nádrže, které přes den pokrývaly potřebu tepla pro vytápění v dostačující míře. V současnosti má již objekt pouze jednu sníženou tarifní sazbu po celý den, proto se jeví výkon kotlů jako nadbytečný a použití instalovaného objemu akumulčních nádrží jako neefektivní.

Zdrojem tepla pro halu a část přístavby je teplovod vedoucí z výměňkové stanice sousední haly Rondo. Z něj je topná voda vedena do VZT jednotek pro temperování haly a do otopných těles, litinových článkových, nacházejících se v přístavbě.

Zdrojem tepla pro přípravu teplé vody jsou čtyři zásobníkové ohřivače s elektrickými vložkami, každý o objemu 1200 l, celkem 4800 l. Objekt je vybaven cirkulací teplé vody, kterou zajišťuje oběhové čerpadlo. Velikost objemu zásobníků teplé vody byla v minulosti zvolena z důvodu dvoutarifní sazby za elektrickou energii. K nahřívání zásobníků docházelo přes noc během nízkého tarifu a přes den byla teplá voda postupně odebírána. V současnosti se vzhledem k jednotné sazbě za elektrickou energii se jeví objem zásobníků jako předimenzovaný a jeho využívání není efektivní. Z hlediska využití energie jsou zdroje tepla shledány jako vyhovující, probíhá pravidelná údržba a revizní kontroly. Účinnost zdroje je 92 %.

Zdroj	Výkon	Rok výroby	Počet kusů
Elektrokotel Drukov	72 kW	-	2
Elektrický akumulací zásobník, Strojírny Brno	18 kW	1979	4

Tabulka 36: Popis zdrojů tepla

2. Zdroj chladu

Prostory haly jsou chlazeny kompresorovou chladicí jednotkou Carrier. Použité chladivo R22. Výkon jednotky je 47 kW. Chladivo je vedeno z jednotky do chladičů VZT jednotek pro halu. Zdroj chladu je pravidelně revidován a udržován, zdroj je v dobrém technickém stavu. Průměrný roční chladicí faktor daného zařízení byl stanoven na 2,9.

Zdroj	Výkon	Chladivo	Množství plynu v chladicím okruhu	Rok výroby	Počet kusů
Carrier 30GC 035 900 EE	49 kW	R22	21,8 kg	1991	1

Tabulka 37: Popis zdrojů chladu

3.1.2 V rozvodech tepla a chladu

1. Rozvody tepla

V kotelně jsou umístěny rozdělovače a sběrače topné vody s pěti samostatnými větvemi, dvě oběhová čerpadla, expanzní a pojistné zařízení. Teplotní spád topné vody v primárním okruhu nabíjení akumulčních nádrží je 105/60 °C, v sekundárním okruhu vybíjení 80/60 °C. Rozvody otopné vody jsou ocelové, v suterénu objektu opatřené izolací z minerální vaty. Svislé rozvody topné vody vedené v nadzemních podlažích jsou vedeny v instalačních šachtách, v šachtách jsou rozvody taktéž opatřeny tepelnou izolací z minerální vlny, horizontální rozvody topné vody v 1. a 2. NP jsou vedeny podél stěn a podílí se na vytápění objektu. Otopná tělesa jsou ocelová desková s TRV bez TH, místy litinová článková s radiátorovými kohouty. Účinnost rozvodů topné vody byla stanovena na 83 %, což odpovídá jejich provedení a stáří.

Oběhová čerpadla

Výrobce	Typ	Počet otáček	Objemový průtok	Měrná energie	Příkon	Počet kusů
SIGMA Lutín k. p.	50-NTR-57-12-LM-80, F	2800/min	1,4 l/s	22,8 J/kg	112 W	2
SIGMA Lutín k. p.	25-NTR-56-5-LM-80, F	2460/min	0,7 l/s	19,65 J/kg	50,8 W	1
WILO	RS 25/60 r	2000/min	-	-	86 W	1

Tabulka 38: Popis oběhových čerpadel

Expanzní nádoby

Výrobce	Typ	Rok výroby	Objem	Nejvyšší teplota	Nejvyšší přetlak	Počet kusů
Drukov	BSDV	1978	1000 l	100 °C	1 MPa	2

Tabulka 39: Popis expanzních nádob

Rozvody topné vody

Druh rozvodu	Horní
Délka hlavního rozvodu	30 m
Kapacita	Dostatečná
Průměr	DN 65
Provedení	Ocelové bezešvé potrubí
Stáří	33 let
Technický stav	Dobrý
Tloušťka tepelné izolace	50 mm
Stav tepelné izolace	Dobrý

Tabulka 40: Vlastnosti rozvodů topné vody

2. Rozvody chladu

Rozvody chladu jsou z ocelových trubek, opatřených tepelnou izolací z minerální vlny s hliníkovou fólií na povrchu. Rozvody chladu jsou vedeny od chladicí jednotky, umístěné ve venkovním prostředí, do strojovny VZT a do chladičů VZT jednotek. Tepelná izolace rozvodů je místy porušena, což značně snižuje využití účinnosti energie.

Druh rozvodu	Spodní
Délka hlavního rozvodu	20 m
Kapacita	Dostatečná
Průměr	DN 50
Provedení	Ocelové bezešvé potrubí
Stáří	23 let
Technický stav	Dobrý
Tloušťka tepelné izolace	30 mm
Stav tepelné izolace	Místy poškozená, vyžaduje opravu

Tabulka 41: Vlastnosti rozvodů chladiva

3. Vzduchotechnika

V objektu jsou instalovány dvě vzduchotechnické jednotky sloužící pro větrání, vytápění a chlazení haly s ledovou plochou. Tyto jednotky sestávají každá ze směšovací komory, ohříváče a chladiče. Přívodní ventilátory v jednotkách mají příkon 22 kW, odvodní 18 kW. Jednotky jsou v provozu dle potřeby, regulace je ruční. Potrubní rozvody jsou z pozinkované oceli, přívodní potrubí je tepelně izolováno minerální vlnou s hliníkovou fólií na povrchu. Distribuční elementy v hale jsou obdélníkové šterbinové výústky a distribuční elementy sloužící k ofuku podhledu. Pro větrání šaten přístavby jsou pro nucený přívod a odvod vzduchu použity potrubní ventilátory o příkonu 125 W.

3.1.3 Ve významných spotřebičích energie

Významným spotřebičem energie v objektu je bruska nožů pro rolbu a dvě rolby, jedna hlavní, druhá záložní. Teplá voda pro účely rolby je připravována na základě recyklace sněhu ve sněžné jámě pomocí odpadního tepla z chlazení. Ve sněžné jámě je rozpouštěn sníh, voda je potom pomocí oběhového čerpadla přes filtr dopravován do zásobníku o objemu 3000 l, který je umístěný pod stropem v garáži rolby. V zásobníku je teplovodní výměník, do něhož je vedena teplotonosná látka ohřívána pomocí odpadního tepla z chlazení.

Druh spotřebiče	Rolba Olympia
Energetický příkon	-
Roční provozní hodiny	5120
Způsob regulace	-

Tabulka 42: Údaje energeticky významných spotřebičů

Druh spotřebiče	Rolba Dupon
Energetický příkon	-
Roční provozní hodiny	Pouze záložní
Způsob regulace	-

Tabulka 43: Údaje energeticky významných spotřebičů

Druh spotřebiče	Bruska nožů pro rolbu Silesia Opava
Energetický příkon	2,3 kW
Roční provozní hodiny	Dle potřeby rolby
Způsob regulace	Bez regulace

Tabulka 44: Údaje energeticky významných spotřebičů

3.2 Vyhodnocení tepelně-technických vlastností stavebních konstrukcí

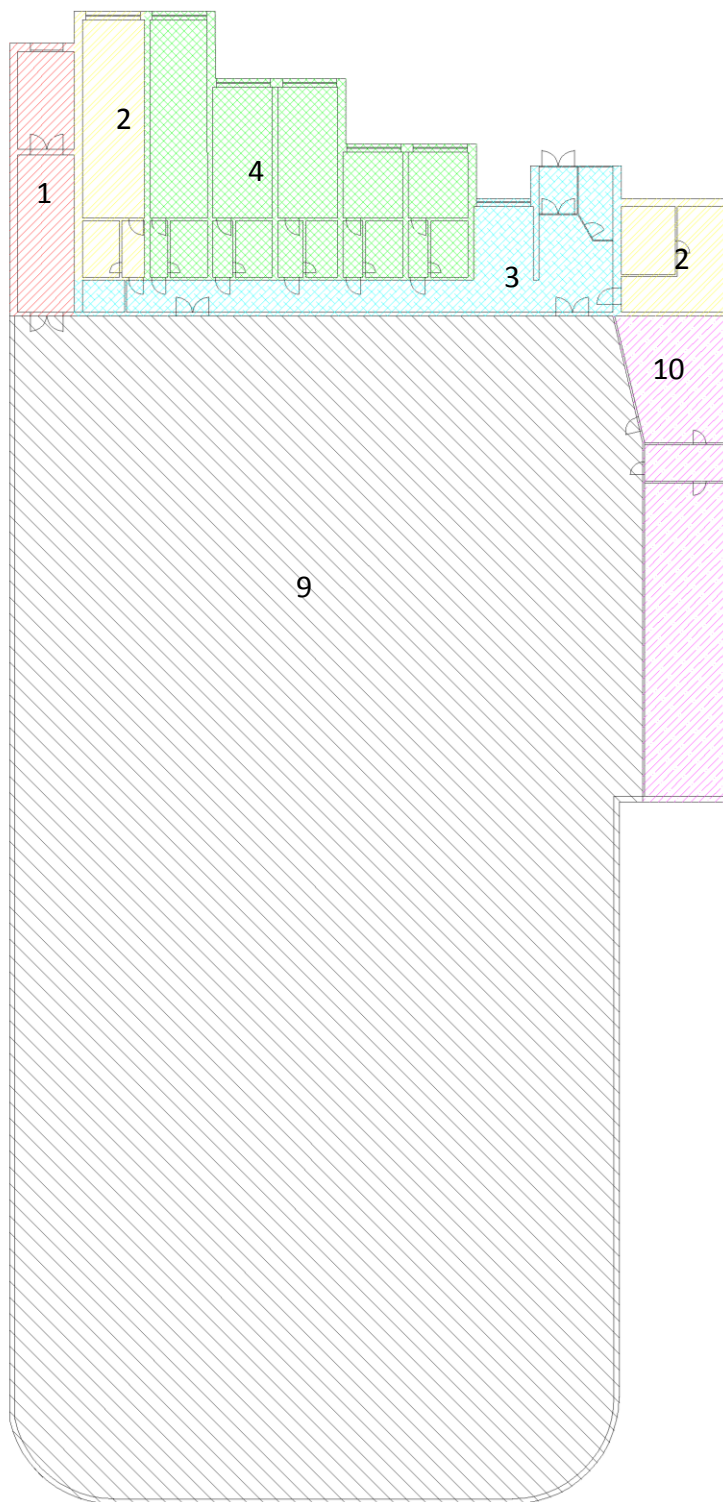
3.2.1 Rozdělení objektu do zón

Objekt byl rozdělen do jedenácti zón dle způsobu provozu, nároků na vnitřní teplotu, intenzitu větrání a dobu pobytu osob. Vnitřní návrhové teploty jsou uvažovány dle skutečného provozu objektu z údajů poskytnutých provozovatelem objektu.

Číslo zóny	Název zóny	Energeticky vztažná plocha [m ²]	Vnější objem zóny [m ³]	Provozní režim vytápění/chlazení zóny	Návrhová teplota [°C]	Doba využití zóny [hod/den]	Větrání
1	Garáž rolby	53,9	183,26	Temperovaná	5	18	Přirozené
2	Šatny	98,75	335,8	Vytápěná	18	10	Přirozené
3	Komunikační prostory, vrátnice	205,9	730,2	Vytápěná	8	18	Přirozené
4	Šatny 1. NP	191,5	651,1	Vytápěná	18	10	Přirozené
5	Zasedací místnost	36,5	135,1	Vytápěná	18	8	Přirozené
6	Rehabilitace	58,46	216,3	Vytápěná	20	4	Přirozené
7	Posilovna	58,83	199,17	Vytápěná	18	4	Přirozené
8	Baletní sál, tělocvična	220,6	816,51	Vytápěná	18	4	Přirozené
9	Hala s ledovou plochou	2508,3	23828,85	Temperovaná, chlazená	5	18	Nucené
10	Šatny přístavba	168,12	756,5	Vytápěná	18	10	Nucené
11	Strojovna VZT	168,12	504,4	Temperovaná	5	24	Přirozené

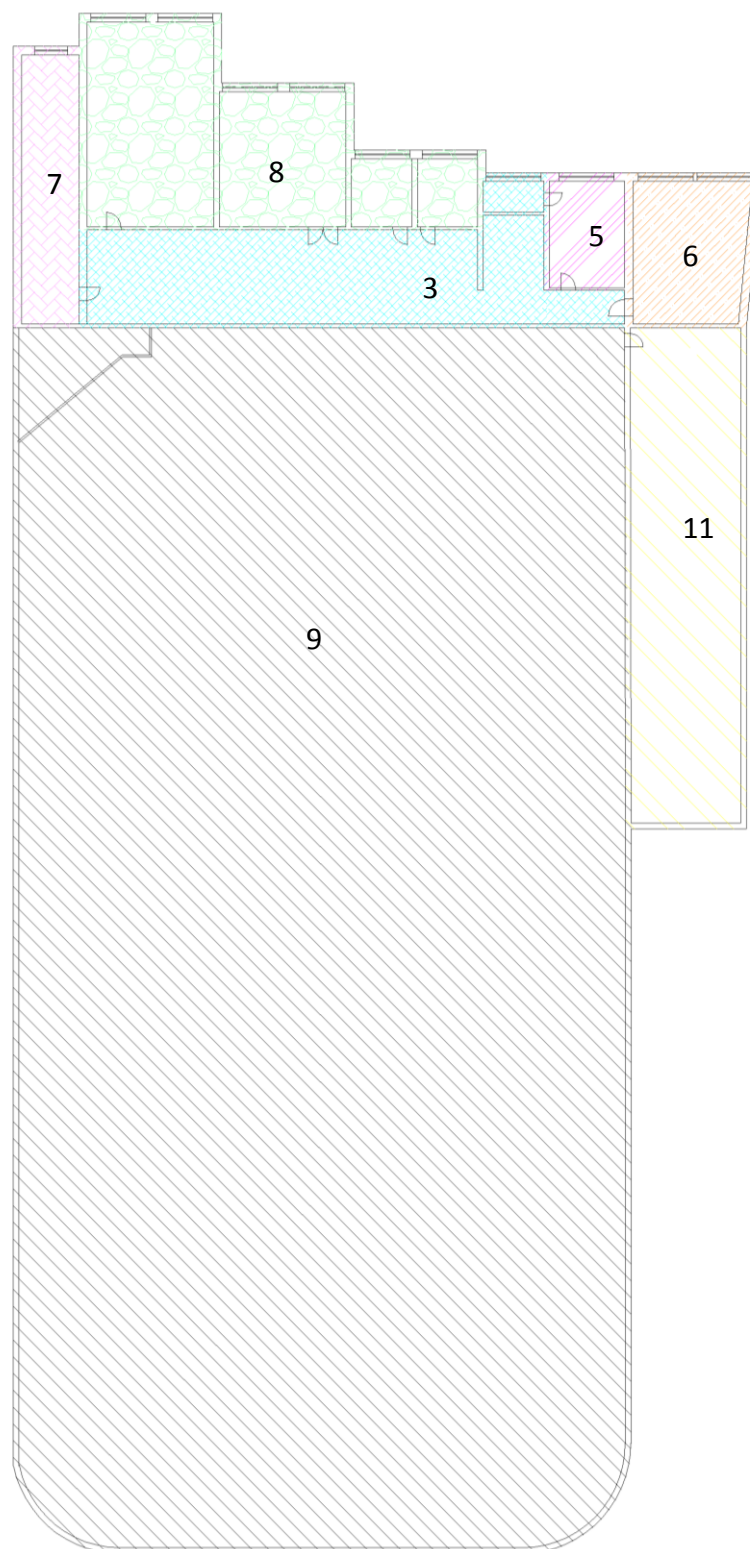
Tabulka 45: Popis zón v objektu

Rozdělení zón v půdorysu objektu 1. NP:



Obrázek 17: Rozdělení zón 1. NP

Rozdělení zón v půdorysu objektu 2. NP:



Obrázek 18: Rozdělení zón 2. NP

3.2.2 Vyhodnocení součinitelů prostupů tepla konstrukcí

Uvedení součinitelů prostupů tepla jednotlivých konstrukcí hodnoceného objektu.

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [$\text{W/m}^2\text{K}$]	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U_N [$\text{W/m}^2\text{K}$]	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U_{rec} [$\text{W/m}^2\text{K}$]	Hodnocení
Stěna obvodová SO1	1,206	0,3	0,25	Nevyhovuje
Stěna obvodová SO2	0,261	0,3	0,25	Vyhovuje požadované hodnotě
Stěna obvodová SO4	1,370	4,8	4	Vyhovuje
Stěna obvodová SO5	1,781	4,8	4	Vyhovuje
Stěna k temperovanému prostoru SO3	1,496	0,75	0,5	Nevyhovuje
Stěna k temperovanému prostoru SN1	1,496	0,75	0,5	Nevyhovuje
Podlaha k nevytápěnému prostoru PDL1	1,920	0,6	0,4	Nevyhovuje
Podlaha k zemině hala PDL2	3,647	7,2	4,8	Vyhovuje
Podlaha k zemině hala PDL3	2,730	0,45	0,3	Nevyhovuje
Strop hala STR1	1,27	3,5	2,3	Vyhovuje
Střecha SCH1	1,513	0,24	0,16	Nevyhovuje
Střecha SCH2	0,218	0,24	0,16	Vyhovuje požadované hodnotě
Střecha SCH3	3,154	3,8	2,56	Vyhovuje požadované hodnotě
Otvorové výplně okna	1,5	1,5	1,2	Vyhovuje požadované hodnotě
Otvorové výplně okna	2,8	1,5	1,2	Nevyhovuje
Otvorové výplně dveře	1,8	1,7	1,2	Nevyhovuje
Dveře k temperovanému prostoru	2,5	3,5	2,3	Vyhovuje požadované hodnotě

Tabulka 46: Vyhodnocení součinitelů prostupů tepla

Z vyhodnocení lze vyvodit konstrukce, které nevyhovují požadovaným hodnotám. Je vhodné zvážit opatření vedoucí k jejich zlepšení.

3.2.3 Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla

Pro vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} dle ČSN 73 0540-2 obálkovou metodou byl objekt rozdělen dle převažující teploty do čtyř zón: provozní část objektu, část přístavby, strojovna VZT a hala s ledovou plochou.

1. Provozní část

Název zóny	Provozní část
Převažující teplota v zóně	18 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	1634,66

Tabulka 47: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Stěna obvodová SO1	247,86	0,30	1,00	74,36	247,86	1,21	1,00	298,92
Stěna obvodová SO2	200,75	0,30	1,00	60,23	200,75	0,26	1,00	52,20
Okna	45,94	1,50	1,00	68,91	45,94	1,50	1,00	68,91
okna OD 6,10	49,80	1,50	1,00	74,70	49,80	2,80	1,00	139,44
Dveře DO1-2	17,75	1,70	1,00	30,18	17,75	1,70	1,00	30,18
Stěna k temperovanému prostoru SO3	106,28	0,75	0,43	34,28	106,28	1,50	0,43	68,37
Okna k temperovanému prostoru OD7-8	97,40	3,50	0,43	146,59	97,40	1,50	0,43	62,82
Stěna k temperovanému prostoru SN1	42,60	0,75	0,43	13,74	42,60	1,50	0,43	27,40
dveře k temperovanému prostoru DN1	1,80	3,50	0,43	2,71	1,80	2,50	0,43	1,94
Podlaha k 1PP PDL1	449,45	0,60	0,10	26,97	449,45	1,92	0,10	86,29
Střecha plochá SCH1	375,03	0,24	1,00	90,01	375,03	1,51	1,00	567,42
Střecha plochá SCH2	94,96	0,24	1,00	22,79	94,96	0,22	1,00	20,70
Celkem	1634,66	-	-	622,65	1634,66	-	-	1403,88
Tepelné vazby		(1634,66·0,02)		32,69	(výsledek podrobného výpočtu)			114,43
Celková měrná ztráta prostupem tepla				655,35				1518,31
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}		Požadovaná hodnota:		0,401				0,929
		Doporučená hodnota:		0,301				
Klasifikační třída obálky budovy				2,317	Třída F - velmi ne hospodárná			

Tabulka 48: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

2. Hala s ledovou plochou

Název zóny	Hala s ledovou plochou
Převažující teplota v zóně	5 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	6417,6

Tabulka 49: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
podlaha k zemině PDL2	2508,30	7,20	0,10	1805,98	2508,30	3,65	0,10	914,78
Stěna obvodová SO4	224,40	4,80	1,00	1077,12	224,40	1,42	1,00	319,55
Stěna obvodová SO5	1115,00	4,80	1,00	5352,00	1115,00	1,84	1,00	2052,72
okna OD9	61,60	3,50	1,00	215,60	61,60	2,80	1,00	172,48
Strop STR1	2508,30	4,80	1,00	12039,84	2508,30	1,27	1,00	3185,54
Celkem	6417,60	-	-	20490,54	6417,60	-	-	6645,06
Tepelné vazby		(6417,6-0,02)		128,35	(výsledek podrobného výpočtu)			449,23
Celková měrná ztráta prostupem tepla				20618,89				7094,29
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}		Požadovaná hodnota:		3,213				1,105
		Doporučená hodnota:		2,410				
Klasifikační třída obálky budovy				0,344	Třída A - velmi úsporná			

Tabulka 50: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

3. Šatny přístavba

Název zóny	Šatny přístavba
Převažující teplota v zóně	18 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	519,39

Tabulka 51: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Podlaha k zemině PDL3	168,12	0,45	0,15	11,35	168,12	2,73	0,15	65,14
Stěna obvodová SO1	99,15	0,30	1,00	29,75	99,15	1,21	1,00	119,57
Stěna k temperovanému prostoru SO3	84,00	0,75	0,43	27,09	84,00	1,50	0,43	54,04
strop ke strojovně PDL1	168,12	0,60	0,39	39,34	168,12	1,92	0,39	125,89
Celkem	519,39	-	-	105,00	519,39	-	-	359,61
Tepelné vazby		(519,39·0,02)		10,39	(výsledek podrobného výpočtu)			51,94
Celková měrná ztráta prostupem tepla				115,39				411,55
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}	Požadovaná hodnota:		0,222					0,792
	Doporučená hodnota:		0,167					
Klasifikační třída obálky budovy				3,567	Třída G- mimořádně nehospodárná			

Tabulka 52: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

4. Strojovna VZT přístavba

Název zóny	Strojovna přístavba
Převažující teplota v zóně	5 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	316,69

Tabulka 53: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Stěna obvodová SO1	138,94	4,80	1,00	666,91	138,94	1,21	1,00	167,56
Okna	9,60	3,50	1,00	33,60	9,60	2,80	1,00	26,88
Střecha plochá SCH3	168,15	3,80	1,00	638,97	168,15	3,15	1,00	530,35
Celkem	316,69	-	-	1339,48	316,69	-	-	724,79
Tepelné vazby		(316,69·0,02)		6,33	(výsledek podrobného výpočtu)			22,17
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1345,82				746,96
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}		Požadovaná hodnota:		4,250				2,359
		Doporučená hodnota:		3,187				
Klasifikační třída obálky budovy				0,555	Třída B- úsporná			

Tabulka 54: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

3.2.4 Vyhodnocení tepelných ztrát stávajícího stavu objektu

Rozdělení tepelných ztrát pro jednotlivé zóny

Číslo zóny	Vnitřní výpočtová teplota t_i [°C]	Venkovní výpočtová teplota t_e [°C]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla H_t [W/K]	Měrná tepelná ztráta větráním H_v [W/K]	Tepelná ztráta prostupem tepla Q_T [W]	Tepelná ztráta větráním Q_v [W]	Celková tepelná ztráta Q [kW]
1	4,00	-12,00	88,50	48,30	1416,00	772,80	2,19
2	18,00	-12,00	102,40	44,20	3072,00	1326,00	4,40
3	8,00	-12,00	352,70	57,80	7054,00	1156,00	8,21
4	18,00	-12,00	180,60	86,00	5418,00	2580,00	8,00
5	18,00	-12,00	46,10	35,60	1383,00	1068,00	2,45
6	20,00	-12,00	57,20	57,10	1830,40	1827,20	3,66
7	15,00	-12,00	165,50	52,50	4468,50	1417,50	5,89
8	18,00	-12,00	575,50	215,50	17265,00	6465,00	23,73
9	5,00	-12,00	7094,29	19141,10	120602,94	325398,70	446,00
10	18,00	-12,00	409,70	58,80	12291,00	1764,00	14,06
11	5,00	-12,00	746,80	99,80	12695,60	1696,60	14,39
Celkem			9819,29	19896,70	187496,44	345471,80	532,97

Tabulka 55: Tepelné ztráty jednotlivých zón

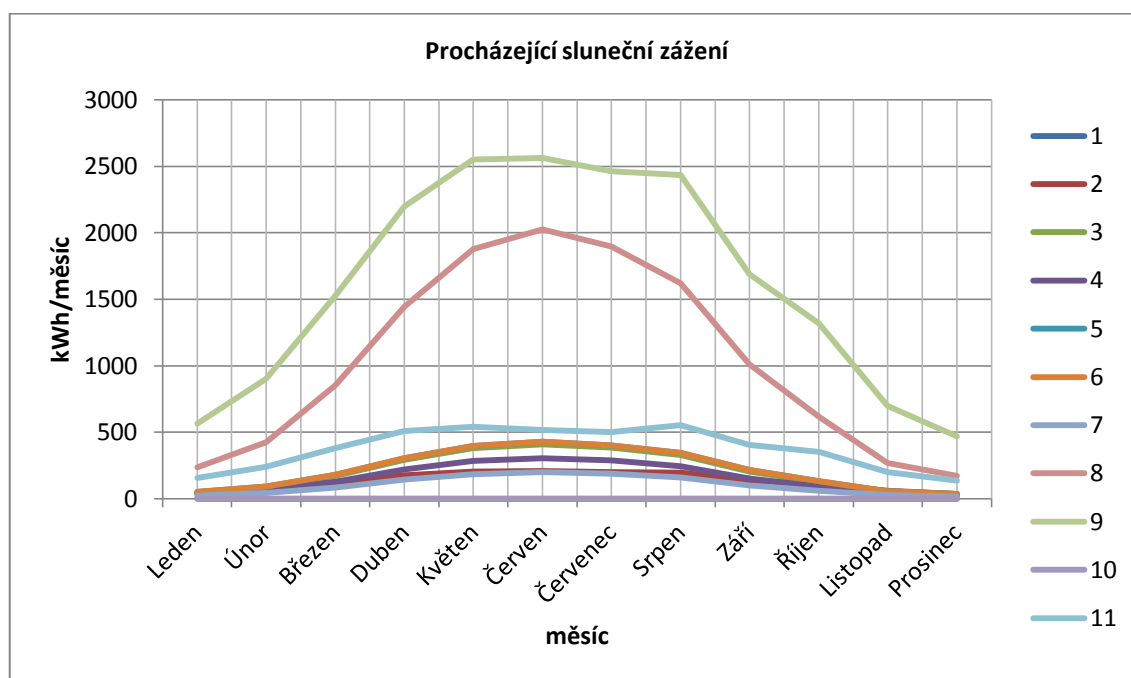
Číslo zóny	Název zóny
1	Garáž rolby
2	Šatny
3	Komunikační prostory, vrátnice
4	Šatny 1. NP
5	Zasedací místnost
6	Rehabilitace
7	Posilovna
8	Baletní sál, tělocvična
9	Hala s ledovou plochou
10	Šatny přístavba
11	Strojovna VZT

Tabulka 56: Seznam hodnocených zón

3.2.5 Vyhodnocení zisků z oslunění stávajícího stavu objektu

Číslo zóny/měsíc	1 [kWh]	2 [kWh]	3 [kWh]	4 [kWh]	5 [kWh]	6 [kWh]	7 [kWh]	8 [kWh]	9 [kWh]	10[kWh]	11 [kWh]
Leden	0	46,1	47,7	35,6	49,8	49,8	23,3	235	565,2	0	157,5
Únor	0	73,9	86	64,3	90	90	42	424,2	901,6	0	240,9
Březen	0	124	173,2	129,4	181,1	181,1	84,5	854,2	1526,8	0	380,1
Duben	0	174,9	293	218,8	306,3	306,3	143	1444,6	2198	0	507,6
Květen	0	206,2	380,7	284,4	398,1	398,1	185,8	1877,4	2551,2	0	542,3
Červen	0	206,5	410,4	306,5	429,1	429,1	200,3	2023,6	2561,6	0	515,8
Červenec	0	199,9	384,8	287,4	402,4	402,4	187,8	1897,5	2461,5	0	502,9
Srpen	0	196,1	328,4	245,3	343,4	343,4	160,3	1619,5	2434,9	0	555,2
Září	0	138	205,2	153,3	214,6	214,6	100,1	1011,8	1688,6	0	406
Říjen	0	107,7	125,6	93,8	131,3	131,3	61,3	619,1	1320,4	0	354,3
Listopad	0	58,2	54,6	40,8	57,1	57,1	26,7	269,4	699,1	0	198,6
Prosinec	0	37,1	34,9	26	36,5	36,5	17	172	467,1	0	135,7

Tabulka 57: Zisky z oslunění



Graf 3: Zisky z oslunění

3.3 Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření s energií

Shrnutím všech dílčích hodnocení je možno dojít k závěrům určujícím další postup při navrhování energetických opatření s respektováním požadavků ČSN.

1. Stavební konstrukce – obvodové stěny, střecha, podlaha přilehlá k zemině a k suterénu nevyhovují požadavkům ČSN 730540-2(říjen 2011).
2. Celkový průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} nevyhovuje požadavkům normy ČSN 730540-2(říjen 2011).
3. Stávající otvorové výplně – kovová okna a dveře – nevyhovují požadavkům ČSN 730540-2 (říjen 2011) na součinitele prostupnosti tepla a vyžadují rekonstrukci.
4. Stávající zdroje tepla provozní části budovy, elektrické kotle, způsobují svým provozem nadměrnou ekonomickou a ekologickou zátěž a je vhodné je nahradit úspornějšími zdroji.
5. Stávající způsob přípravy teplé vody, pomocí elektrických vložek v zásobnících, způsobuje svým provozem nadměrnou ekonomickou a ekologickou zátěž a je vhodné ho nahradit úspornějšími způsoby přípravy teplé vody.
6. Jako vhodné se jeví zvážení instalace zdrojů využívajících obnovitelné zdroje energie či alternativní zdroje tepla.
7. Stávající způsob regulace vytápění a chlazení je pro účely provozování objektu dostatečně efektivní.
8. Bylo by vhodné zavést měření odběru chladu ze sousední haly Rondo a na jeho základě provádět vyúčtování plateb za chlad. Současná situace, kdy platby za chlad jsou stanoveny paušálně bez jakýchkoliv odečtů, je pro provozovatele objektu nepřehledná.
9. Stávající způsob využívání odpadního tepla z chlazení pro přípravu vody pro účely rolby je efektivní s minimální ekonomickou zátěží pro provozovatele objektu.

3.3.1 Stanovení potřeby a spotřeby energie pro výrobu tepla

Energetická bilance byla zpracována pomocí výpočetního nástroje Protech v kombinaci s vlastními výpočty. Jako vstupní údaje byly použity informace o skutečném provozu objektu, vnitřní výpočtové teplotě a intenzitě větrání.

Potřeba a spotřeba energie pro zdroj elektrokotel

Potřeba tepla pro vytápění [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
1	0,52	0,36	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,33	1,29
2	1,79	1,46	1,16	0,61	0,14	0,00	0,00	0,00	0,15	0,70	1,26	1,61	8,89
3	2,70	2,04	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	2,17	9,16
4	3,12	2,62	2,12	1,15	0,26	0,00	0,00	0,00	0,30	1,28	2,22	2,79	15,88
5	0,69	0,49	0,21	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,42	0,62	2,67
6	0,45	0,30	0,13	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,19	0,36	1,61
7	1,81	1,42	0,86	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,26	1,09	1,55	7,17
8	9,20	7,31	5,20	2,44	0,72	0,00	0,00	0,00	0,85	3,11	6,39	8,30	43,52
celkem	20,27	15,99	10,69	4,50	1,17	0,00	0,00	0,00	1,36	5,55	12,91	17,73	90,19

Tabulka 58: Potřeba tepla pro vytápění

Energie dodaná teplovodním systémem [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
1	0,69	0,48	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,45	1,73
2	1,76	1,43	1,12	0,56	0,10	0,00	0,00	0,00	0,12	0,65	1,22	1,58	8,55
3	3,52	2,66	1,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	2,83	11,97
4	4,08	3,42	2,77	1,51	0,34	0,00	0,00	0,00	0,39	1,68	2,90	3,64	20,74
5	0,90	0,64	0,28	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,15	0,53	0,81	3,46
6	0,59	0,40	0,18	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,10	0,24	0,47	2,11
7	2,36	1,85	1,12	0,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,35	1,43	2,02	9,37
8	12,02	9,54	6,79	3,18	0,94	0,00	0,00	0,00	1,12	4,06	8,35	10,85	56,84
celkem	25,92	20,43	13,56	5,63	1,45	0,00	0,00	0,00	1,70	6,99	16,43	22,65	114,76

Tabulka 59: Energie dodaná teplovodním systémem

Spotřeba energie pro vytápění – elektrická energie [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
1	0,74	0,51	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,48	1,84
2	2,85	2,03	1,62	0,85	0,20	0,00	0,00	0,00	0,21	0,97	1,74	2,23	12,71
3	3,75	2,83	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	3,01	12,73
4	4,34	3,64	2,95	1,60	0,37	0,00	0,00	0,00	0,41	1,78	3,09	3,88	22,06
5	0,96	0,68	0,30	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,59	0,86	3,71
6	0,63	0,42	0,19	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,11	0,26	0,50	2,24
7	2,51	1,97	1,19	0,21	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,37	1,52	2,15	9,96
8	12,78	10,15	7,22	3,38	1,00	0,00	0,00	0,00	1,19	4,32	8,88	11,54	60,47
celkem	28,55	22,24	14,86	6,25	1,63	0,00	0,00	0,00	1,90	7,71	17,94	24,65	125,73

Tabulka 60: Spotřeba energie pro vytápění - elektrokotel

Potřeba a spotřeba energie pro zdroj dálkového tepla

Potřeba tepla pro vytápění [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	39,09	27,94	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	24,50	101,32
10	6,62	5,59	4,82	3,13	1,37	0,00	0,00	0,00	1,25	3,16	4,84	5,97	36,74
11	3,81	2,67	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	2,70	10,61
celkem	49,52	36,20	9,12	3,13	1,37	0,00	0,00	0,00	1,25	3,16	11,75	33,17	148,67

Tabulka 61: Potřeba tepla pro vytápění

Energie dodaná teplovodním a teplovzdušným systémem [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	56,08	40,09	5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,61	35,15	145,37
10	9,16	7,74	6,67	4,33	1,89	0,00	0,00	0,00	1,73	4,37	6,69	8,26	50,85
11	5,10	3,56	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	3,61	14,18
celkem	70,34	51,39	12,79	4,33	1,89	0,00	0,00	0,00	1,73	4,37	16,53	47,02	210,40

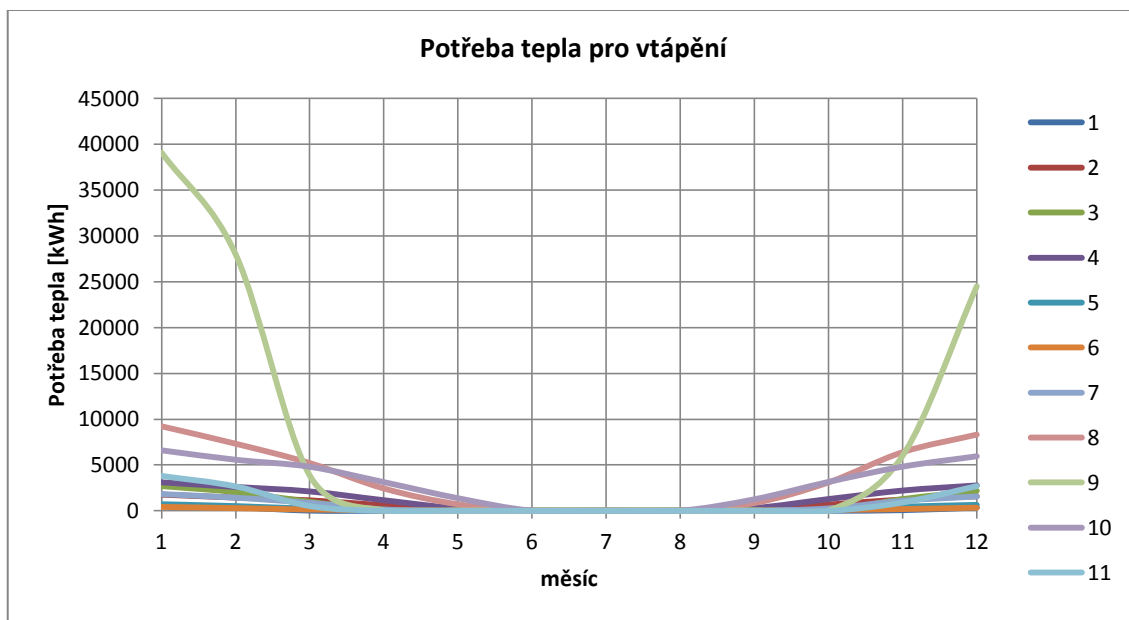
Tabulka 62: Energie dodaná teplovodním a teplovzdušným systémem

Spotřeba energie pro vytápění – teplo [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	60,95	43,58	5,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,36	38,21	158,01
10	9,96	8,41	7,25	4,71	2,06	0,00	0,00	0,00	1,89	4,75	7,28	8,98	55,28
11	5,54	3,87	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	3,92	15,41
celkem	76,45	55,86	13,90	4,71	2,06	0,00	0,00	0,00	1,89	4,75	17,96	51,11	228,70

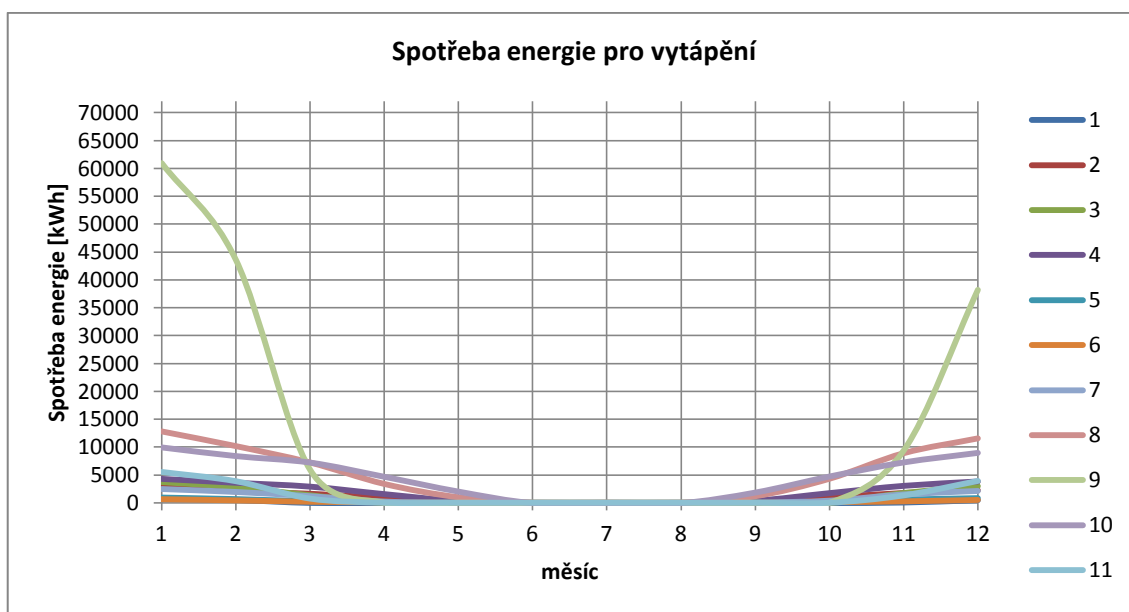
Tabulka 63: Spotřeba energie pro vytápění - teplo

Číslo zóny	Název zóny
1	Garáž rolby
2	Šatny
3	Komunikační prostory, vrátnice
4	Šatny 1. NP
5	Zasedací místnost
6	Rehabilitace
7	Posilovna
8	Baletní sál, tělocvična
9	Hala s ledovou plochou
10	Šatny přístavba
11	Strojovna VZT

Tabulka 64: Seznam zón



Graf 4: Potřeba tepla pro vytápění



Graf 5: Spotřeba energie pro vytápění

3.3.2 Stanovení potřeby a spotřeby energie pro výrobu chladu

Při stanovení bylo vycházeno z energetické bilance. Bylo zjištěno, že v porovnání s fakturačními hodnotami předloženými provozovatelem objektu, vyvstávají ve spotřebě energie na chlazení značné rozdíly. Rozdíly jsou způsobeny rozsáhlým pokrytím spotřeby chladu pro prostory haly chladem z ledové plochy. Větrání haly probíhá přes směšovací komory ve VZT jednotkách, v nichž je chladný vzduch z haly mísen s podílem vzduchu z venkovního prostředí. Chladiče ve VZT jednotkách pouze dochlazují vzduch po smísení na požadované teploty. Z tohoto důvodu byly spotřeby elektrické energie pro výrobu chladu chladicí jednotkou pro chlazení prostoru haly s ledovou plochou redukovány dle skutečného stavu.

Potřeba chladu [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	0,00	0,00	13,03	76,56	168,86	0,00	0,00	250,22	169,19	85,31	12,31	8,00	783,49

Tabulka 65: Potřeba chladu

Energie dodaná chladícím systémem [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	0,00	0,00	17,87	105,02	231,39	0,00	0,00	343,24	232,09	117,03	16,89	10,98	1074,50

Tabulka 66: Energie dodaná chladícím systémem

Spotřeba energie pro chlazení [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	0,00	0,00	6,16	36,21	79,79	0,00	0,00	118,36	90,03	40,35	5,82	3,79	380,52

Tabulka 67: Spotřeba energie pro chlazení

Výčíslení sledovaných veličin po úpravách:

Energie dodaná chladícím systémem [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	0,00	0,00	3,99	23,46	51,69	0,00	0,00	76,68	58,33	26,14	3,77	2,45	246,51

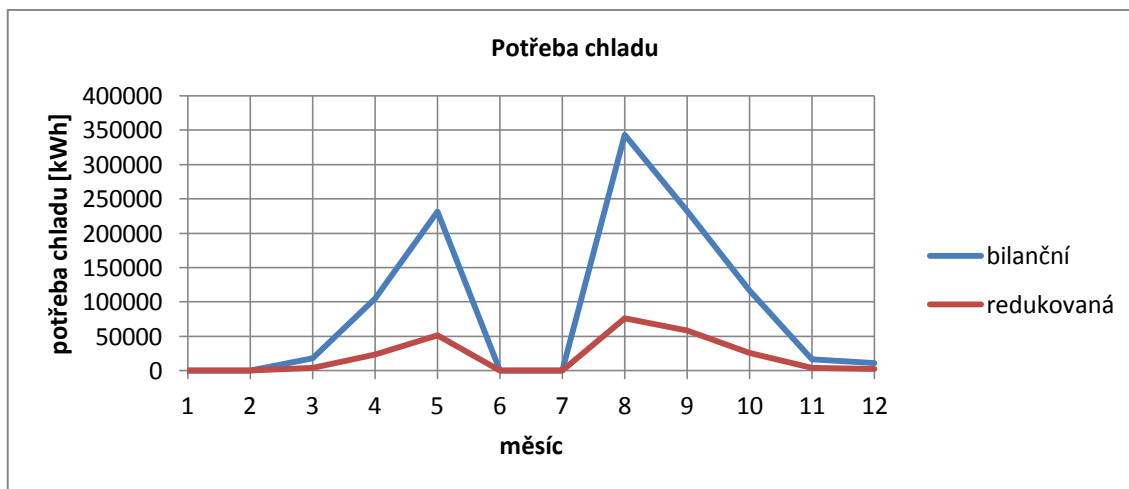
Tabulka 68: Energie dodaná chladícím systémem redukována

Spotřeba elektrické energie pro chlazení [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	0,00	0,00	1,38	8,09	17,82	0,00	0,00	26,44	20,11	9,01	1,30	0,85	85,00

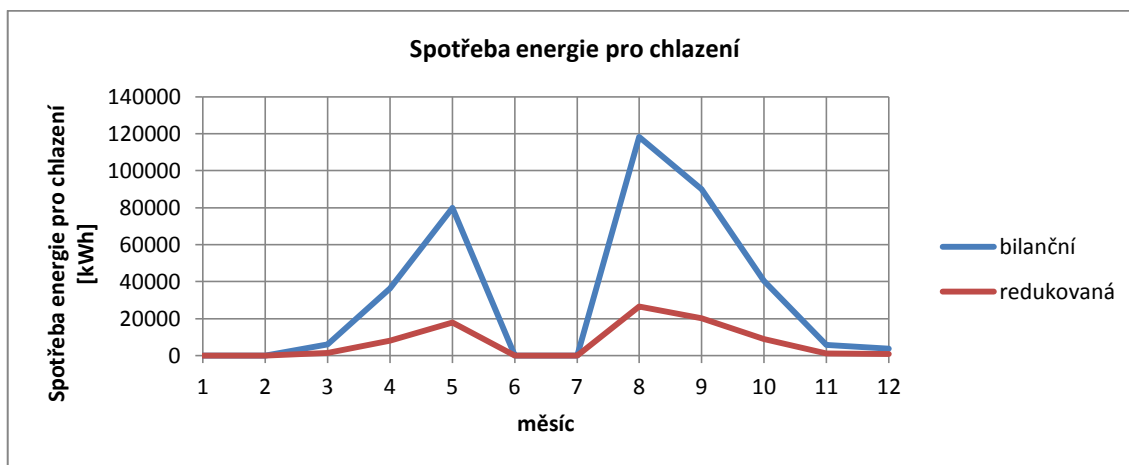
Tabulka 69: Spotřeba energie pro chlazení redukováná

Číslo zóny	Název zóny
9	Hala s ledovou plochou

Tabulka 70: Popis zón



Graf 6: Potřeba chladu



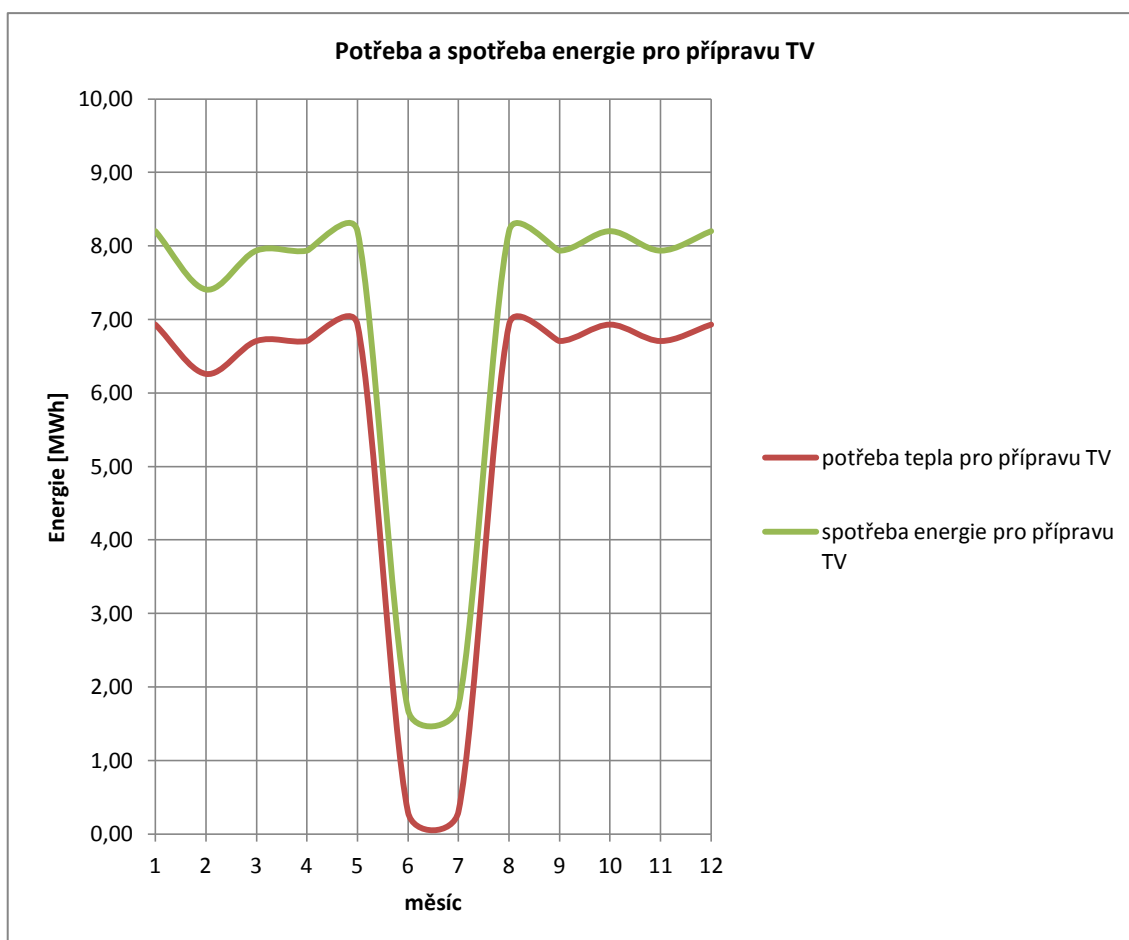
Graf 7: Spotřeba energie pro chlazení

3.3.3 Stanovení potřeby a spotřeby energie pro přípravu teplé vody

Při stanovení potřeby teplé vody bylo vycházeno z údajů poskytnutých správcem objektu. Dle odečtů prováděných denně v objektu činí potřeba množství teplé vody při běžném provozu objektu 4 m³/den. V době provozní přestávky je teplá voda využívána pouze pro úklid.

TV [MWh]													celkem MWh
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
počet dní	31	28	30	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
potřeba tepla pro přípravu TV	6,93	6,26	6,70	6,70	6,93	0,30	0,31	6,93	6,70	6,93	6,70	6,93	68,31
spotřeba energie pro přípravu TV	8,20	7,41	7,94	7,94	8,20	1,69	1,74	8,20	7,94	8,20	7,94	8,20	83,61

Tabulka 71: Potřeba a spotřeba energie pro přípravu TV



Graf 8: Potřeba a spotřeba energie pro přípravu TV

3.3.4 Stanovení spotřeby energie pro provoz vzduchotechnických systémů

Ventilátory	Přívodní
Příkon	22 kW
Počet provozních hodin za týden	80
Objemový průtok	54000 m ³ /hod
Spotřeba energie	33,77 MWh/rok

Tabulka 72: Spotřeba energie pro větrání

Ventilátory	Odvodní
Příkon	18 kW
Počet provozních hodin za týden	80
Objemový průtok	50000 m ³ /hod
Spotřeba energie	15,63 MWh/rok

Tabulka 73: Spotřeba energie pro větrání

3.3.5 Stanovení spotřeby energie pro osvětlení

Spotřeba energie pro osvětlení byla stanovena na základě informací od provozovatele objektu s ohledem na reálnou dobu svícení a použité zdroje. Pro výpočet spotřeby energie pro osvětlení byla použita metodika dle TNI 73 0327, výpočetní metoda LENI.

Zdroje	Zářivkové zdroje, místy žárovkové zdroje
Spotřeba energie	38,4 MWh/rok

Tabulka 74: Spotřeba energie pro osvětlení

3.4 Celková energetická bilance

Ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 75: Energetická bilance stávajícího stavu

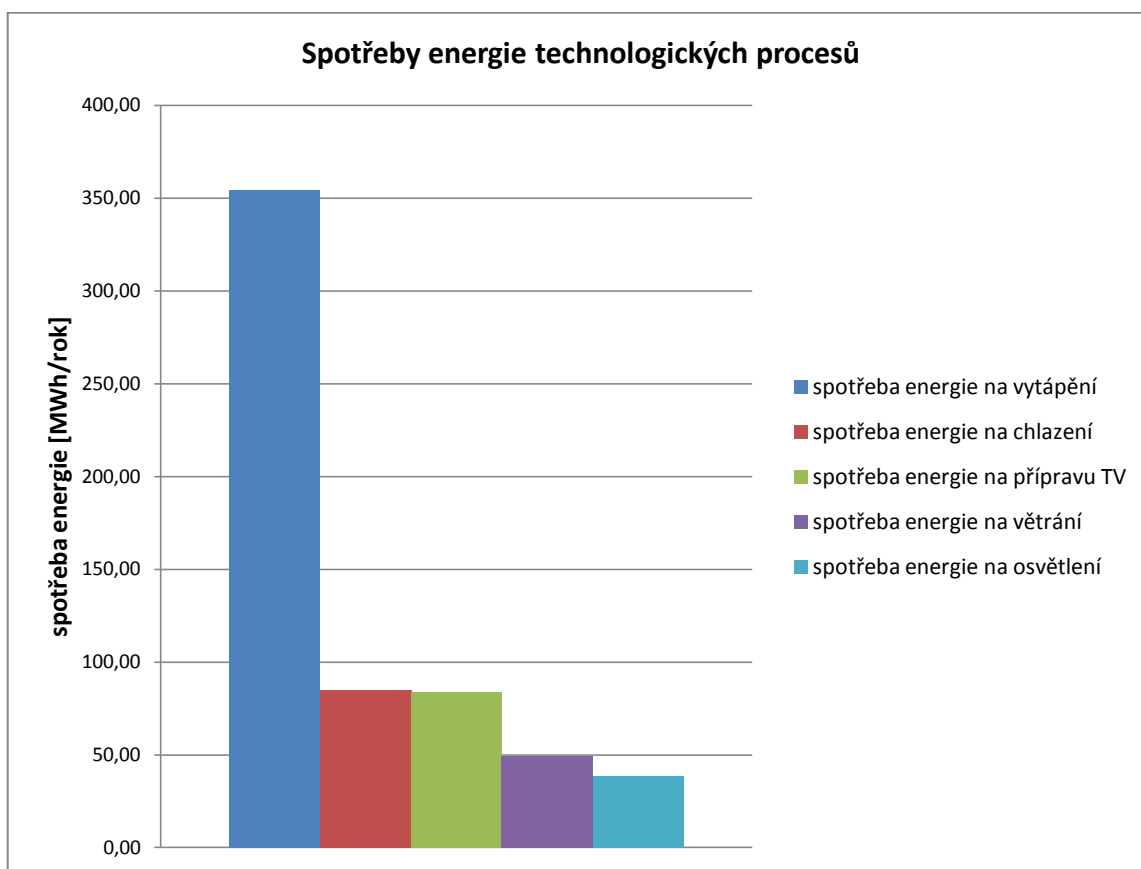
Poznámka:

- (ř. 6) Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie – ztráty jsou zahrnuty v jednotlivých technologických procesech a nebyly vyčíslovány zvlášť.
- (ř. 13) Spotřeba energie na chlazení ledové plochy je zahrnuta ve spotřebě energie na technologické procesy.
- Ceny energií jsou uvažovány včetně DPH v cenových úrovních roku 2013.

Rozdělení spotřeb dle energonositelů a porovnání s fakturací

Energonositel	Bilanční hodnoty			Fakturační vstupy – průměr 2011-2013			Fakturační vstupy - 2013		
	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	1408,13	391,15	1324,70	1390,93	386,37	-	1375,6	382,11	1294,1
Teplo (hala Rondo)	823,30	228,70	424,17	837,67	232,67	-	717,0	199,17	369,4
Chlad (hala Rondo)	4619,38	1283,16	2873,26	-	-	-	-	-	2211,55
Celkem	6850,82	1903,01	4622,12	-	-	-	-	-	3875,04

Tabulka 76: Rozdělení spotřeb dle energonositelů



Graf 9: Spotřeba energií pro jednotlivá technická zařízení budov

4. NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

V rámci navrhovaných opatření jsou všechny uvedené ceny uvažovány včetně DPH.

U některých opatření bylo nutné vypracovat dva druhy rozpočtových nákladů a vyhodnocení, s ohledem na později navrhované varianty. Legenda navrhovaných variant je u těchto opatření pro přehlednost uvedena.

V rámci návrhů opatření bylo vycházeno z požadavků z hlediska provozovatele objektu a z hlediska finanční realizovatelnosti pro provozovatele objektu. Proto jsou navrhovaná opatření zejména pro provozní část objektu, která je vytápěná elektrickou energií a její provoz tvoří velkou finanční zátěž pro provozovatele objektu. Část přístavby je vytápěna z předávací stanice v hale Rondo a vzhledem k nedávné renovaci by nebylo vhodné provádět změny. Jako velmi neefektivní se jeví přívod chladu pro chlazení ledové plochy ze sousední haly Rondo. Tyto spotřeby nejsou nijak měřeny a jsou účtovány paušální částkou bez ohledu na skutečné spotřeby chladu. Bylo by vhodné provádět pravidelné odečty odebraného chladu na měřících zařízeních v závislosti na nich provádět fakturaci. Instalace měřících zařízení a úprava fakturace je dle slov provozovatele objektu ze strany dodavatele chladu v dohledné době nerealizovatelná, proto nebyla navrhována opatření týkající se dodávek chladu.

4.1 Instalace plynových kotlů

Navržené opatření spočívá ve vybudování plynové kotelny v provozní části objektu. Otopná soustava je v dobrém technickém stavu, proto je vhodné její zachování v co největší míře. Otopná soustava bude zachována od stávajících rozdělovačů a sběračů po otopná tělesa.

Pro instalaci plynových kotlů je třeba vybudovat přípojku plynu k objektu.

Jako nový zdroj tepla pro vytápění pro variantu 7 jsou navrženy dva stacionární plynové kotle Vaillant typu VK314/8-E atmoVIT exklusive, každý o výkonu 31,7 kW. Jako nový zdroj tepla pro vytápění pro variantu 1 jsou navrženy dva stacionární plynové kotle Vaillant typu VK264/8-E atmoVIT exklusive, každý o výkonu 26,6 kW. Tyto kotle jsou dvoustupňové, umožňují provoz na 55 % jmenovitého výkonu. Jsou vybaveny přerušovači tahu. Dále je třeba nainstalovat potřebné součásti kotlového okruhu. Bude obsahovat potřebné armatury, oběhové čerpadlo a zabezpečovací zařízení. Expanzní nádoba se využije stávající. Součástí dodávky bude regulace.

Pro přípravu teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníkové ohřívače teplé vody Regulus RBC 500HP, každý o objemu 500 l. Tyto budou napojeny na stávající cirkulaci teplé vody v objektu. Pro přípravu teplé vody je navržen vlastní zdroj, plynový kotel Vaillant typu VK 324/1-5 atmoVIT o výkonu 31,5 kW. Dále bude instalováno zabezpečovací zařízení, oběhové čerpadlo a rozdělovač a sběrač pro připojení jednotlivých zásobníků.

Pro instalaci plynových kotlů je potřeba zřídit spalínovou cestu pro všechny instalované plynové spotřebiče.



Obrázek 19: Vaillant atmoVIT exklusive, Vaillant atmoVIT

Rozpočtové ukazatele pro variantu 7

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena v Kč včetně DPH
Přípojka plynu	146410
Plynový kotel Vaillant VK314/8-E atmoVIT exclusive 2x	142804
Armatury	12254
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-40	8856
Ekvitermní regulátor colorMATIC	14520
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Plynový kotel Vaillant VK 324/1-5 atmoVIT	44407
Expanzní nádoba Ferro 80 I	2108
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-50	9261
Armatury	6300
Spalinová cesta	30000
Instalace spotřebičů	5324
Revize	4356
Projekční práce	18500
Stavební úpravy	32390
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Celkem	619290

Tabulka 77: Rozpočtové ukazatele O1 pro V7

Vyhodnocení pro variantu 7

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Instalace plynových kotlů	619,29	440,91	1138,45	440,65	753,32	0,26	385132,16

Tabulka 78: Vyhodnocení O1 pro V7

Varianta	Opatření
Varianta 7	Instalace plynových kotlů

Tabulka 79: Popis V7

Rozpočtové ukazatele pro variantu 1

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena v Kč včetně DPH
Přípojka plynu	146410
Plynový kotel Vaillant VK264/8-E atmoVIT exclusive 2x	131890
Armatury	12254
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-40	8856
Ekvitermní regulátor colorMATIC	14520
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Plynový kotel Vaillant VK 324/1-5 atmoVIT	44407
Expanzní nádoba Ferro 80 I	2108
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-50	9261
Armatury	6300
Spalinová cesta	30000
Instalace spotřebičů	5324
Revize	4356
Projekční práce	18500
Stavební úpravy	32390
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Celkem	608376

Tabulka 80: Rozpočtové ukazatele O1 pro V1

Vyhodnocení pro variantu 1

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Instalace plynových kotlů+TI	608,38	366,87	910,21	366,26	633,62	0,60	276596,99

Tabulka 81: Vyhodnocení O1 pro V1

Varianta	Opatření
Varianta 1	Zateplení
	Instalace plynových kotlů

Tabulka 82: Popis V1

4.2 Připojení k CZT

Navrhované opatření spočívá v návrhu připojení k centrálnímu zásobování teplem Teplárnami Brno. Pro připojení k CZT je nutné vybudovat přípojku k objektu a předávací stanici. V lokalitě umístění objektu se nachází parovod. V rámci provedení opatření je navrženo zbudování předávací stanice v objektu, bude instalován deskový výměník o výkonu 120 kW. Teplo z předávací stanice bude použito pro vytápění a pro přípravu teplé vody v provozní části objektu. Součástí dodávky bude regulace.

Pro přípravu teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníkové ohřívače teplé vody Regulus RBC 500HP, každý o objemu 500 l. Tyto budou napojeny na stávající cirkulaci v objektu.

Otopná soustava je v dobrém technickém stavu, proto je vhodné její zachování v co největší míře. Otopná soustava bude zachována od stávajících rozdělovačů a sběračů po otopná tělesa.

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Technologická část	421816,9
Topné zkoušky a nátery	19844
Montáž	57415,7
Demontáž	105998,4
Projektová dokumentace	60500
Stavební úpravy	30855
Vedlejší rozpočtové náklady	38647
Měření a regulace	265850,3
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Celkem	1142727

Tabulka 83: Rozpočtové ukazatele O2

Vyhodnocení pro variantu 9

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
CZT	1142,73	440,91	1138,45	443,89	965,83	-2,99	172625,22

Tabulka 84: Vyhodnocení O2 pro V9

Varianta	Opatření
Varianta 9	Připojení k CZT

Tabulka 85: Popis V9

Vyhodnocení pro variantu 3

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Připojení k CZT	1142,727	366,87	910,21	369,58	787,98	-2,72	122233,82

Tabulka 86: Vyhodnocení O2 pro V3

Varianta	Opatření
Varianta 3	Zateplení
	Připojení k CZT

Tabulka 87: Popis V3

4.3 Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

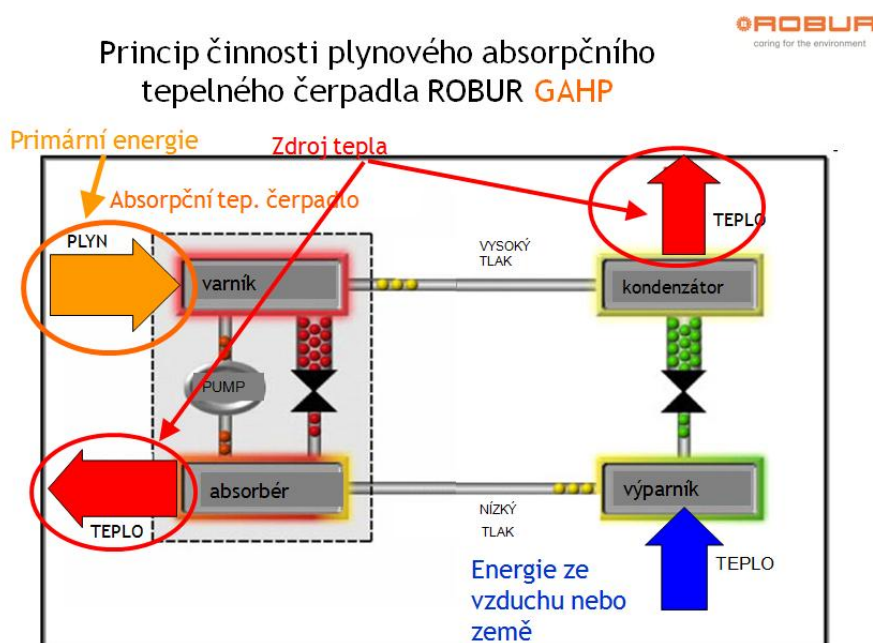
Navrhované opatření spočívá v nahrazení stávajících zdrojů tepla provozní části objektu plynovým tepelným čerpadlem Robur PRO GAHP A typu HT pro vysokoteplotní aplikace. Součástí opatření je vybudování nových rozvodů tepla od tepelných čerpadel po technickou místnost, instalace anuloidu, instalaci oběhových čerpadel, zabezpečovacího zařízení, elektrických instalací. Dále instalaci bivalentního zdroje tepla v podobě plynového kotle Vaillant VK 424/8 – E atmoVIT Exclusive pro variantu 8 a plynového kotle Vaillant VK264/8-E atmoVIT exclusive pro variantu 2. Součástí dodávky bude regulace.

Otopná soustava je v dobrém technickém stavu, proto je vhodné její zachování v co největší míře. Otopná soustava bude zachována od stávajících rozdělovačů a sběračů po otopná tělesa.

Plynové tepelné čerpadlo funguje na základě absorpce, tedy rozpouštění plynu v kapalině. Jedná se o čtyři základní procesy. Komprese chladiva a nárůst teploty, předání tepla do topného systému kondenzace, expanze, přestup tepla do chladiva z obnovitelného zdroje a odpaření. Pro kompresi chladiva je u plynového TČ využita tepelná energie vzniklá hořením plynu. Ohříváním směsi vody s chladivem dochází k odpaření chladiva a nárůstu tlaku v celém okruhu. Teplo je dále předáno do topného

systému a chladivo kondenzuje. Potom chladivo prochází přes expanzní ventil, zde dochází ke snížení tlaku. Na konci okruhu je chladivo pohlceno zpět do vody a tato směs je pomocí pumpy dopravena zpět do varníku. Celý proces pak začíná znovu.

Tepelné čerpadlo je navrženo v paralelně bivalentním způsobu provozu s plynovým kotlem. Bod bivalence je navržen při 4 °C, při nižších teplotách bude topná voda dohřívána na požadovanou výstupní teplotu v plynovém kotli. Tepelné čerpadlo je navrženo pro vytápění.



Obrázek 20: Princip činnosti plynového absorpčního tepelného čerpadla.

[8]

Pro přípravu teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníkové ohřívače teplé vody Regulus RBC 500HP, každý o objemu 500 l. Tyto budou napojeny na stávající cirkulaci teplé vody v objektu. Pro přípravu teplé vody je navržen vlastní zdroj, plynový kotel Vaillant typu VK 324/1-5 atmoVIT o výkonu 31,5 kW. Dále bude instalováno zabezpečovací zařízení, oběhové čerpadlo a potřebné armatury. Pro instalaci plynových kotlů je potřeba zřídit spalínovou cestu pro všechny instalované plynové spotřebiče.



Obrázek 21: Robur PRO GAHP A typu HT

[9]

Rozpočtové ukazatele pro variantu 8

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
TČ Robur GAHP – A HT	464761
Plynový kotel Vaillant VK 424/8 – E atmoVIT Exclusive	83732
Anuloid	4134
Armatury	20854
Regulace	12000
Přípojka zemního plynu	142804
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-40	8856
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Plynový kotel Vaillant VK 324/1-5 atmoVIT	44407
Expanzní nádoba Ferro 80 l	2108
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-50	9261
Armatury	6300
Spalinová cesta	14750
Instalace spotřebičů	3993
Revize	4356
Projekční práce	23000
Stavební úpravy	27850
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Celkem	1014966

Tabulka 88: Rozpočtové ukazatele O3 pro V8

Vyhodnocení pro variantu 8

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Tepelné čerpadlo+plynový kotel	1014,97	440,91	1138,45	416,32	715,64	24,58	422808,68

Tabulka 89: Vyhodnocení O3 pro V8

Varianta	Opatření
Varianta 8	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 90: Popis V8

Rozpočtové ukazatele pro variantu 2

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
TČ Robur GAHP – A HT	464761
Plynový kotel Vaillant VK264/8-E atmoVIT exclusive	65945
Anuloid	4134
Armatury	20854
Regulace	12000
Přípojka zemního plynu	142804
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-40	8856
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Plynový kotel Vaillant VK 324/1-5 atmoVIT	44407
Expanzní nádoba Ferro 80 l	2108
Oběhové čerpadlo Grunfos Alpha2 32-50	9261
Armatury	6300
Spalinová cesta	23850
Instalace spotřebičů	3993
Revize	4356
Projekční práce	23000
Stavební úpravy	27850
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Celkem	1006279

Tabulka 91: Rozpočtové ukazatele O3 pro V2

Vyhodnocení pro variantu 2

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Tepelné čerpadlo+plynový kotel+TI	1006,28	366,87	910,21	354,81	615,88	12,05	294328,15

Tabulka 92: Vyhodnocení O3 pro V2

Varianta	Opatření
Varianta 2	Zateplení
	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 93: Popis V2

4.4 Instalace fotovoltaických panelů

Navrhované opatření spočívá v instalaci fotovoltaických panelů na plochou střechu provozní části objektu. Jsou navrženy polykrystalické panely ReneSola Virtus II 250 Wp v počtu 60 ks. Polykrystalické panely jsou tvořeny z křemíku, který je z několika krystalů. Na základě principu fotoelektrického jevu přeměňují energii dopadajících fotonů na elektrický proud. Panely budou instalovány na plochou střechu objektu se sklonem 30°, potřebná plocha střechy pro instalaci je 221 m². Elektrárna bude napojena na stávající rozvod nízkého napětí. Bude instalován měnič, kabely, rozvaděč a nosná konstrukce.

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
FV panely ReneSola – Virtus 250Wp, 60ks	269314,54
Měnič GoodWe GW-15K-DT (3f.)	55357,5
Nosné konstrukce	50172,65
Kabely, rozvaděč	38720,0
Projekt, administrativa, revize, licence	28072,0
Práce a doprava	103127,09
Celkem	544763,78

Tabulka 94: Rozpočtové ukazatele O4

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Fotovoltaické panely	554,76	380,25	1287,80	348,35	1179,77	31,90	108035,73

Tabulka 95: Vyhodnocení O4

4.5 Instalace kogenerační jednotky

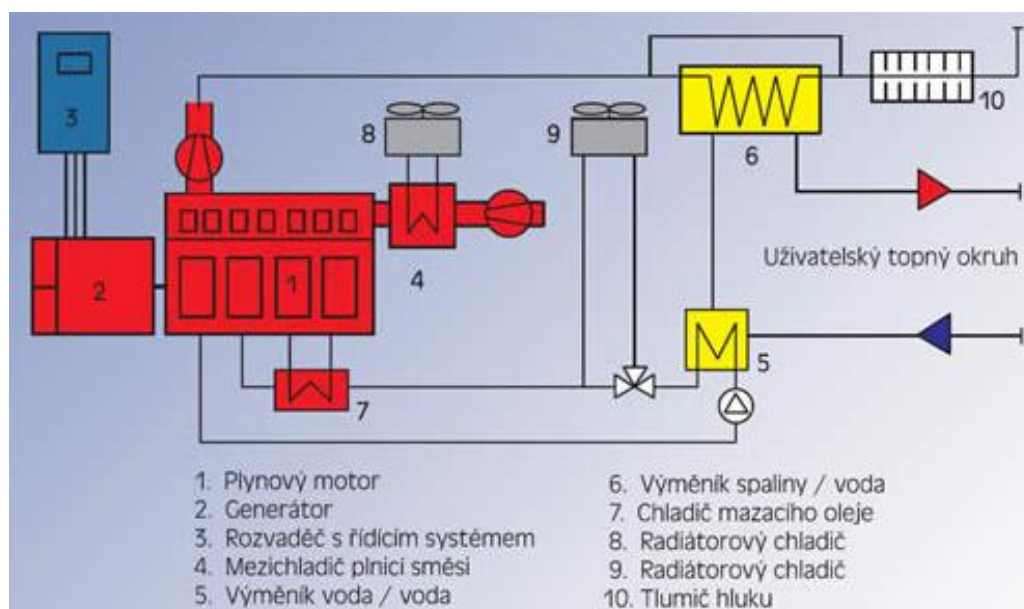
Navržené opatření spočívá v instalaci kogenerační jednotky, která nahradí stávající zdroj tepla provozní části objektu a pokryje část spotřeby elektrické energie. Je navržena kogenerační jednotka Tedom Micro T30 AP 2 kusy. Součástí dodávky je tepelný modul, elektrický rozvaděč, zaškolení obsluhy, zkušební provoz a uvedení do provozu. Dále nouzové chlazení včetně všech jeho součástí a propojení se stávajícími systémy. Stávající systémy od rozdělovače a sběrače umístěných v technické místnosti budou i nadále využívány. Pro kogenerační jednotku bude zbudován nový rozvaděč a prokabelování s jednotkou.

Kogenerační jednotka č. 1 bude sloužit pro vytápění objektu a kogenerační jednotka č. 2 pro přípravu teplé vody v objektu. Elektrická energie vyrobená v jednotkách bude využita pro další provoz objektu.

Pro přípravu teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníkové ohřívače teplé vody Regulus RBC 500HP, každý o objemu 500 l. Tyto budou napojeny na stávající cirkulaci teplé vody v objektu.

Kogenerační jednotky Tedom Micro T30 AP budou instalovány v technické místnosti objektu. Pro jejich účely bude zbudována spalínová cesta.

Kogenerační jednotky jsou zařízení ke společné výrobě tepla a elektřiny s vysokou účinností využití paliva. V zařízení je spojen spalovací motor, generátor, soustava výměníků a řídicí systém soustavy. Teplo z kogenerační jednotky je využíváno v objektu na vytápění a přípravu teplé vody, elektřina se používá pro vlastní spotřebu nebo dodává do sítě. Palivem navrhované jednotky je zemní plyn.



Obrázek 22: Příklad kogenerační jednotky.

[10]



Obrázek 23: Kogenerační jednotka Tedom Micro T30AP

[11]

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Kogenerační jednotka Micro T30 AP 2x, kapotované provedení včetně rozvaděče	2420000
Tepelný modul	
Elektrický rozvaděč	
Zaškolení obsluhy	
Zkušební provoz	
Propojení se stávajícími systémy	89600
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Doprava na místo	37800
Přídavný tlumič	3500
Fakturační měření	15000
Propojení KJ a nouzového chlazení	6700
Prokabelování KJ a rozvaděče	12540
Nouzové chlazení	441658
Spalinová cesta	30000
Stavební úpravy	28950
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Celkem	3227548

Tabulka 96: Rozpočtové ukazatele O5

Vyhodnocení pro variantu 10

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
KJ	3227,55	613,72	1723,72	606,40	1170,40	7,32	553328,51

Tabulka 97: Vyhodnocení O5 pro V10

Varianta	Opatření
Varianta 10	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 98: Popis V10

Vyhodnocení pro variantu 4

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
KJ	3227,55	539,68	1495,48	538,31	1108,12	1,37	387361,18

Tabulka 99: Vyhodnocení O5 pro V4

Varianta	Opatření
Varianta 4	Zateplení
	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 100: Popis V4

4.6 Zateplení obvodových stěn provozní části a přístavby

Navrhované opatření spočívá v zateplení obvodových stěn objektu (stávajících nezateplených) kontaktním zateplovacím systémem. Je navrženo zateplení pěnovým polystyrenem Isover EPS 100 F tl. 140 mm. Při zateplení stěn navrhovanou tloušťkou daného materiálu bude splněna doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U. Ostění oken bude zatepleno pěnovým polystyrenem Isover EPS 100 F tl. 30mm, sokl objektu bude zateplen Synthos XPS Prime 30 L tl. 80 mm. Zateplovaná část fasády bude opatřena novým fasádním nátěrem.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách	Upož/Udop
Obvodové stěny	485,95 m ²	1,209 W/m ² K	0,248 W/m ² K	0,3/0,25

Tabulka 101: Vlastnosti O6

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	l	Rv
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SO1	Z	0,248	Rsi		Odpor při přestupu			0,130
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			151-063	Z vr.	CD TÝN I tl.290 (1200)	290	0,490	0,592
			151-011	Z vr.	CP 290/140/65 (1700)	65	0,780	0,083
			107a-063	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (20-25)	140	0,038	3,684
			104a-028	Z vr.	ETICS-omítka silikátová*	30	0,800	0,037
			Rse		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: ΔU = 0.03 W/(m ² ·K)								
		U = 0,248			Σ	545		4,587

Tabulka 102: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla po úpravách SO1

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Isover EPS 100 F tl. 140 mm	185912,689
Isover EPS 100 F tl. 30mm	6670,5
Synthos XPS Prime 30 L tl. 80	16552,8
Lepidlo fasádní Weber.tmel 700	42066,1646
Perlinka fasádní Vertex R117	3687,3886
Talířová hmoždinka s plastovým šroubem Bravoll PTH SX 60/8	38108,199
Penetrace Weber	69947,643
Fasádní omítka Weber.pas silikát	36732,8633
Parapety oken	3136
Lešení, montáž, demontáž, doprava	60743,75
Zateplovací práce	481090,5
Celkem	944648,497

Tabulka 103: Rozpočtové ukazatele pro O6

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Zateplení obvodových stěn	944,65	354,42	849,96	323,26	762,53	31,16	87433,63

Tabulka 104: Vyhodnocení O6

4.7 Zateplení střechy provozní části

Navrhované opatření spočívá v zateplení nezateplené části ploché střechy nad provozní částí. Je navrženo zateplení tuhými těžkými deskami z kamenné vlny, Rockwool Monrock MAX E v tl. 160+140 mm. Tyto desky jsou pojené organickou pryskyřicí a v celém objemu hydrofobizované. Na tepelnou izolaci je navrženo vytvoření nového hydroizolačního souvrství sestávajícího z asfaltových pásů. Spodní podkladní vrstva bude tvořena asfaltovými pásy Dektrade Elastek 40 Special mineral, bodově natavovanými. Vrchní vrstva bude tvořena asfaltovými pásy Dektrade Elastek 40 Special Dekor, celoplošně natavovanými.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách	Upoř/Udop
Střecha plochá	375,03 m ²	1,513 W/m ² K	0,146 W/m ² K	0,24/0,16 W/m ² K

Tabulka 105: Vlastnosti O7

OK	ZZ	U	KC	Z/P	Vrstva	d	l	Rv
		W/(m ² ·K)				mm	W/(m·K)	m ² ·K/W
SCH1	Z	0,146	Rsi		Odpor při přestupu			0,100
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990	0,020
			101-022	Z vr.	Železobeton (2400)	200	1,580	0,127
			111-07	Z vr.	Škvára ulehlá	100	0,270	0,370
			101-011	Z vr.	Beton hutný (2100)	50	1,230	0,041
			404a-005	Z vr.	MONROCK MAX E	140	0,038	3,684
			404a-006	Z vr.	MONROCK MAX E	160	0,038	4,211
			141-02	Z vr.	Al fólie	0	0,210	0,000
			Rse		Odpor při přestupu			0,040
Korekční činitel: $\Delta U = 0.03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$								
		U = 0,146			Σ	670		8,593

Tabulka 106: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla po úpravách SCH1

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Tepelná izolace Rockwool Monrock MAX E tl. 160 mm	164960,70
Tepelná izolace Rockwool Monrock MAX E tl. 140 mm	144341,55
Podkladní Ap Dektrade Elastek 40 Special Mineral	56753,29
Vrchní Ap Dektrade Elastek 40 Special Dekor	58264,66
Práce	191265,30
Celkem	615585,49

Tabulka 107: Rozpočtové ukazatele O7

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Zateplení střechy	615,59	357,30	855,30	321,64	734,52	35,66	120775,97

Tabulka 108: Vyhodnocení O7

4.8 Výměna otvorových výplní v provozní části

Navrhované opatření spočívá ve výměně stávajících kovových výplní s jednoduchým zasklením za nové výplně s hliníkovými tříkomorovými rámy a s izolačními dvojskly. V rámci navrhovaného opatření je uvažováno s demontáží stávajících oken a s výměnou parapetů.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách	Upoř/Udop
Okna	49,8 m ²	2,8 W/m ² K	1,4 W/m ² K	1,5/1,2 W/m ² K

Tabulka 109: Vlastnosti O8

Investiční výdaje opatření	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Okna profil ALUPROF MB60+izolační dvojsklo (vč. Parapetů)	185014
Montáž+demontáž	22992,42
Celkem	208006,42

Tabulka 110: Rozpočtové ukazatele O8

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
Výměna oken	208,01	357,30	855,30	352,55	839,20	4,75	16094,61

Tabulka 111: Vyhodnocení O8

5. VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

Při vyhodnocení navrhovaných variant jsou veškeré ceny uvažovány včetně DPH.

Výsledky vyhodnocení jednotlivých variant jsou zatíženy synergickým efektem a nemusí být vždy prostým součtem jednotlivých opatření.

5.1 Navrhované varianty

5.1.1 Varianta 1

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O1 - Plynové kotle	608,38	1903,01	4622,12	1831,24	4122,62	71,77	499500,78
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	2376,62					71,77	499500,78

Tabulka 112: Vyhodnocení Varianty 1

5.1.2 Varianta 2

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O3 - Absorpční tepelné čerpadlo	1006,28	1903,01	4622,12	1819,79	4104,89	83,21	517231,94
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	2774,52					83,21	517231,94

Tabulka 113: Vyhodnocení Varianty 2

5.1.3 Varianta 3

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O2- CZT	1142,73	1903,01	4622,12	1834,56	4276,99	68,45	345137,61
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	2910,968					68,45	345137,61

Tabulka 114: Vyhodnocení Varianty 3

5.1.4 Varianta 4

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O5 - Kogenerační jednotka	3227,55	1903,01	4622,12	1830,47	4011,86	72,54	610264,97
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	4995,79					72,54	610264,97

Tabulka 115: Vyhodnocení Varianty 4

5.1.5 Varianta 5

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O4 - Fotovoltaické panely	554,76	1903,01	4622,12	1799,94	4291,18	103,06	330939,52
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	2323,00					103,06	330939,52

Tabulka 116: Vyhodnocení Varianty 5

5.1.6 Varianta 6

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O6 - Zateplení stěn	944,65	1903,01	4622,12	1831,84	4399,22	71,16	222903,79
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	1768,24					71,16	222903,79

Tabulka 117: Vyhodnocení Varianty 6

5.1.7 Varianta 7

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O1 - Plynové kotle	619,29	1903,01	4622,12	1902,75	4236,99	0,26	385132,16

Tabulka 118: Vyhodnocení Varianty 7

5.1.8 Varianta 8

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O3 - Absorpční TČ	1014,97	1903,01	4622,12	1878,42	4199,32	24,58	422808,68

Tabulka 119: Vyhodnocení Varianty 8

5.1.9 Varianta 9

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O2 - CZT	1142,73	1903,01	4622,12	1905,99	4449,50	-2,99	172625,22

Tabulka 120: Vyhodnocení Varianty 9

5.1.10 Varianta 10

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O5 - Kogenerační jednotka	3227,55	1903,01	4622,12	1895,69	4068,80	7,32	553328,51

Tabulka 121: Vyhodnocení Varianty 10

5.2 Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Ekonomické vyhodnocení navržených variant je provedeno dle přílohy č. 5 k vyhlášce č. 480/2012 Sb.

1. Prostá doba návratnosti, doba splacení investice:

$$T_{sd} = \frac{IN}{CF} [roky]$$

Kde: IN investiční výdaje projektu
CF roční přínosy projektu (cash flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

2. Reálná doba návratnosti, doba splacení investice při uvažování diskontní sazby
 T_{sd} se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0 [roky]$$

Kde: CF_t roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)
 r diskont
 $(1+r)^{-t}$ odúročitel

3. Čistá současná hodnota (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN [tis. Kč]$$

Kde: T_z doba životnosti (hodnocení projektu)

4. Vnitřní výnosové procento (IRR):

Hodnota IRR se vypočte z podmínky:

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0 [\%]$$

5.2.1 Výsledky ekonomického vyhodnocení

Parametr	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
Investiční výdaje projektu	Kč	2376616,41	2774519,41	2910967,71	4995788,41	2323004,41
Změna nákladů na energie	Kč	499500,78	517231,94	345137,61	610264,97	330939,52
Změna ostatních provozních nákladů						
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	-	-	-	-	-
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	-	-	-	-	-
Změna nákladů na emise a odpady	Kč	-	-	-	-	-
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	-	-	-	-	-
Přínosy projektu celkem	Kč	499500,78	517231,94	345137,61	610264,97	330939,52
Doba hodnocení	Roky	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Roční růst cen energie	%	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Diskont	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TS – prostá doba návratnosti	Roky	4,8	5,4	8,4	8,2	7,0
Tsd – reálná doba návratnosti	Roky	5,00	6,00	9,00	9,00	8,00
NPV – čistá současná hodnota	Tis. Kč	5489,60	5375,20	2608,2	4641,70	2847,70
IRR – vnitřní výnosové procento	%	22,90	20,40	12,90	13,10	15,40

Tabulka 122: Výsledky ekonomického vyhodnocení Varianty 1 - 5

Varianta	Opatření
Varianta 1	Zateplení
	Instalace plynových kotlů
Varianta 2	Zateplení
	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda
Varianta 3	Zateplení
	Připojení k CZT
Varianta 4	Zateplení
	Instalace kogenerační jednotky
Varianta 5	Zateplení
	Instalace fotovoltaických panelů

Tabulka 123: Popis Variant 1 - 5

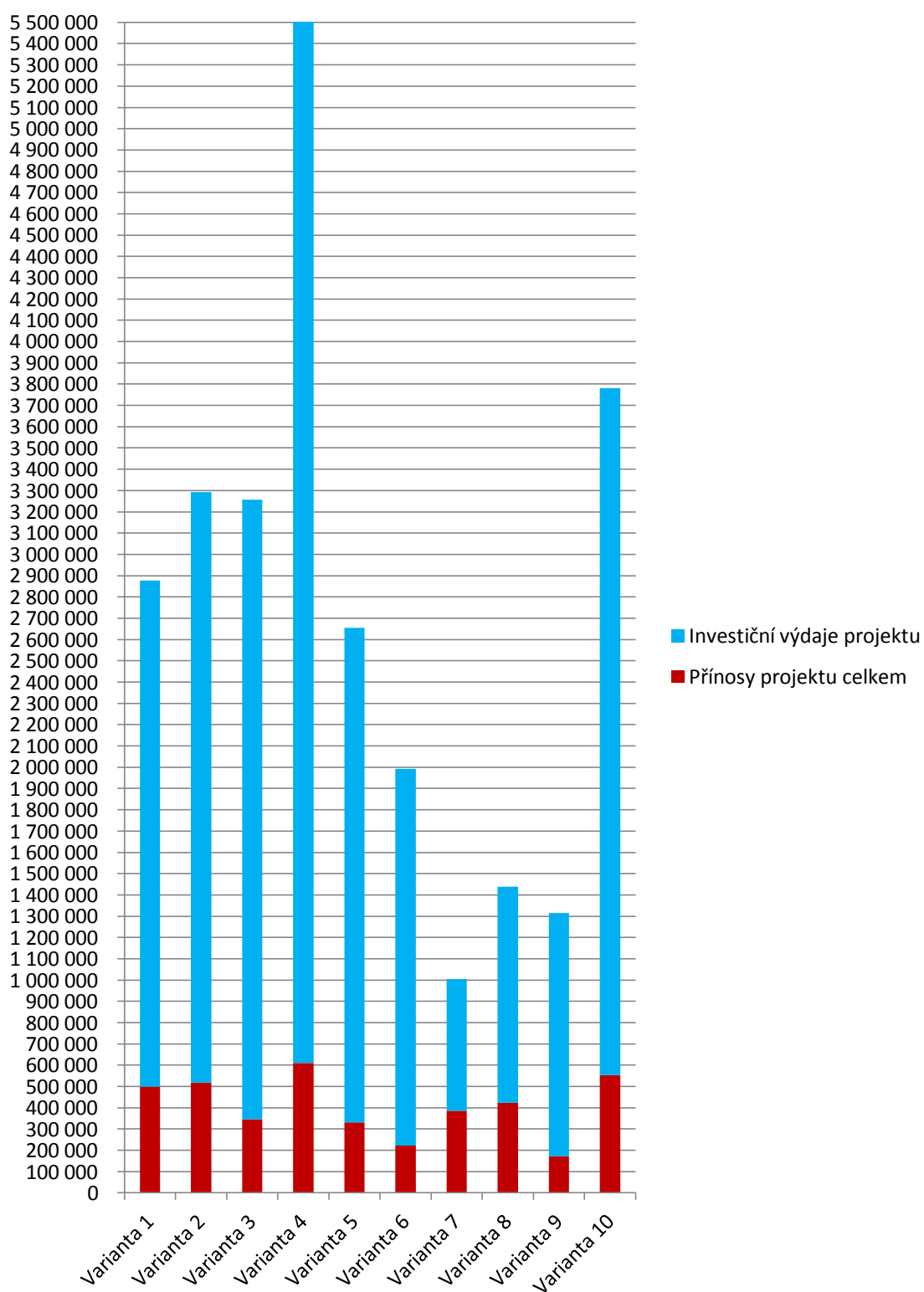
Parametr	Jednotka	Varianta 6	Varianta 7	Varianta 8	Varianta 9	Varianta 10
Investiční výdaje projektu	Kč	1768240,41	619290,00	1014966,00	1142727,30	3227548,00
Změna nákladů na energie	Kč	222903,79	385132,16	422808,68	172625,22	553328,51
Změna ostatních provozních nákladů						
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	-	-	-	-	-
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	-	-	-	-	-
Změna nákladů na emise a odpady	Kč	-	-	-	-	-
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	-	-	-	-	-
Přínosy projektu celkem	Kč	222903,79	385132,16	422808,68	172625,22	553328,51
Doba hodnocení	Roky	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Roční růst cen energie	%	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Diskont	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
TS – prostá doba návratnosti	Roky	7,9	1,6	2,4	6,6	5,8
Tsd – reálná doba návratnosti	Roky	9,00	1,00	2,00	7,00	6,00
NPV – čistá současná hodnota	Tis. Kč	1674,90	5539,40	5746,20	1681,70	5620,80
IRR – vnitřní výnosové procento	%	13,30	65,10	44,40	17,20	19,10

Tabulka 124: Výsledky ekonomického vyhodnocení Varianty 5 - 10

Varianta	Opatření
Varianta 6	Zateplení
Varianta 7	Instalace plynových kotlů
Varianta 8	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda
Varianta 9	Připojení k CZT
Varianta 10	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 125: Popis Variant 5 - 10

Porovnání jednotlivých variant z hlediska investičních výdajů a přínosů projektu



Graf 10: Porovnání variant

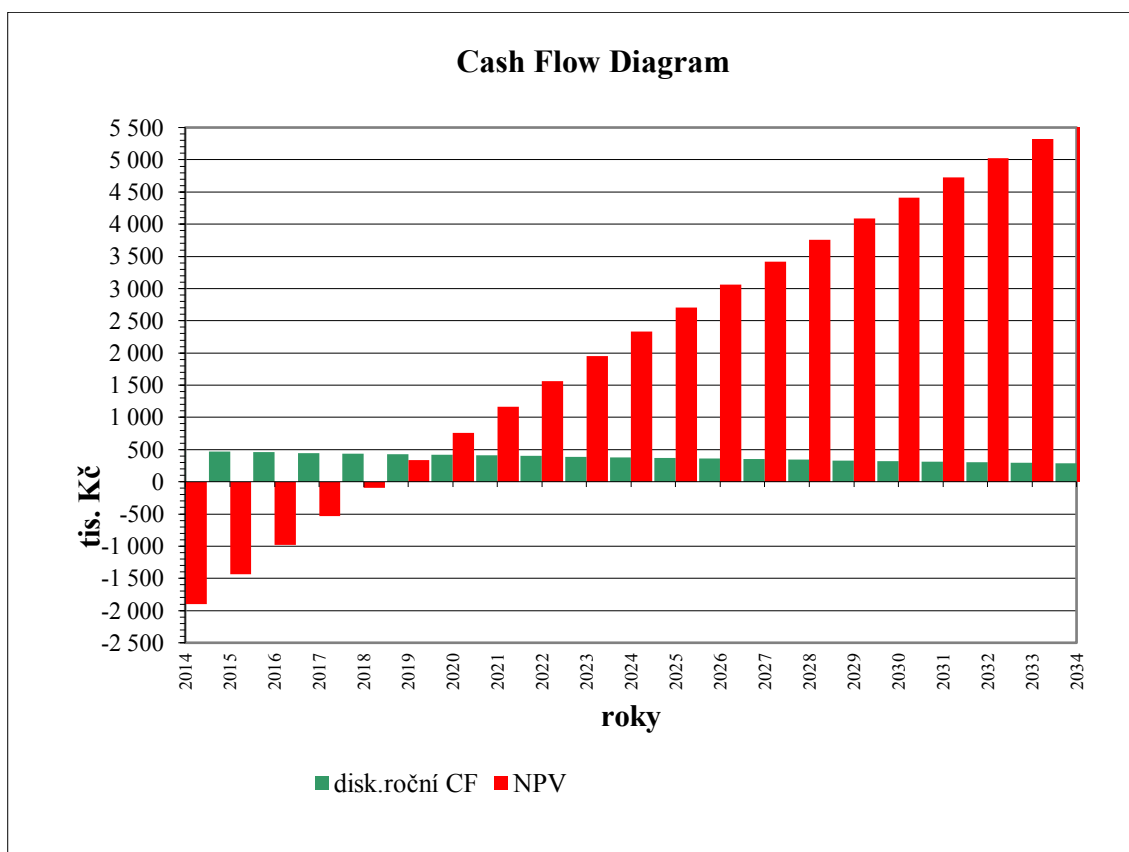
5.2.2 Výsledky ekonomického vyhodnocení – zobrazení v grafech

Pro všechny varianty byla použita doba hodnocení 20 let.

Varianta 1

Varianta	Opatření
Varianta 1	Zateplení
	Instalace plynových kotlů

Tabulka 126: Popis Varianty 1



Graf 11: CF diagram Varianty 1

Výsledná tabulka

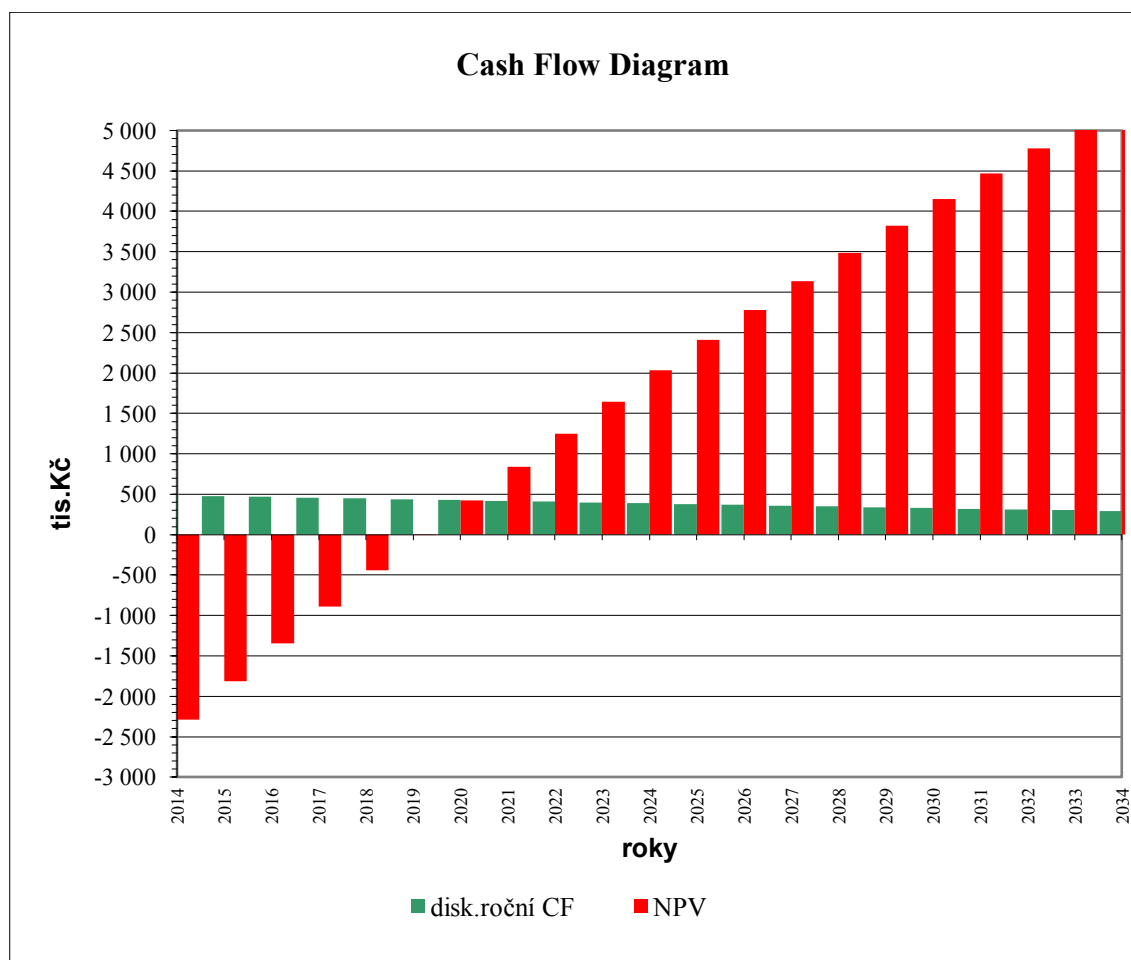
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	499,5		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	4,8		rok
Reálná doba návratnosti	5,0		rok
IRR	22,9		%
Čistá současná hodnota (NPV)	5 489,6		tis.Kč

Tabulka 127: Vyhodnocení Varianty 1

Varianta 2

Varianta	Opatření
Varianta 2	Zateplení
	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 128: Popis Varianty 2



Graf 12: CF diagram Varianty 2

Výsledná tabulka

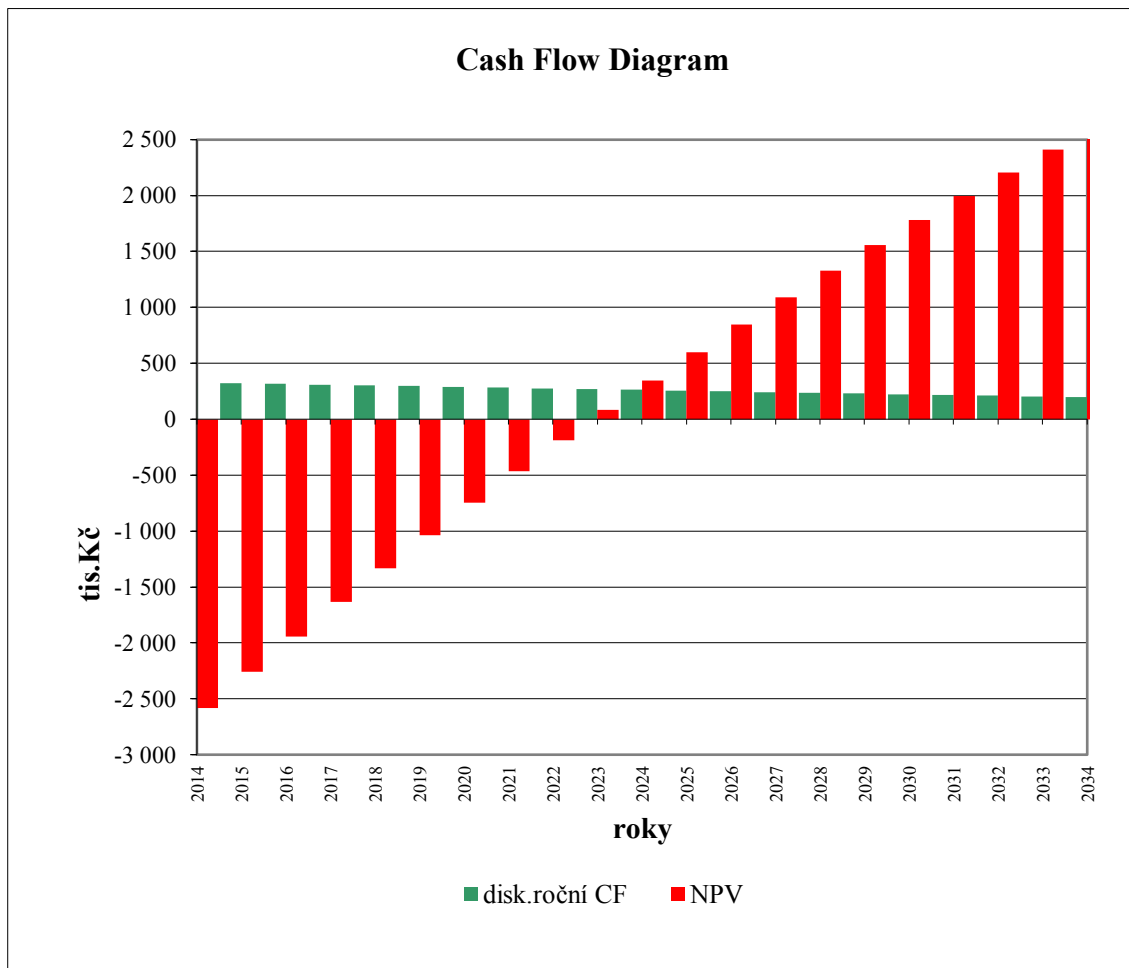
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	517,2		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	5,4		rok
Reálná doba návratnosti	6,0		rok
IRR	20,4		%
Čistá současná hodnota (NPV)	5 375,2		tis.Kč

Tabulka 129: Vyhodnocení Varianty 2

Varianta 3

Varianta	Opatření
Varianta 3	Zateplení
	Připojení k CZT

Tabulka 130: Popis Varianty 3



Graf 13: CF diagram Varianty 3

Výsledná tabulka

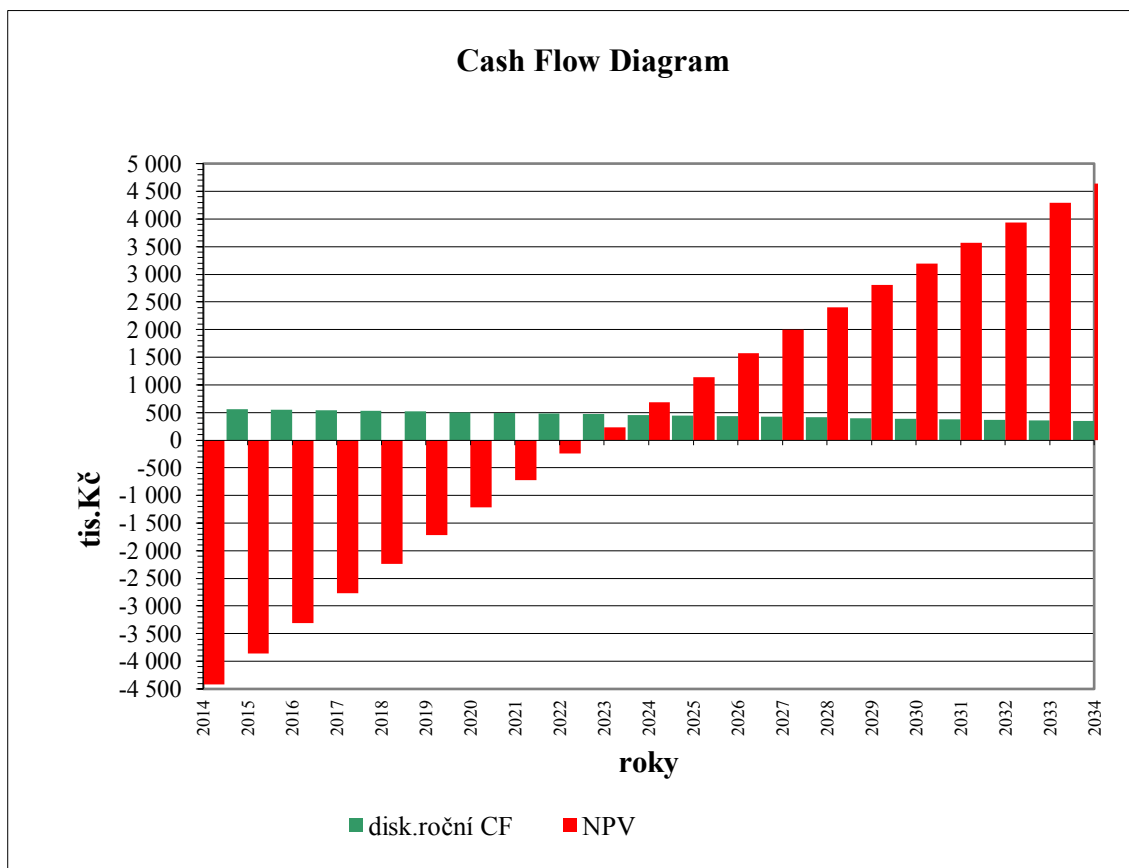
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	345,1		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	8,4		rok
Reálná doba návratnosti	9,0		rok
IRR	12,9		%
Čistá současná hodnota (NPV)	2 608,2		tis.Kč

Tabulka 131: Vyhodnocení Varianty 3

Varianta 4

Varianta	Opatření
Varianta 4	Zateplení
	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 132: Popis Varianty 4



Graf 14: CF diagram Varianty 4

Výsledná tabulka

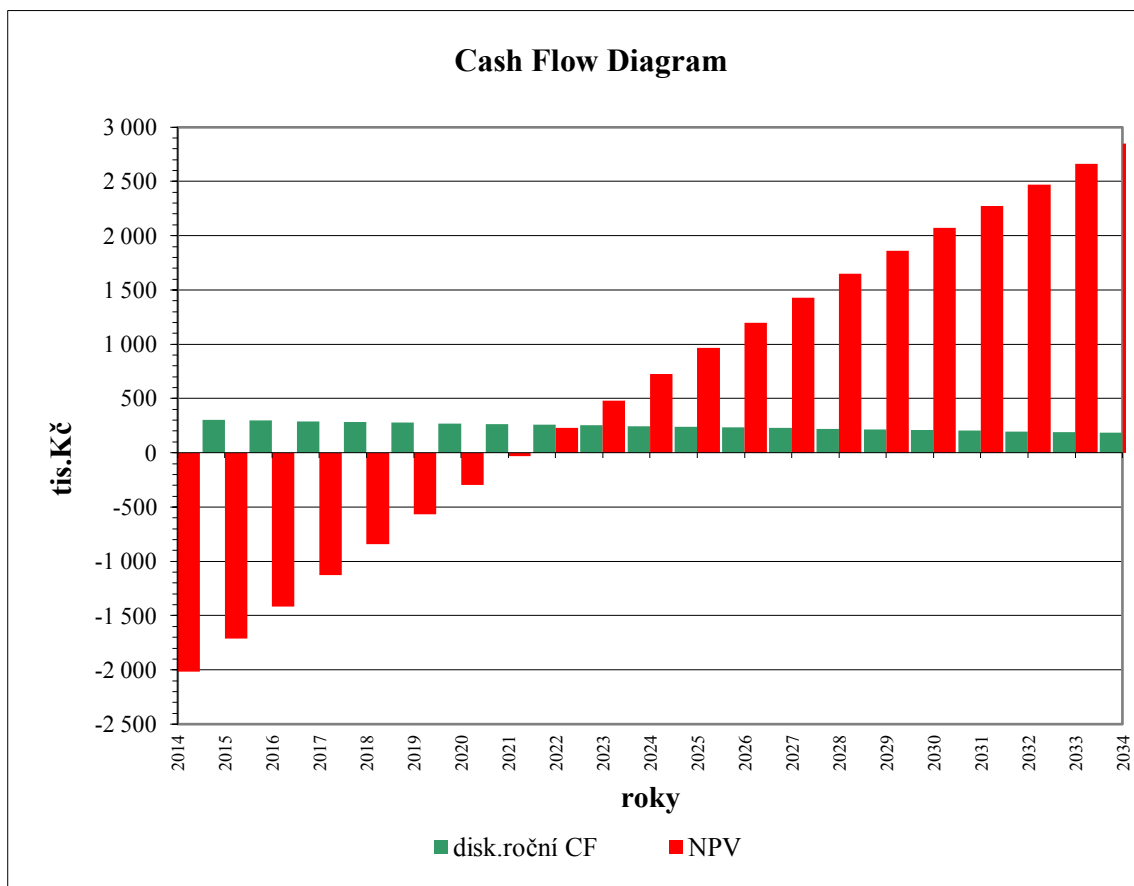
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	610,6		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	8,2		rok
Reálná doba návratnosti	9,0		rok
IRR	13,1		%
Čistá současná hodnota (NPV)	4 641,7		tis.Kč

Tabulka 133: Vyhodnocení Varianty 4

Varianta 5

Varianta	Opatření
Varianta	Zateplení
	Instalace fotovoltaických panelů

Tabulka 134: Popis Varianty 5



Graf 15: CF diagram Varianty 5

Výsledná tabulka

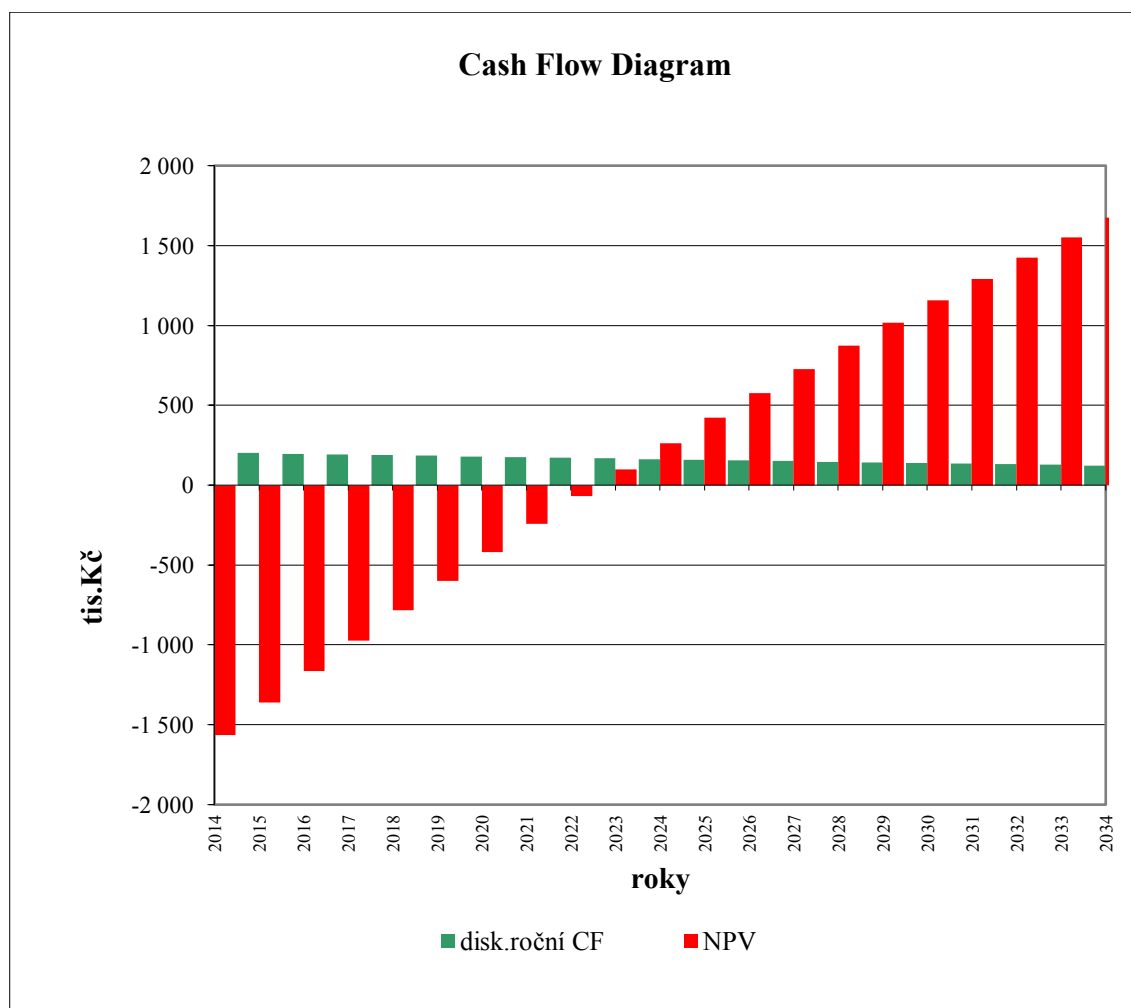
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	330,9		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	7,0		rok
Reálná doba návratnosti	8,0		rok
IRR	15,4		%
Čistá současná hodnota (NPV)	2 847,7		tis.Kč

Tabulka 135: Vyhodnocení Varianty 5

Varianta 6

Varianta	Opatření
Varianta 6	Zateplení

Tabulka 136: Popis Varianty 6



Graf 16: CF diagram Varianty 6

Výsledná tabulka

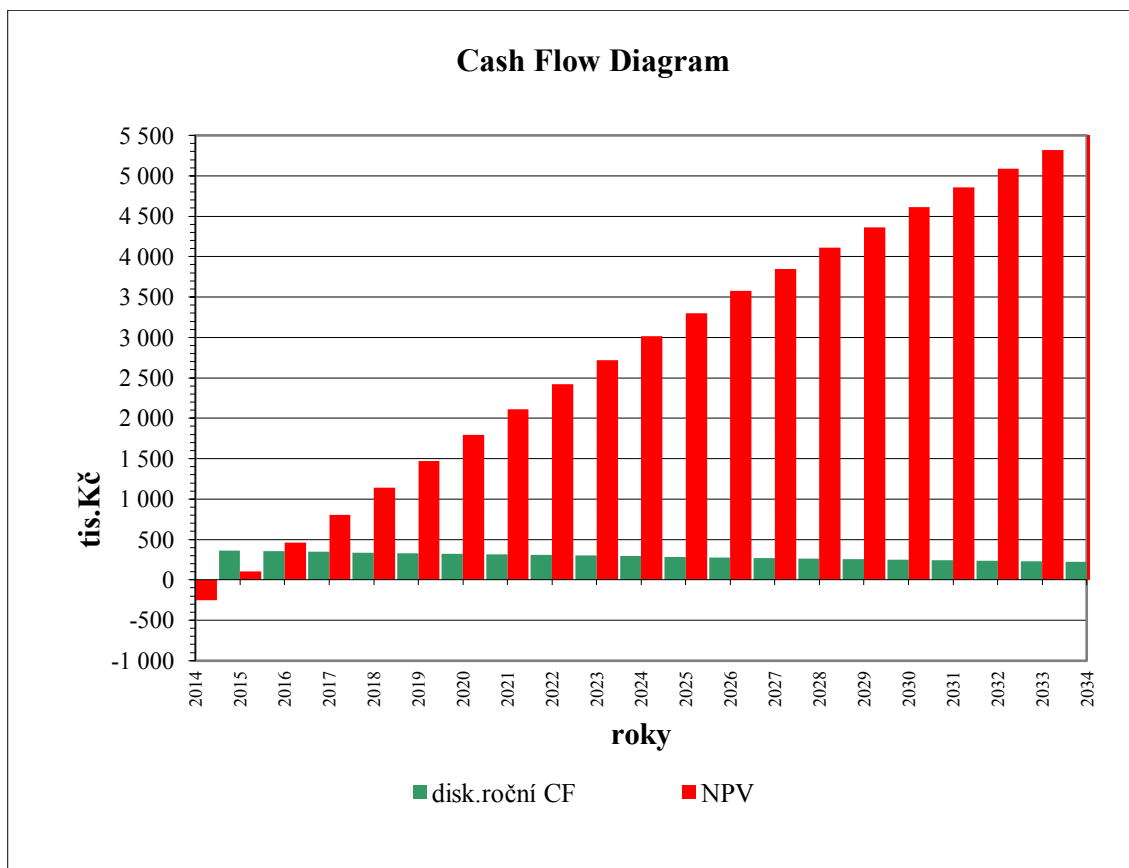
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	222,9		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	7,9		rok
Reálná doba návratnosti	9,0		rok
IRR	13,3		%
Čistá současná hodnota (NPV)	1 674,9		tis.Kč

Tabulka 137: Vyhodnocení Varianty 6

Varianta 7

Varianta	Opatření
Varianta 7	Instalace plynových kotlů

Tabulka 138: Popis Varianty 7



Graf 17: CF diagram Varianty 7

Výsledná tabulka

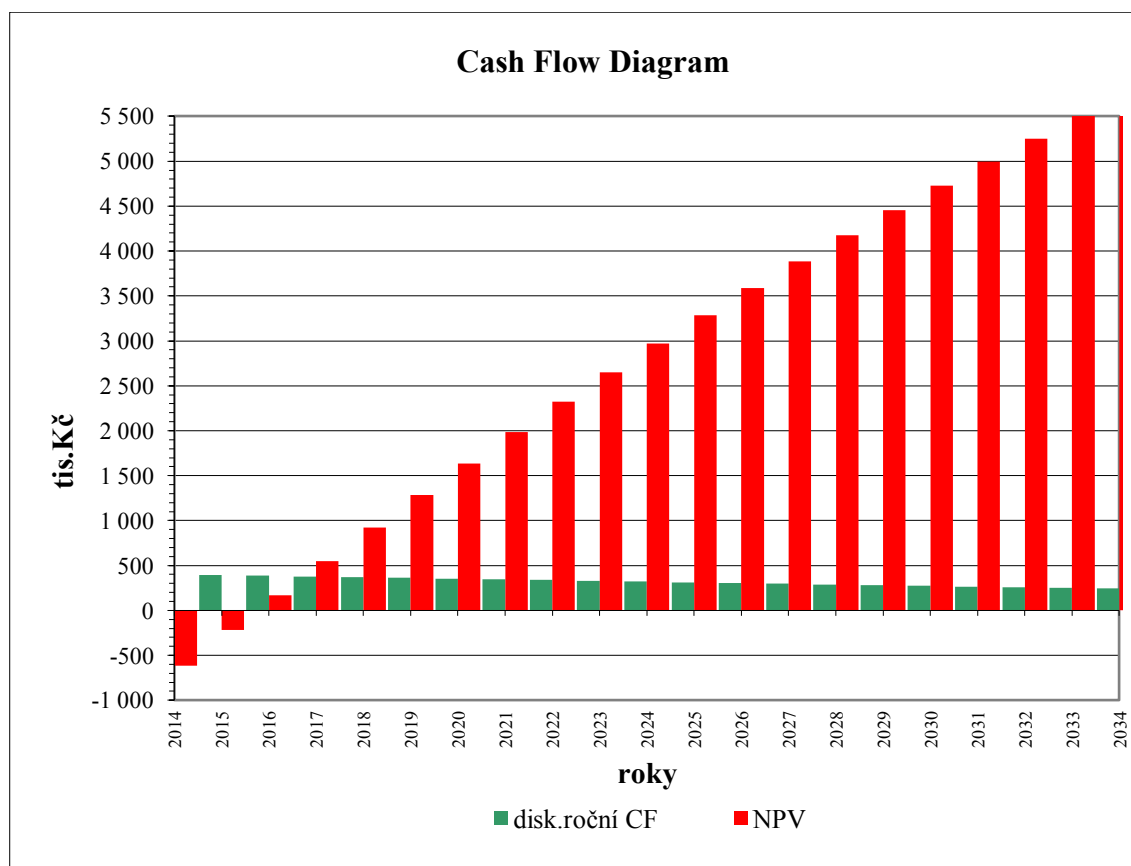
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	385,1		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	1,6		rok
Reálná doba návratnosti	1,0		rok
IRR	65,1		%
Čistá současná hodnota (NPV)	5 539,4		tis.Kč

Tabulka 139: Vyhodnocení Varianty 7

Varianta 8

Varianta	Opatření
Varianta 8	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 140: Popis Varianty 8



Graf 18: CF diagram Varianty 8

Výsledná tabulka

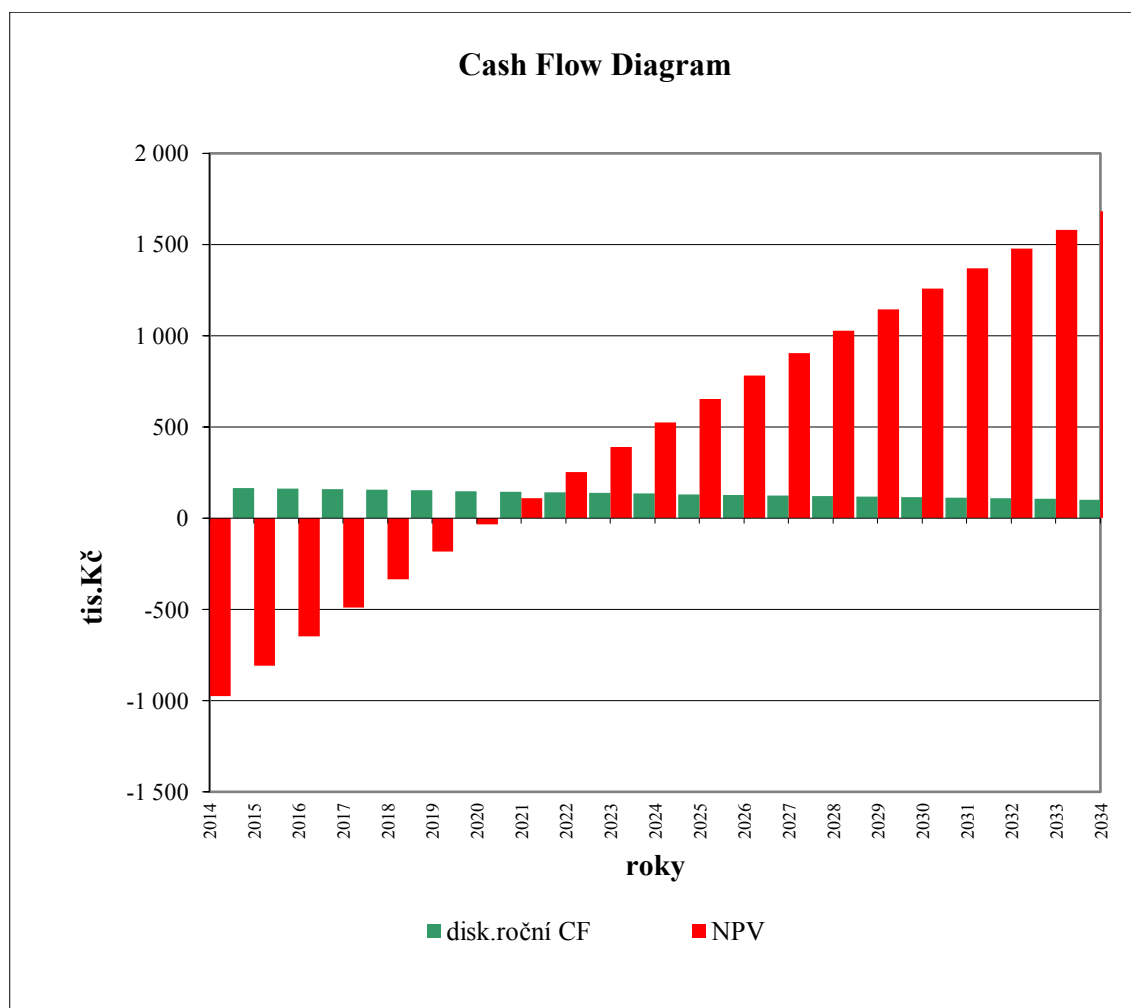
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	422,8		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	2,4		rok
Reálná doba návratnosti	2,0		rok
IRR	44,4		%
Čistá současná hodnota (NPV)	5 746,2		tis.Kč

Tabulka 141: Vyhodnocení Varianty 8

Varianta 9

Varianta	Opatření
Varianta 9	Připojení k CZT

Tabulka 142: Popis Varianty 9



Graf 19: CF diagram Varianty 9

Výsledná tabulka

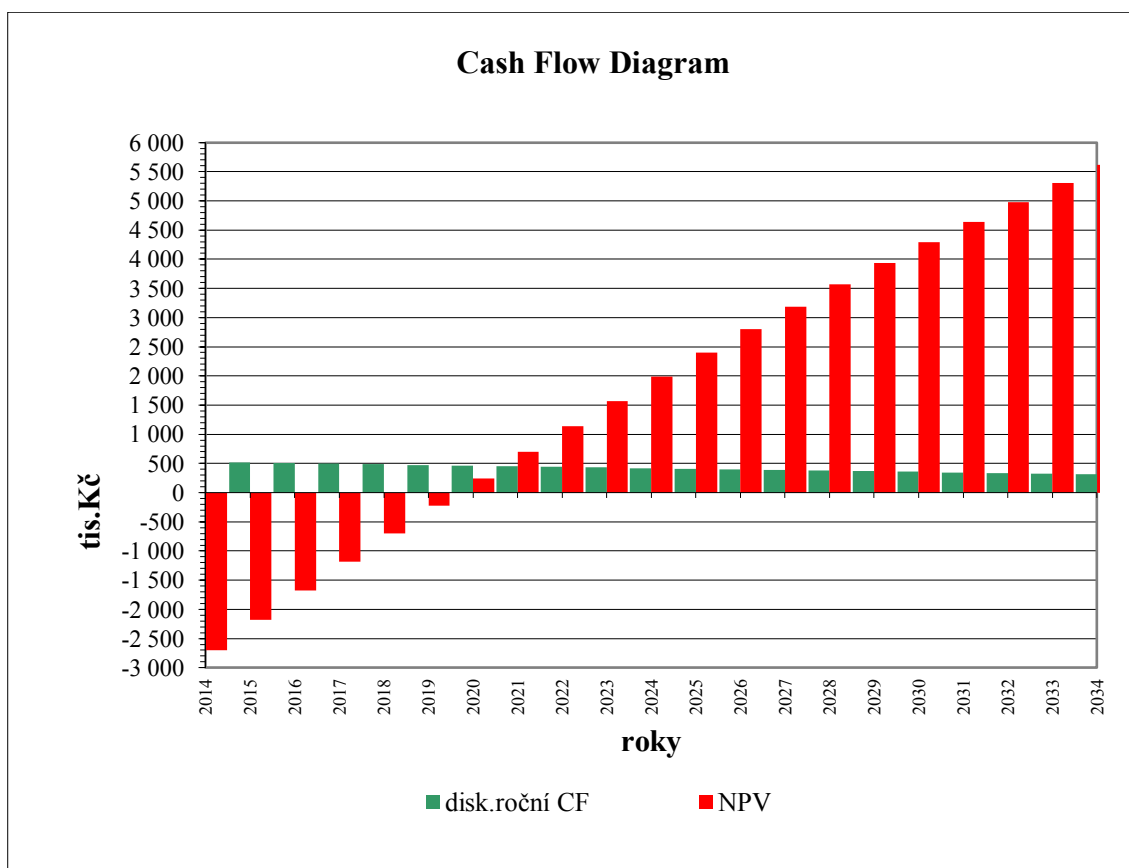
Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	176,6		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	6,5		rok
Reálná doba návratnosti	7,0		rok
IRR	17,2		%
Čistá současná hodnota (NPV)	1 681,7		tis.Kč

Tabulka 143: Vyhodnocení Varianty 9

Varianta 10

Varianta	Opatření
Varianta 10	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 144: Popis Varianty 10



Graf 20: CF diagram Varianty 10

Výsledná tabulka

Hodnocené období	2014	-	2034
Rok diskontování	2014		
Diskontní sazba	5		%
Roční CF	553,3		tis.Kč
Prostá doba návratnosti	5,8		rok
Reálná doba návratnosti	6,0		rok
IRR	19,1		%
Čistá současná hodnota (NPV)	5 620,8		tis.Kč

Tabulka 145: Vyhodnocení Varianty 10

5.3 Ekologické vyhodnocení navržených variant

1. Způsob ekologického vyhodnocení se provádí vždy metodou globálního hodnocení. V případě požadavku zadavatele je možné provést také ekologické vyhodnocení metodou lokálního hodnocení.
2. Globální hodnocení je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna v jiném místě jsou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející, buď z konkrétních, nebo z průměrných údajů o produkovaných znečišťujících látkách.
3. Lokální hodnocení je prováděno výhradně na bázi změn produkce znečišťujících látek ze zdrojů situovaných v lokalitě obce, ve které je umístěn předmět vyhodnocení.
4. Při vyhodnocování ekologické zátěže navrhovaných variant bylo vycházeno z údajů o emisích uváděných ve vyhlášce č. 205/2009 Sb. pro zemní plyn, z emisních hodnot Tepláren Brno pro teplo a z energetického mixu při hodnocení elektrické energie.
5. Emise z výroby chladu pro chlazení ledové plochy nebyly v závěrečném hodnocení uvažovány. Výroba chladu pro přípravu ledové plochy probíhá v hale Rondo a nebyly k dispozici podrobnější údaje. Tyto emise nebudou navrhovanými variantami ovlivněny.

Varianta 1

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 1	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,018	0,019
SO ₂	0,689	0,321	0,369
No _x	0,614	0,317	0,296
CO	0,062	0,037	0,025
CO ₂	503,958	285,976	217,407

Tabulka 146: Ekologické vyhodnocení Varianty 1

Varianta 2

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 2	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,018	0,019
SO ₂	0,689	0,321	0,369
No _x	0,614	0,316	0,298
CO	0,062	0,037	0,026
CO ₂	503,958	283,686	219,696

Tabulka 147: Ekologické vyhodnocení Varianty 2

Varianta 3

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 3	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,017	0,020
SO ₂	0,689	0,321	0,368
No _x	0,614	0,279	0,335
CO	0,062	0,028	0,034
CO ₂	503,958	286,640	216,743

Tabulka 148: Ekologické vyhodnocení Varianty 3

Varianta 4

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 4	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,012	0,025
SO ₂	0,689	0,216	0,474
No _x	0,614	0,236	0,378
CO	0,062	0,030	0,032
CO ₂	503,958	227,992	275,390

Tabulka 149: Ekologické vyhodnocení Varianty 4

Varianta 5

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 5	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,028	0,009
SO ₂	0,689	0,529	0,161
No _x	0,614	0,476	0,138
CO	0,062	0,049	0,013
CO ₂	503,958	394,261	109,121

Tabulka 150: Ekologické vyhodnocení Varianty 5

Varianta 6

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 6	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,031	0,006
SO ₂	0,689	0,585	0,105
No _x	0,614	0,523	0,090
CO	0,062	0,054	0,009
CO ₂	503,958	431,584	71,798

Tabulka 151: Ekologické vyhodnocení Varianty 6

Varianta 7

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 7	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,018	0,019
SO ₂	0,689	0,321	0,369
No _x	0,614	0,326	0,287
CO	0,062	0,039	0,023
CO ₂	503,958	300,278	203,105

Tabulka 152: Ekologické vyhodnocení Varianty 7

Varianta 8

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 8	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,018	0,019
SO ₂	0,689	0,321	0,369
No _x	0,614	0,324	0,290
CO	0,062	0,038	0,024
CO ₂	503,958	295,988	207,970

Tabulka 153: Ekologické vyhodnocení Varianty 8

Varianta 9

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 9	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,017	0,020
SO ₂	0,689	0,321	0,368
No _x	0,614	0,281	0,333
CO	0,062	0,028	0,034
CO ₂	503,958	301,502	202,456

Tabulka 154: Ekologické vyhodnocení Varianty 9

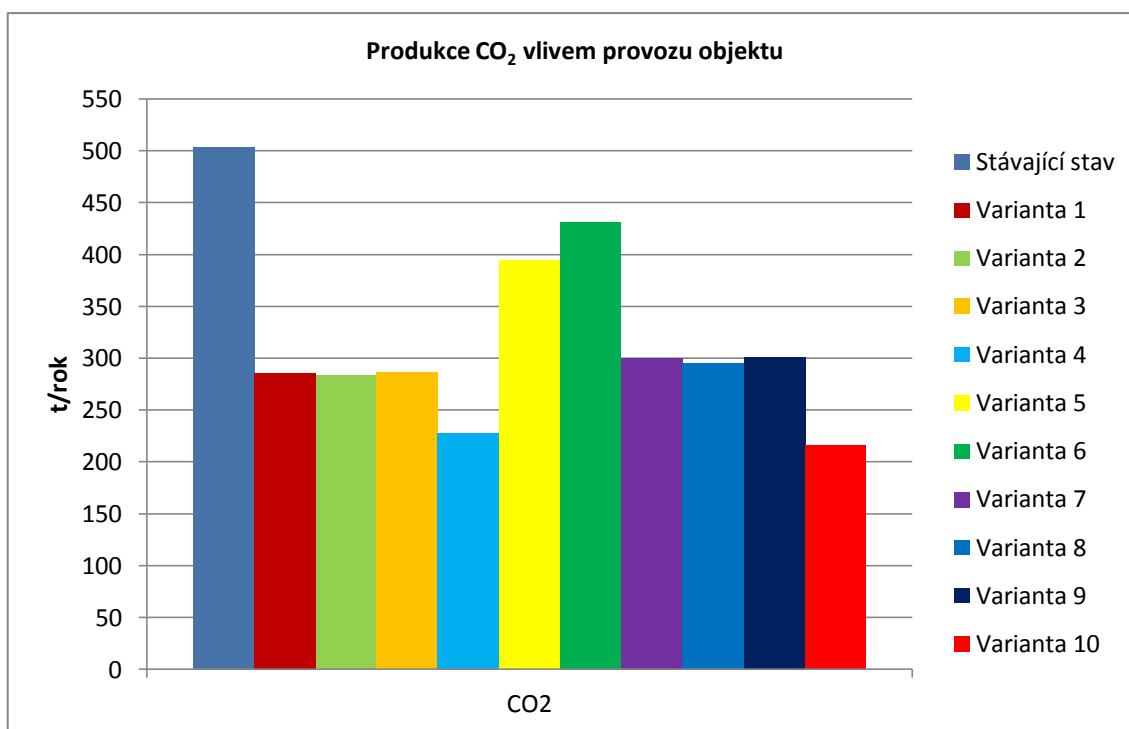
Varianta 10

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 10	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,037	0,010	0,027
SO ₂	0,689	0,170	0,519
No _x	0,614	0,208	0,406
CO	0,062	0,029	0,033
CO ₂	503,958	216,444	287,514

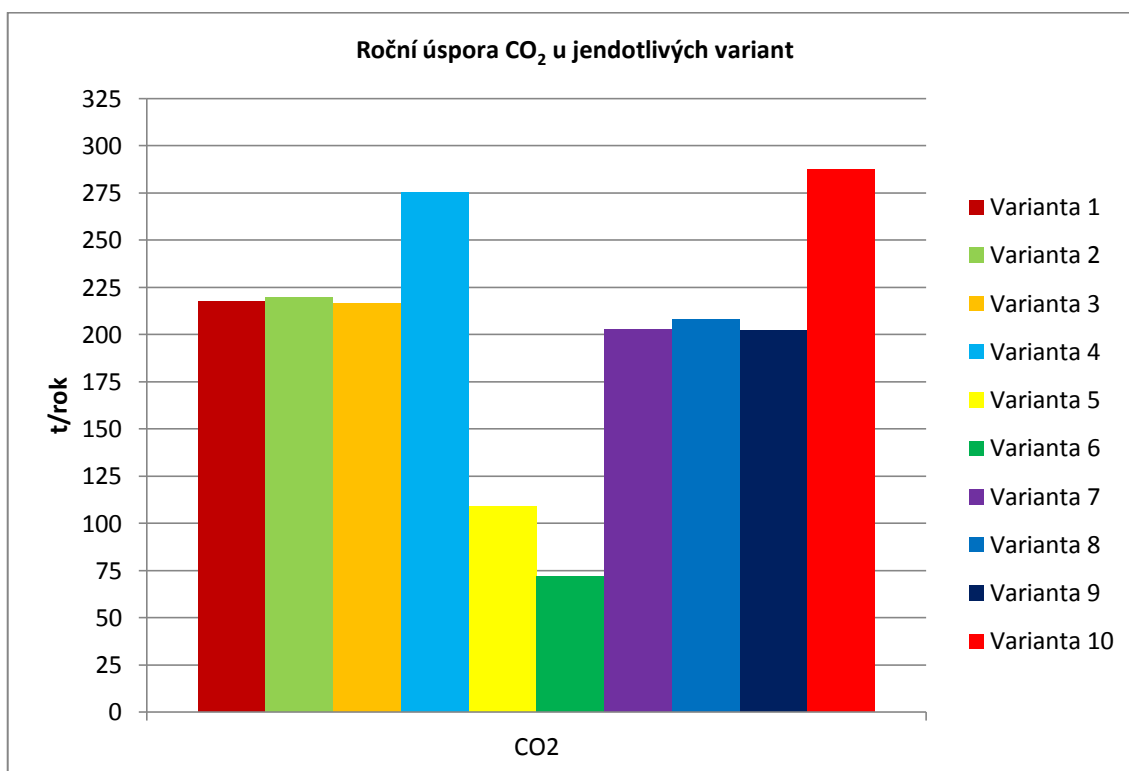
Tabulka 155: Ekologické vyhodnocení Varianty 10

Varianta	Opatření
Varianta 1	Zateplení
	Instalace plynových kotlů
Varianta 2	Zateplení
	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda
Varianta 3	Zateplení
	Připojení k CZT
Varianta 4	Zateplení
	Instalace kogenerační jednotky
Varianta 5	Zateplení
	Instalace fotovoltaických panelů
Varianta 6	Zateplení
Varianta 7	Instalace plynových kotlů
Varianta 8	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda
Varianta 9	Připojení k CZT
Varianta 10	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 156: Popis variant



Graf 21: Produkce CO₂ vlivem provozu objektu



Graf 22: Roční úspory CO₂ jednotlivých variant

5.4 Celková energetická bilance navržených variant

Upravená roční energetická bilance zpracovaná dle přílohy č. 4 k vyhlášce č. 480/2012 Sb. pro jednotlivé varianty.

Poznámka:

- (ř. 6) Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie – ztráty jsou zahrnuty v jednotlivých technologických procesech a nebyly vyčíslovány zvlášť.
- (ř. 13) Spotřeba energie na chlazení ledové plochy je zahrnuta ve spotřebě energie na technologické procesy.
- U variant s výrobou elektrické energie (Varianty: 4, 5, 10) je vyrobená energie uvedena v ř. 2 a následně odečtena od konečných spotřeb energie v ř. 5.
- V ř. 5 jsou zahrnuty všechny účtované dodávky energie.
- Ceny jsou uváděny včetně DPH.

Varianta 1

Varianta	Opatření
Varianta 1	Zateplení
	Instalace plynových kotlů

Tabulka 157: Popis Varianty 1

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6592,46	1831,24	4122,62
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6592,46	1831,24	4122,62
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6592,46	1831,24	4122,62
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1024,93	284,70	507,29
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	293,62	81,56	126,32
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 158: Energetická bilance Varianty 1

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 1

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Teplo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	537,78	149,38	231,37
Celkem	6592,46	1831,24	4122,62

Tabulka 159: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 1

Varianta 2

Varianta	Opatření
Varianta 2	Zateplení
	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 160: Popis Varianty 2

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6551,25	1819,79	4104,89
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6551,25	1819,79	4104,89
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6551,25	1819,79	4104,89
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	983,71	273,25	489,56
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	293,62	81,56	126,32
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 161: Energetická bilance Varianty 2

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 2

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Teplo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	496,57	137,94	213,63
Celkem	6551,25	1819,79	4104,89

Tabulka 162: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 2

Varianta 3

Varianta	Opatření
Varianta 3	Zateplení
	Připojení k CZT

Tabulka 163: Popis Varianty 3

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6604,41	1834,56	4276,99
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6604,41	1834,56	4276,99
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6604,41	1834,56	4276,99
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1030,35	286,21	577,38
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	300,15	83,37	210,60
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 164: Energetická bilance Varianty 3

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 3

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Tepllo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
CZT	549,73	152,70	385,73
Celkem	6604,41	1834,56	4276,99

Tabulka 165: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 3

Varianta 4

Varianta	Opatření
Varianta 4	Zateplení
	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 166: Popis Varianty 4

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6804,31	1890,09	4213,77
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	214,62	59,62	201,91
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6804,31	1890,09	4213,77
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6589,69	1830,47	4011,86
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1121,11	311,42	548,67
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	409,29	113,69	176,09
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 167: Energetická bilance Varianty 4

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 4

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	439,91	122,20	413,84
Tepllo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	749,63	208,23	322,51
Celkem	6589,69	1830,47	4011,86

Tabulka 168: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 4

Varianta 5

Varianta	Opatření
Varianta	Zateplení
	Instalace fotovoltaických panelů

Tabulka 169: Popis Varianty 5

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6594,64	1831,84	4399,22
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	114,84	31,90	108,04
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6594,64	1831,84	4399,22
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6479,80	1799,94	4291,18
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1019,73	283,26	627,06
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	300,99	83,61	283,16
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 170: Energetická bilance Varianty 5

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 5

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	1079,65	299,90	1015,68
Tepllo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Celkem	6479,80	1799,94	4291,18

Tabulka 171: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 5

Varianta 6

Varianta	Opatření
Varianta 6	Zateplení

Tabulka 172: Popis Varianty 6

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6594,64	1831,84	4399,22
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6594,64	1831,84	4399,22
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6594,64	1831,84	4399,22
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1019,73	283,26	627,06
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	300,99	83,61	283,16
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 173: Energetická bilance Varianty 6

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 6

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	1194,49	331,80	1123,71
Teplota (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Celkem	6594,64	1831,84	4399,22

Tabulka 174: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 6

Varianta 7

Varianta	Opatření
Varianta 7	Instalace plynových kotlů

Tabulka 175: Popis Varianty 7

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6849,90	1902,75	4236,99
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6849,90	1902,75	4236,99
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6849,90	1902,75	4236,99
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1282,36	356,21	621,66
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	293,62	81,56	126,32
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 176: Energetická bilance Varianty 7

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 7

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Teplota (hala Rondo)	823,30	228,70	424,17
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	752,68	209,08	323,82
Celkem	6849,90	1902,75	4236,99

Tabulka 177: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 7

Varianta 8

Varianta	Opatření
Varianta 8	Instalace absorpčního tepelného čerpadla vzduch-voda

Tabulka 178: Popis Varianty 8

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6762,32	1878,42	4199,32
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6762,32	1878,42	4199,32
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6762,32	1878,42	4199,32
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1194,78	331,88	583,99
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	293,62	81,56	126,32
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 179: Energetická bilance Varianty 8

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 8

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Teplo (hala Rondo)	823,30	228,70	424,17
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	665,10	184,75	286,14
Celkem	6762,32	1878,42	4199,32

Tabulka 180: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 8

Varianta 9

Varianta	Opatření
Varianta 9	Připojení k CZT

Tabulka 181: Popis Varianty 9

Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	6861,58	1905,99	4449,50
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	6861,58	1905,99	4449,50
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6861,58	1905,99	4449,50
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1287,52	357,64	749,89
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	300,15	83,37	210,60
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 182: Energetická bilance Varianty 9

Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 9

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Tepllo (hala Rondo)	823,30	228,70	424,17
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
CZT	764,36	212,32	536,32
Celkem	6861,58	1905,99	4449,50

Tabulka 183: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 9

Varianta 10

Varianta	Opatření
Varianta 10	Instalace kogenerační jednotky

Tabulka 184: Popis Varianty 10

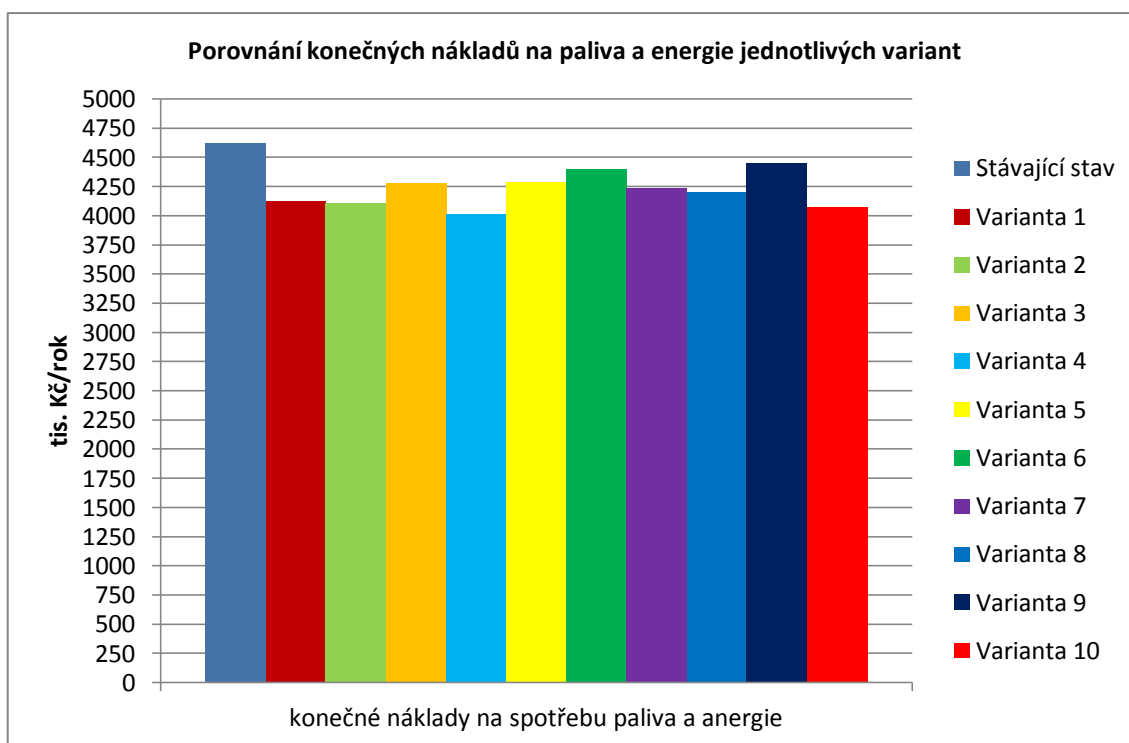
Ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč	GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6850,82	1903,01	4622,12	7132,49	1981,25	4358,57
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	308,03	85,56	289,78
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6850,82	1903,01	4622,12	7132,49	1981,25	4358,57
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6850,82	1903,01	4622,12	6824,47	1895,69	4068,80
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1275,92	354,42	849,96	1449,29	402,58	693,48
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,99	83,61	283,16	409,29	113,69	176,09
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 185: Energetická bilance Varianty 10

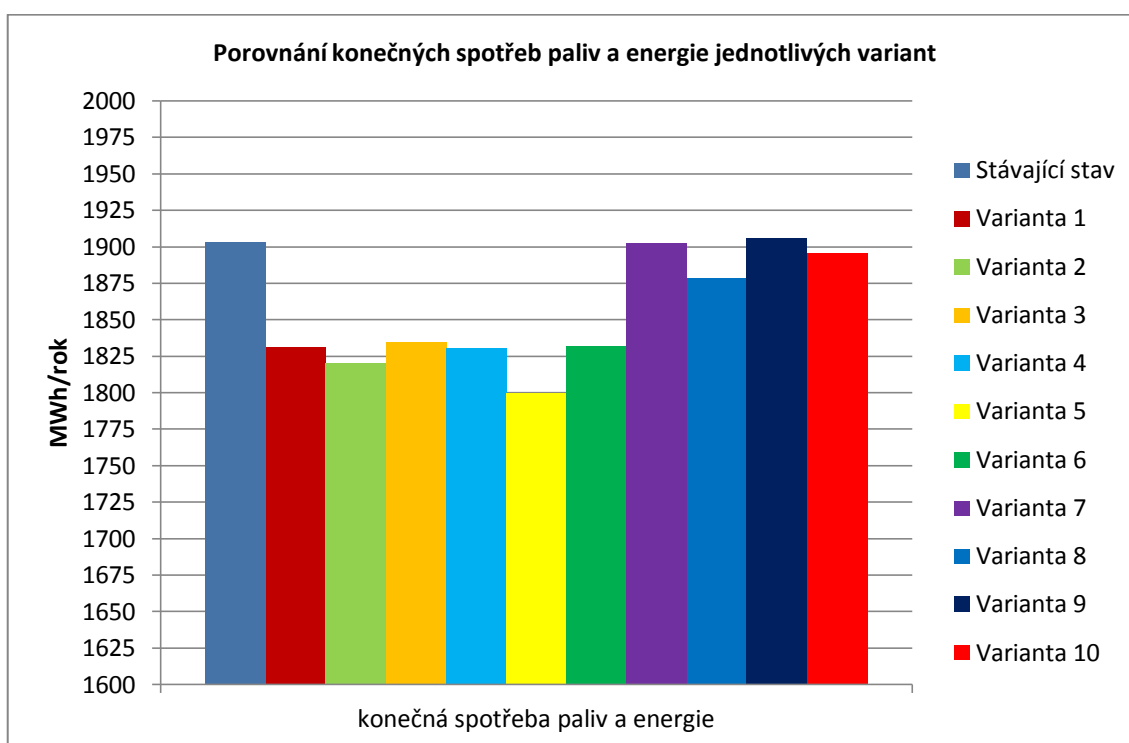
Rozdělení spotřeb dle energonositelů pro Variantu 10

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	346,51	96,25	325,98
Tepllo (hala Rondo)	823,30	228,70	424,17
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
Zemní plyn	1035,27	287,58	445,40
Celkem	6824,47	1895,69	4068,80

Tabulka 186: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 10



Graf 23: Porovnání konečných nákladů jednotlivých variant



Graf 24: Porovnání konečných spotřeb jednotlivých variant

6. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

6.1 Na základě ekonomického vyhodnocení

Na základě ekonomického vyhodnocení se jako nejprůzračnější jeví varianty 7 a 8, přičemž varianta 7 nese pro provozovatele nejnižší pořizovací náklady a vykazuje rychlou návratnost vložených investic.

Navrhovaná opatření byla prodiskutována se státními institucemi, majícími možnost se ke změně zdroje tepla v objektu vyjádřit. Vzhledem k umístění objektu v centru města Brna a požadavkům ze strany Státní energetické inspekce a vyjádření stanoviska Tepláren Brno, není možné v centru instalovat z důvodu lokálních emisí zdroj tepla na zemní plyn. S ohledem na tyto požadavky se jako nejvhodnější jeví varianty 3, 5 a 9. Z těchto variant byla za nejvhodnější zvolena varianta 3. Tato varianta má sice v konečném hodnocení nejnižší vnitřní výnosové procento, ale přináší s sebou zvýšení uživatelského komfortu stavby díky zateplení budovy a současně snížení nákladů na vytápění a přípravu teplé vody oproti stávajícímu stavu a snížení emisních zátěží způsobených provozem objektu.

Na základě všech výše zmíněných faktů byla jako nejvhodnější varianta vybrána

Varianta 3

6.2 Podle kritérií dotačních programů

Energetický audit hodnocené budovy neslouží pro dokladování výzev z dotačních programů.

7. DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

7.1 Popis optimální varianty

Optimální varianta, varianta číslo 3, je složena z opatření 2, 6, 7 a 8.

Popis jednotlivých navrhovaných opatření:

Opatření č. 2 – připojení k CZT

Navrhované opatření spočívá v návrhu připojení k centrálnímu zásobování teplem Teplárnami Brno. Pro připojení k CZT je nutné vybudovat přípojku k objektu a předávací stanici. V lokalitě umístění objektu se nachází parovod. V rámci provedení opatření je navrženo zbudování předávací stanice v objektu, bude instalován deskový výměník o výkonu 120 kW. Teplo z předávací stanice bude použito pro vytápění a pro přípravu teplé vody v provozní části objektu. Součástí dodávky bude regulace systému.

Pro přípravu teplé vody jsou navrženy dva nepřímotopné zásobníkové ohříváče teplé vody Regulus RBC 500HP, každý o objemu 500 l. Tyto budou napojeny na stávající cirkulaci v objektu.

Otopná soustava je v dobrém technickém stavu, proto je vhodné její zachování v co největší míře. Otopná soustava bude zachována od stávajících rozdělovačů a sběračů po otopná tělesa.

Opatření č. 6 – zateplení obvodových stěn provozní části a části přístavby

Navrhované opatření spočívá v zateplení obvodových stěn objektu (stávajících nezateplených) kontaktním zateplovacím systémem. Je navrženo zateplení pěnovým polystyrenem Isover EPS 100 F tl. 140 mm. Při zateplení stěn navrhovanou tloušťkou daného materiálu bude splněna doporučená hodnota součinitele prostupu tepla U. Ostění oken bude zatepleno pěnovým polystyrenem Isover EPS 100 F tl. 30mm, sokl objektu bude zateplen Synthos XPS Prime 30 L tl. 80 mm. Zateplovaná část fasády bude opatřena novým fasádním nátěrem.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách
Obvodové stěny	485,95 m ²	1,209 W/m ² K	0,248 W/m ² K

Tabulka 187: Vlastnosti O6

Opatření č. 7 – zateplení střechy provozní části

Navrhované opatření spočívá v zateplení nezateplené části ploché střechy nad provozní částí. Je navrženo zateplení tuhými těžkými deskami z kamenné vlny, Rockwool Monrock MAX E v tl. 160+140 mm. Tyto desky jsou pojené organickou pryskyřicí a v celém objemu hydrofobizované. Na tepelnou izolaci je navrženo vytvoření nového hydroizolačního souvrství sestávajícího z asfaltových pásů. Spodní podkladní vrstva bude tvořena asfaltovými pásy Dektrade Elastek 40 Special mineral, bodově natavovanými. Vrchní vrstva bude tvořena asfaltovými pásy Dektrade Elastek 40 Special Dekor, celoplošně natavovanými.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách
Střecha plochá	375,03 m ²	1,513 W/m ² K	0,146 W/m ² K

Tabulka 188: Vlastnosti O7

Opatření č. 8 – výměna otvorových výplní provozní části

Navrhované opatření spočívá ve výměně stávajících kovových výplní s jednoduchým zasklením za nové výplně s hliníkovými tříkomorovými rámy a s izolačními dvojskly. V rámci navrhovaného opatření je uvažováno s demontáží stávajících oken a s výměnou parapetů.

Konstrukce	Plocha	U před	U po úpravách
Okna	49,8 m ²	2,8 W/m ² K	1,2 W/m ² K

Tabulka 189: Vlastnosti O8

7.2 Roční úspory

Vyčíslení energetických a ekonomických vyhodnocení ročních úspor po realizaci navrhované varianty bylo hodnoceno se zahrnutím všech opatření, jež navrhovaná varianta obsahuje. Výsledky bilancí jsou ovlivněny synergickým efektem a nemusí být vždy prostým součtem úspor jednotlivých opatření.

Opatření	Náklady na realizaci [tis. Kč]	Spotřeba energie před realizací [MWh/rok]	Náklady na provoz před realizací [tis. Kč]	Spotřeba energie po realizaci [MWh/rok]	Náklady na provoz po realizaci [tis. Kč]	Úspora energie [MWh/rok]	Úspora nákladů [Kč/rok]
O2- CZT	1142,73	1903,01	4622,12	1834,56	4276,99	68,45	345137,61
O6 - Zateplení stěn	944,65						
O7 - Zateplení střechy	615,59						
O8 - Výměna oken	208,01						
Celkem	2910,968					68,45	345137,61

Tabulka 190: Vyhodnocení vybrané varianty

Dosažitelná úspora energií činí 68,45 MWh/rok.

Dosažitelná úspora finančních nákladů činí 345 137,61 Kč/rok.

Dosažení vyčíslených úspor je podmíněno dodržením stanovených okrajových podmínek.

7.3 Náklady na realizaci

Náklady na realizaci vybrané varianty jsou stanoveny na základě aktuálně platných cen dodavatelů. Uváděné ceny jsou včetně DPH.

Investiční výdaje vybrané varianty	
Položka	Cena včetně DPH [Kč]
Technologická část	421816,9
Topné zkoušky a nátěry	19844
Montáž	57415,7
Demontáž	105998,4
Projektová dokumentace	60500
Stavební úpravy	30855
Vedlejší rozpočtové náklady	38647
Měření a regulace	265850,3
Ekologická likvidace stávajících systémů	45000
Zásobník TV Regulus RBC 500HP 2x	96800
Isover EPS 100 F tl. 140 mm	185912,689
Isover EPS 100 F tl. 30mm	6670,5
Synthos XPS Prime 30 L tl. 80	16552,8
Lepidlo fasádní Weber.tmel 700	42066,1646
Perlinka fasádní Vertex R117	3687,3886
Talířová hmoždinka s plastovým šroubem Bravoll PTH SX 60/8	38108,199
Penetrace Weber	69947,643
Fasádní omítka Weber.pas silikát	36732,8633
Parapety oken	3136
Lešení, montáž, demontáž, doprava	60743,75
Zateplovací práce	481090,5
Tepelná izolace Rockwool Monrock MAX E tl. 160 mm	164960,70
Tepelná izolace Rockwool Monrock MAX E tl. 140 mm	144341,55
Podkladní Ap Dektrade Elastek 40 Special Mineral	56753,29
Vrchní Ap Dektrade Elastek 40 Special Dekor	58264,66
Práce	191265,30
Okna profil ALUPROF MB60+izolační dvojsklo (vč. Parapetů)	185014
Montáž+demontáž	22992,42
Celkem	2910968

Tabulka 191: Rozpočtové ukazatele vybrané varianty

7.4 Průměrné roční provozní náklady

Provozní náklady jsou podmíněny dodržením cenových úrovní za energie. Použité ceny jsou uvedeny v okrajových podmínkách, kap. 9.8.

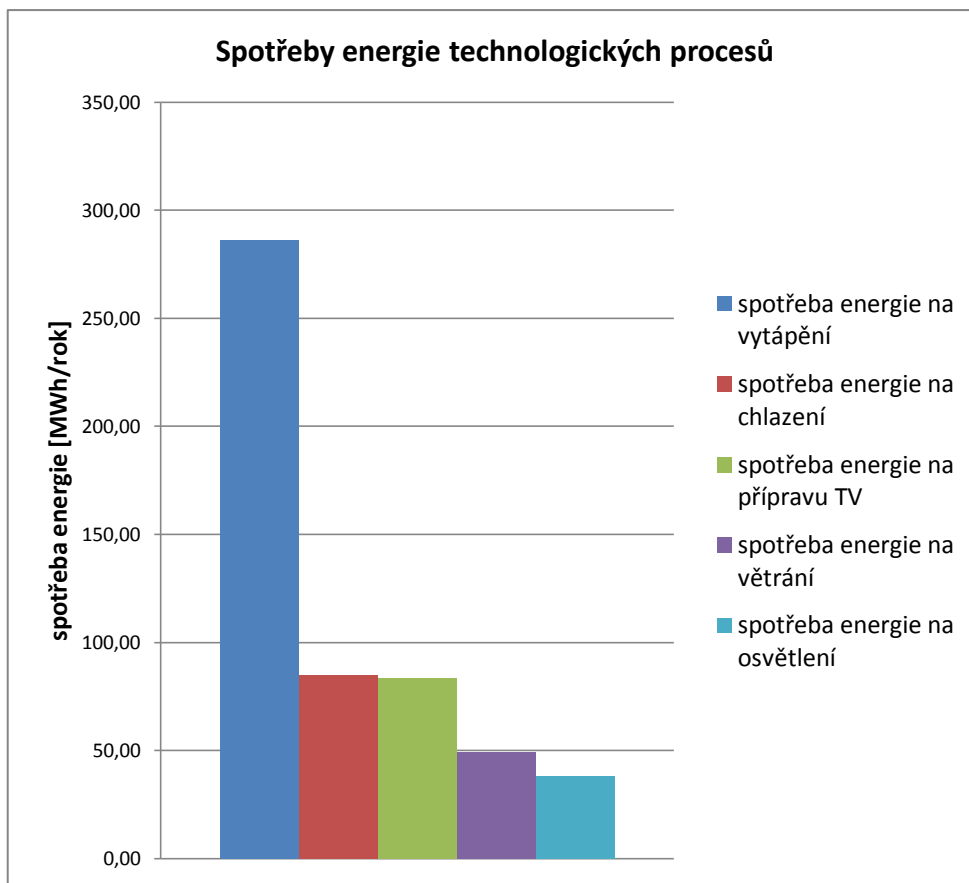
Ř.	Ukazatel	Energie		náklady
		GJ	MWh	Tis. Kč
1	Vstupy paliv a energie	6604,41	1834,56	4276,99
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	6604,41	1834,56	4276,99
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 – ř.4)	6604,41	1834,56	4276,99
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	0,00	0,00	0,00
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1030,35	286,21	577,38
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	306,02	85,00	287,89
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	300,15	83,37	210,60
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	177,88	49,41	167,34
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	138,24	38,40	130,05
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	4651,78	1292,16	2903,74

Tabulka 192: Energetická a ekonomická bilance vybrané varianty

Rozdělení spotřeb dle energonositelů

Ergonositel	GJ	MWh	tis. Kč
Elektrická energie	654,53	181,81	615,75
Teplo (hala Rondo)	780,76	216,88	402,25
Chlad	4619,38	1283,16	2873,26
CZT	549,73	152,70	385,73
Celkem	6604,41	1834,56	4276,99

Tabulka 193: Rozdělení spotřeb dle energonositelů vybrané varianty



Graf 25: Spotřeba energie vybrané varianty

7.5 Energetická bilance

V energetické bilanci navrhované varianty jsou zobrazeny bilance pouze pro vytápění v částech objektu, v nichž jsou navrhována opatření. Ostatní energetické bilance se nemění, zůstávají jako ve stávajícím stavu. Pouze u bilance přípravy teplé vody dojde ke snížení tepelných ztrát zmenšením objemu zásobníků teplé vody.

Je uvažováno se zachováním způsobu provozu a užívání objektu.

Stanovení průměrného součinitele prostupu tepla po zateplení objektu

1. Provozní část

Název zóny	Provozní část
Převažující teplota v zóně	18 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	1634,66

Tabulka 194: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitele prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitele prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Stěna obvodová SO1	247,86	0,30	1,00	74,36	247,86	0,25	1,00	61,47
Stěna obvodová SO2	200,75	0,30	1,00	60,23	200,75	0,26	1,00	52,20
Okna	45,94	1,50	1,00	68,91	45,94	1,50	1,00	68,91
okna OD 6,10	49,80	1,50	1,00	74,70	49,80	1,40	1,00	69,72
Dveře DO1-2	17,75	1,70	1,00	30,18	17,75	1,70	1,00	30,18
Stěna k temperovanému prostoru SO3	106,28	0,75	0,43	34,28	106,28	1,50	0,43	68,37
Okna k temperovanému prostoru OD7-8	97,40	3,50	0,43	146,59	97,40	1,50	0,43	62,82
Stěna k temperovanému prostoru SN1	42,60	0,75	0,43	13,74	42,60	1,50	0,43	27,40
dveře k temperovanému prostoru DN1	1,80	3,50	0,43	2,71	1,80	2,50	0,43	1,94
Podlaha k 1PP PDL1	449,45	0,60	0,10	26,97	449,45	1,92	0,10	86,29
Střecha plochá SCH1	375,03	0,24	1,00	90,01	375,03	0,15	1,00	54,75
Střecha plochá SCH2	94,96	0,24	1,00	22,79	94,96	0,22	1,00	20,70
Celkem	1634,66	-	-	622,65	1634,66	-	-	584,05
Tepelné vazby		(1634,66·0,02)		32,69	(výsledek podrobného výpočtu)			65,39
Celková měrná ztráta prostupem tepla				655,35				649,43
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}		Požadovaná hodnota:		0,401				0,397
		Doporučená hodnota:		0,301				
Klasifikační třída obálky budovy				0,991	Třída C - vyhovující			

Tabulka 195: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

2. Šatny přístavba

Název zóny	Šatny přístavba
Převažující teplota v zóně	18 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	519,39

Tabulka 196: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Podlaha k zemině PDL3	168,12	0,45	0,15	11,35	168,12	2,73	0,15	63,40
Stěna obvodová SO1	99,15	0,30	1,00	29,75	99,15	0,25	1,00	24,79
Stěna k temperovanému prostoru SO3	84,00	0,75	0,39	24,57	84,00	1,50	0,39	49,01
strop ke strojovně PDL1	168,12	0,60	0,39	39,34	168,12	1,92	0,39	125,89
Celkem	519,39	-	-	105,00	519,39	-	-	263,09
Tepelné vazby		(519,39·0,02)		10,39	(výsledek podrobného výpočtu)			36,36
Celková měrná ztráta prostupem tepla				115,39				299,44
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}		Požadovaná hodnota:		0,222				0,577
		Doporučená hodnota:		0,167				
Klasifikační třída obálky budovy				2,595	Třída F – velmi nevhodná			

Tabulka 197: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

3. Strojovna VZT přístavba

Název zóny	Strojovna přístavba
Převažující teplota v zóně	5 °C
Plocha ochlazovaných konstrukcí	316,69

Tabulka 198: Vlastnosti zóny

	Referenční budova (stanovení požadavků)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tepla U _N [W/m ² K]	Redukční činitel b [-]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla [W/K]
Stěna obvodová SO1	138,94	4,80	1,00	666,91	138,94	0,25	1,00	34,74
Okna	9,60	3,50	1,00	33,60	9,60	2,80	1,00	26,88
Střecha plochá SCH3	168,15	3,80	1,00	638,97	168,15	3,15	1,00	530,35
Celkem	316,69	-	-	1339,48	316,69	-	-	591,96
Tepelné vazby		(6417,6-0,02)		6,33	(výsledek podrobného výpočtu)			22,17
Celková měrná ztráta prostupem tepla				1345,82				614,13
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em}	Požadovaná hodnota:			4,250				1,939
	Doporučená hodnota:			3,187				
Klasifikační třída obálky budovy				0,456	Třída A -velmi úsporná			

Tabulka 199: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla

Rozdělení tepelných ztrát jednotlivých zón po zateplení objektu

Zóna	Vnitřní výpočtová teplota t_i [°C]	Vnější výpočtová teplota t_e [°C]	Měrná tepelná ztráta prostupem tepla H_t [W/m ² K]	Měrná tepelná ztráta větráním H_v [W/m ² K]	Tepete ztráta prostupem tepla Q_t [W]	Tepete ztráta větráním Q_v [W]	Tepelná ztráta celkem Q [kW]
1	4	-12	59,20	48,30	947,20	772,80	1,72
2	18	-12	85,70	44,20	2571,00	1326,00	3,90
3	8	-12	207,10	57,80	4142,00	1156,00	5,30
4	18	-12	96,10	86,00	2883,00	2580,00	5,46
5	18	-12	46,10	35,60	1383,00	1068,00	2,45
6	20	-12	57,20	57,10	1830,40	1827,20	3,66
7	15	-12	58,20	52,50	1571,40	1417,50	2,99
8	18	-12	139,10	215,50	4173,00	6465,00	10,64
9	5	-12	7094,29	19141,10	120602,94	325398,70	446,00
10	18	-12	251,40	58,80	7542,00	1764,00	9,31
11	5	-12	613,80	99,80	10434,60	1696,60	12,13
Celkem			8708,19	19896,70	158080,54	345471,80	503,55

Tabulka 200: Rozdělení tepelných ztrát jednotlivých zón po úpravách

Energetická bilance potřeby a spotřeby energie pro vytápění objektu

Energetická bilance byla zpracována pomocí výpočetního nástroje Protech v kombinaci s vlastními výpočty. Jako vstupní údaje byly použity informace o skutečném provozu objektu, vnitřní výpočtové teplotě a intenzitě větrání

Potřeba tepla pro vytápění V3 [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
1	0,41	0,28	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,26	1,01
2	1,56	1,28	1,00	0,52	0,11	0,00	0,00	0,00	0,12	0,60	1,09	1,40	7,68
3	1,71	1,28	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,38	5,74
4	2,00	1,67	1,31	0,65	0,10	0,00	0,00	0,00	0,13	0,76	1,40	1,77	9,79
5	0,69	0,49	0,21	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,42	0,62	2,67
6	0,45	0,30	0,13	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,19	0,36	1,61
7	0,85	0,66	0,38	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,50	0,73	3,28
8	3,75	2,92	1,94	0,67	0,10	0,00	0,00	0,00	0,16	1,09	2,53	3,37	16,52
celkem	11,42	8,88	5,57	2,04	0,34	0,00	0,00	0,00	0,44	2,75	6,98	9,88	48,31

Tabulka 201: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách

Potřeba tepla pro vytápění V3 [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	39,09	27,94	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	24,50	101,32
10	5,53	4,67	4,02	2,60	1,13	0,00	0,00	0,00	1,03	2,63	4,04	4,99	30,64
11	3,19	2,21	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	2,25	8,79
celkem	47,81	34,82	8,20	2,60	1,13	0,00	0,00	0,00	1,03	2,63	10,78	31,74	140,75

Tabulka 202: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách

Spotřeba energie – CZT V3 [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
1	0,60	0,42	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,39	1,50
2	2,27	1,85	1,46	0,75	0,16	0,00	0,00	0,00	0,18	0,86	1,58	2,04	11,15
3	2,48	1,85	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	2,00	8,32
4	2,90	2,42	1,91	0,65	0,15	0,00	0,00	0,00	0,18	1,10	2,03	2,57	13,91
5	1,00	0,71	0,31	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,17	0,61	0,90	3,87
6	0,66	0,44	0,20	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12	0,27	0,52	2,34
7	1,24	0,96	0,55	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,73	0,55	4,26
8	5,44	4,24	2,81	0,97	0,14	0,00	0,00	0,00	0,23	1,58	3,68	4,89	23,98
celkem	16,59	12,89	8,08	2,66	0,49	0,00	0,00	0,00	0,64	3,99	10,13	13,85	69,33

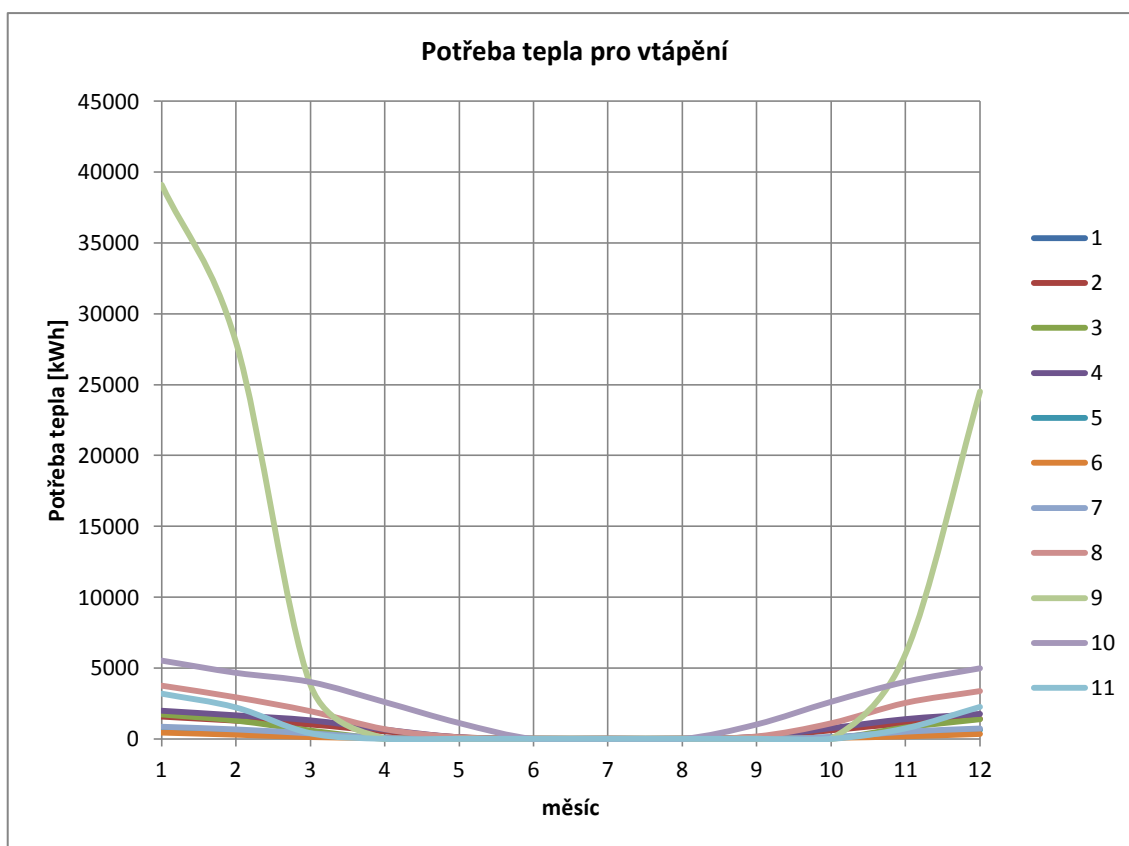
Tabulka 203: Spotřeba energie CZT po úpravách

Spotřeba energie - dálkové teplo V3 [MWh]													
číslo zóny/měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem MWh
9	60,95	43,58	5,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,36	38,21	158,01
10	8,33	7,03	6,05	3,92	1,69	0,00	0,00	0,00	1,55	3,96	6,07	7,51	46,10
11	4,63	3,21	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08	3,28	12,77
celkem	73,91	53,82	12,53	3,92	1,69	0,00	0,00	0,00	1,55	3,96	16,51	48,99	216,88

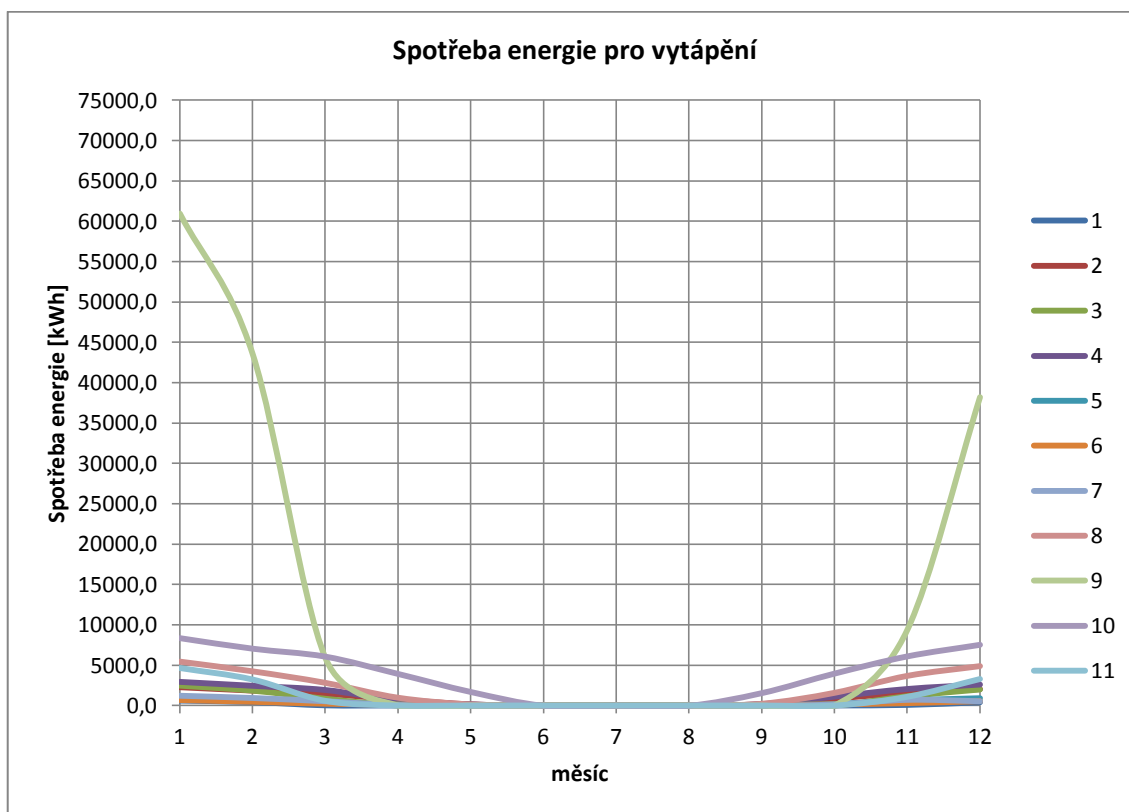
Tabulka 204: Spotřeba tepla po úpravách

Číslo zóny	Název zóny
1	Garáž rolby
2	Šatny
3	Komunikační prostory, vrátnice
4	Šatny 1. NP
5	Zasedací místnost
6	Rehabilitace
7	Posilovna
8	Baletní sál, tělocvična
9	Hala s ledovou plochou
10	Šatny přístavba
11	Strojovna VZT

Tabulka 205: Rozdělení zón



Graf 26: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách



Graf 27: Spotřeba energie pro vytápění po úpravách

7.6 Ekonomické a ekologické vyjádření

Realizací navrhované varianty bude dosaženo úspor nákladů na provoz objektu při zachování stávajícího komfortu užívání. Dosažení úspor je podmíněno dodržáním okrajových podmínek a cenových úrovní, na jejichž základě byly provedeny ekonomické a energetické bilance.

Dosažitelná úspora finančních nákladů: 345 137,61 Kč/rok.

Vnitřní výnosové procento IRR: 12,9 %

Čistá současná hodnota NPV: 2608,2 tis. Kč

Z ekologického hlediska dojde k výrazné úspoře globální emisní zátěže způsobované provozem objektu.

Výsledky ekologického vyhodnocení navrhované varianty:

Varianta 3

Znečišťující látka	Výchozí stav	Varianta 3	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky	0,036	0,017	0,020
SO ₂	0,670	0,321	0,368
Nox	0,598	0,279	0,335
CO	0,061	0,028	0,034
CO ₂	491,211	286,640	216,743

Tabulka 206: Ekologické vyhodnocení vybrané varianty

Z výsledků vyplývá výrazné snížení produkce CO₂ způsobené provozem objektu.

7.7 Návrh vhodné koncepce systému managementu a hospodaření s energií

- V rámci vybrané varianty je doporučeno změnit energonositele pro vytápění a přípravu teplé vody v provozní části budovy. Záměrem je nahrazení v současnosti využívané elektrické energie centrálním zásobováním teplem z Tepláren Brno. Pro hodnocený objekt přichází v úvahu výtopna tepláren vyrábějící teplo s využitím spalování zemního plynu. Tento zdroj je ekonomicky i ekologicky výhodnější v porovnání s předchozím.
- Dále je doporučováno zavést podrobný monitoring odebraných energií, zvláště pak monitorování odebraného chladu, které není doposud zavedeno.
- Pro dosažení bilančních úspor energií a finančních nákladů je důležité dodržovat vnitřní teploty vzduchu a intenzitu výměny vzduchu v souladu s bilančními hodnotami, které byly udány provozovatelem objektu.
- Vzhledem ke snížení tepelné ztráty objektu vlivem zateplení je doporučováno snížit teplotu topné vody a nadále využívat ekvitermní regulaci celé soustavy.
- V souvislosti se snížením tepelné ztráty objektu po realizaci vybrané varianty je navrženo snížení celkového výkonu zdrojů tepla.
- Celkový objem zásobníků teplé vody je v současnosti značně předimenzovaný, v rámci navrhované varianty je navrženo jeho snížení. Navrhovaný objem zásobníků teplé vody je navržen tak, aby odpovídal potřebě teplé vody pro sprchování, které probíhá v hodinových až dvouhodinových cyklech. Nově navržený objem zásobníků bude pro sprchování v cyklu dostačující a současně bude připravována teplá voda pro další cyklus sprchování či pro úklid.
- Dále pokračovat ve využívání odpadního tepla z chlazení pro účely rolby ve stejném režimu.
- Pro dosažení úspor a trvalé udržení provozu technických zařízení objektu je nutné provádět pravidelnou údržbu veškerých technických zařízení a dodržovat termíny pro provedení revizí.
- Dále by bylo vhodné posoudit povrchovou teplotu ledu v hale s ledovou plochou, bylo by vhodné uvažovat o jejím snížení ze současných $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ na teploty v rozmezí $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- V závislosti na podmínkách garantovaných dodavateli energií je vhodné provádět kontrolu cenových úrovní dodavatelů a porovnání s konkurenčními dodavateli energií.

7.8 Popis okrajových podmínek

- Místo stavby Brno.
- Použity průměrné venkovní výpočtové teploty dle ČSN 12 831.
- Použity průměrné hodnoty intenzity procházejícího slunečního záření a tepelné zátěže způsobené provozem objektu dle ČSN 73 0548.
- Rozdělení objektu do 11 zón dle provozu.
- Návrhové teploty vnitřního prostředí popsáné v úvodu EA, zvolené dle skutečného provozu objektu.
- Intenzita výměny vzduchu pro jednotlivé zóny popsána v úvodu EA.
- Byly použity vnější rozměry.
- Při výpočtu energetických ukazatelů objektu byly použity kvazistacionární výpočtové metody s měsíčním krokem výpočtu.
- Investiční náklady jednotlivých opatření jsou popsány v rámci návrhů jednotlivých opatření.
- Cenové úrovně pro jednotlivé energie včetně DPH:

Energonositel	Cena	Poznámka
Elektrická energie	3386,7 Kč/MWh	Shodná s původním stavem, dodávka z Ronda
Teplo	1854,7 Kč/MWh	Shodná s původním stavem, dodávka z Ronda
Zemní plyn	1548,8 Kč/MWh	Cena stanovená dle aktuálních ceníků hlavního dodavatele v místě odběru
CZT	2526,0 Kč/MWh	Cena stanovená dle aktuálních ceníků hlavního dodavatele v místě odběru
Chlad	7321 Kč/den	Shodná s původním stavem, dodávka z Ronda

Tabulka 207: Cenové úrovně energií

- Dodržení všech technologických postupů a provedení prací.
- Zaškolení obsluhy pro provoz jednotlivých technologií.

8. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška 480/2012 Sb. o náležitostech EA

Zákon 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší

Vyhláška 205/2009 Sb. o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Vyhláška 193/2007 Sb. o podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie

Vyhláška 194/2007 Sb. pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům

Vyhláška 195/2007 Sb. rozsah stanovisek k politice územního rozvoje a územně plánovací dokumentaci, závazných stanovisek při ochraně zájmů chráněných zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, a podmínky pro určení energetických zařízení

Učební skripta AEA I. a II. Díl Audit energetického hospodářství budov

T. Dahlsen , D. Petráš, Energetický audit budov

J. Šála, Zateplování budov

J. Cihelka a kolektiv, Vytápěcí systémy

Ing. Jiří Vašíček, Investiční ekonomie

Sl.Steigauf, Investiční matematika

ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 10211, ČSN EN 12831, ČSN 73 0540-1-4, ČSN EN ISO 10077-1, ČSN EN ISO 7345, ČSN EN ISO 10077-2, ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 14683

ČSN EN 15217, ČSN EN 15316, ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 10211-2, ČSN EN ISO 13370, ČSN EN ISO 14683, ČSN 060320, ČSN EN ISO 13786, ČSN EN 12828, ČSN EN 12464-1, ČSN EN ISO 15603, ČSN EN ISO 13791, ČSN EN 12170, ČSN EN ISO 15459, ČSN EN ISO 13792, ČSN EN 12171, ČSN EN ISO 14040

9. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

podle zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo	xxx
-----------------	-----

1. Část – Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
TJ STADION BRNO			
2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Křídlovická	908/32	Staré Brno	
d) obec	e) PSČ	f) email	g) telefon
Brno	603 00	-	-
3. Identifikační číslo			
00531839			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno	b) kontakt		
Mgr. Kateřina Beránková, předsedkyně TJ	-		
5. Předmět energetického auditu			
a) název	Krasobruslařská hala		
b) adresa	Křídlovická 908/32, Staré Brno, 603 00 Brno, pč. 1419/1, k.ú. Staré Brno		
c) popis předmětu EA	Předmětem EA je stávající stavba krasobruslařské haly. Objekt je složen ze tří částí, z části provozní s technickým zázemím (nazývané provozní část), části s šatnami hokejistů a strojovnou VZT (nazývané také přístavba) a z haly s ledovou plochou. V provozní části se nachází vrátnice, šatny, hygienické vybavení objektu, tělocvična, posilovna, rehabilitace, zasedací místnost a technické zázemí objektu, včetně prostor pro garážování rolby. V části přístavby se nacházejí šatny a strojovna VZT. Objekt byl postaven v roce 1981. Provozní část objektu má jedno podzemní a dvě nadzemní podlaží, přístavba má dvě nadzemní podlaží, hala je jednopodlažní. Vytápění staveb a příprava teplé vody: Zdrojem tepla provozní části stávajícího objektu je elektrokotelna s akumulačním blokem a strojovnou umístěná v suterénu objektu. Zdrojem tepla je elektrokotel sestávající ze dvou kotelních jednotek, každá o výkonu 72 kW. Příprava teplé vody probíhá ve čtyřech zásobníkových ohřivačích s elektrickými vložkami, každý o objemu 1200 l, celkem 4800 l. Zdrojem tepla pro halu s ledovou plochou a pro část přístavby je připojení z výměňkové stanice sousední Haly Rondo. Ochlazování staveb: Ledová plocha v hale je připravována a udržována chladem ze sousedního Ronda. Prostory haly jsou chlazeny kompresorovou chladicí jednotkou Carrier, výkon jednotky je 47 kW. Vzduchotechnika: Dvě VZT jednotky, každá z jednotek je složena: filtr, teplovodní ohřivač, chladič, směšovací komora.		

2. Část – popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností

V objektu jsou pořádány kurzy bruslení a slouží jako tréninkový prostor pro krasobruslařské oddíly, dále hokejová utkání a tréninky a bruslení pro veřejnost. V hale se nenachází prostor hlediště pro diváky. Objekt je využíván od srpna do května, v letních měsících probíhá provozní přestávka. Během provozní přestávky dochází k provádění údržbových prací.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla			b) zdroje elektřiny		
počet	6	ks	počet	-	ks
instalovaný výkon	0,144	MW	instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	251,1	MWh	roční výroba	-	MWh
roční spotřeba paliva	1286,27	GJ/r	roční spotřeba paliva	-	GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet	-	ks	druh OZE	-	
Instal. výkon elektrický	-	MW	druh DEZ	-	
Instal. výkon tepelný	-	MW	fosilní zdroje	-	
roční výroba elektřiny	-	MWh			
roční výroba tepla	-	MWh			
roční spotřeba paliva	-	GJ/r			

3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba Energie		Ergonositel
Vytápění	-	MW	354,42	MWh/r	El. energie, teplo
Chlazení	-	MW	85	MWh/r	El. energie
Větrání	-	MW	49,41	MWh/r	El. energie
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Příprava TV	-	MW	83,61	MWh/r	El. energie
Osvětlení	-	MW	38,4	MWh/r	El. energie
Technologie	-	MW	1292,16	MWh/r	El. energie, chlad
Celkem	-	MW	1903,01	MWh/r	-

3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

V rámci EA byla navržena opatření: připojení k CZT pro vytápění v provozní části a přípravu teplé vody, zateplení obvodových stěn provozní části a části přístavby, zateplení střechy provozní části a výměna otvorových výplní v provozní části objektu.

2. Úspory energie a nákladů

	Spotřeba a náklady na energii - celkem					
	Stávající stav	Navrhovaný stav		Úspory		
Energie	1903,01	MWh/r	1834,56	MWh/r	68,45	MWh/r
Náklady	4622,12	tis.Kč/r	4276,99	tis.Kč/r	345,14	tis.Kč/r

	Spotřeba energie					
	Stávající stav	Navrhovaný stav		Úspory		
Vytápění	354,42	MWh/r	286,21	MWh/r	68,21	MWh/r
Chlazení	85	MWh/r	85	MWh/r	0	MWh/r
Větrání	49,41	MWh/r	49,41	MWh/r	0	MWh/r
Úprava vlhkosti	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Příprava TV	83,61	MWh/r	83,37	MWh/r	0,24	MWh/r
Osvětlení	38,4	MWh/r	38,4	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	1292,16	MWh/r	1292,16	MWh/r	0	MWh/r

3. Ekonomické hodnocení

Doba hodnocení	20	roků	Diskontní míra	5	%
Reálná doba návratnosti	9,0	roků	Investiční náklady	2910,97	tis.Kč
Prostá doba návratnosti	8,4	roků	Cash flow	345,14	tis.Kč/r
IRR	12,9	%	NPV	2608,2	tis.Kč
Rok realizace	2015				

4. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav				Navrhovaný stav				Efekt			
	lokálně		globálně		lokálně		globálně		lokálně		globálně	
Tuhé látky	-	t/r	0,037	t/r	-	t/r	0,017	t/r	-	t/r	0,020	t/r
SO ₂	-	t/r	0,689	t/r	-	t/r	0,321	t/r	-	t/r	0,368	t/r
NO _x	-	t/r	0,614	t/r	-	t/r	0,279	t/r	-	t/r	0,335	t/r
CO	-	t/r	0,062	t/r	-	t/r	0,028	t/r	-	t/r	0,035	t/r
CO ₂	-	t/r	503,958	t/r	-	t/r	288,034	t/r	-	t/r	215,924	t/r

4. Část – Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Xxx	Xxx
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
Xxx	Xxx
4. Datum posledního průběžného vzdělávání	
Xxx	
5. Podpis	6. Datum
Xxx	Xxx

C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

1. EXPERIMENT

1.1 Popis experimentu

V hodnocené budově byl proveden experiment, jehož účelem bylo zjistit průběh rozložení teplot po výšce haly s ledovou plochou v období 1 týdne v přechodném období roku. Na základě výsledků experimentálního měření bylo možné ověřit provoz haly, na jehož základě byly modelovány spotřeby energií pro chlazení, vytápění a větrání haly, z nichž bylo vycházeno v energetickém auditu.

1.1.1 Podmínky měření

Doba měření: 29. 10. - 4. 11. 2014

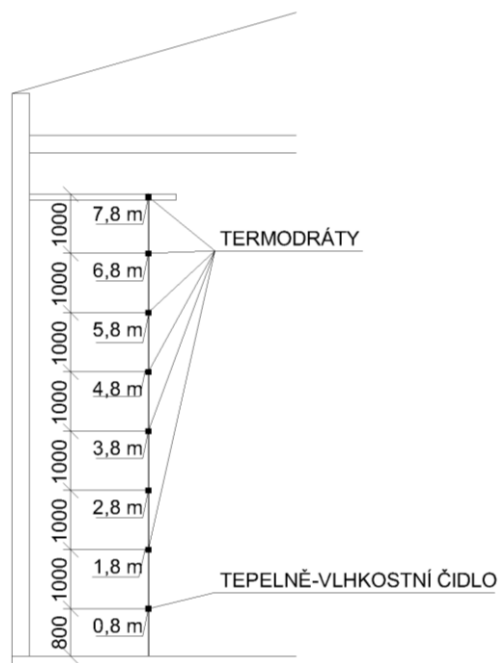
Pro měření byla použita měřicí ústředna: Almemo 2890-9

Použitá čidla: termodráty, tepelně vlhkostní čidlo

Umístění: viz náskres haly



Obrázek 24: Umístění měřícího zařízení v půdorysu



Obrázek 25: Rozmístění čidel po výšce

Provoz haly v průběhu měření:

běžný provoz

1.1.2 Průběh měření

Během měření byly zaznamenávány teploty naměřené termodráty a tepelně vlhkostním čidlem do ústředny v intervalu 10 minut. Termodráty a čidlo byly rozmístěny po výšce haly ve vzdálenosti 1 m od sebe na rastru zavěšeném na nosné konstrukci sítě za brankovištěm.

Současně byla měřena povrchová teplota ledu.

Tepelně vlhkostní čidlo přestalo měřit po prvním dnu měření. Nefunkčnost byla pravděpodobně způsobena vysokou relativní vlhkostí vyskytující se v hale.

Třetí den přestal pracovat termodrát ve výšce 6,8 m. Důvod nefunkčnosti nebyl zjištěn.

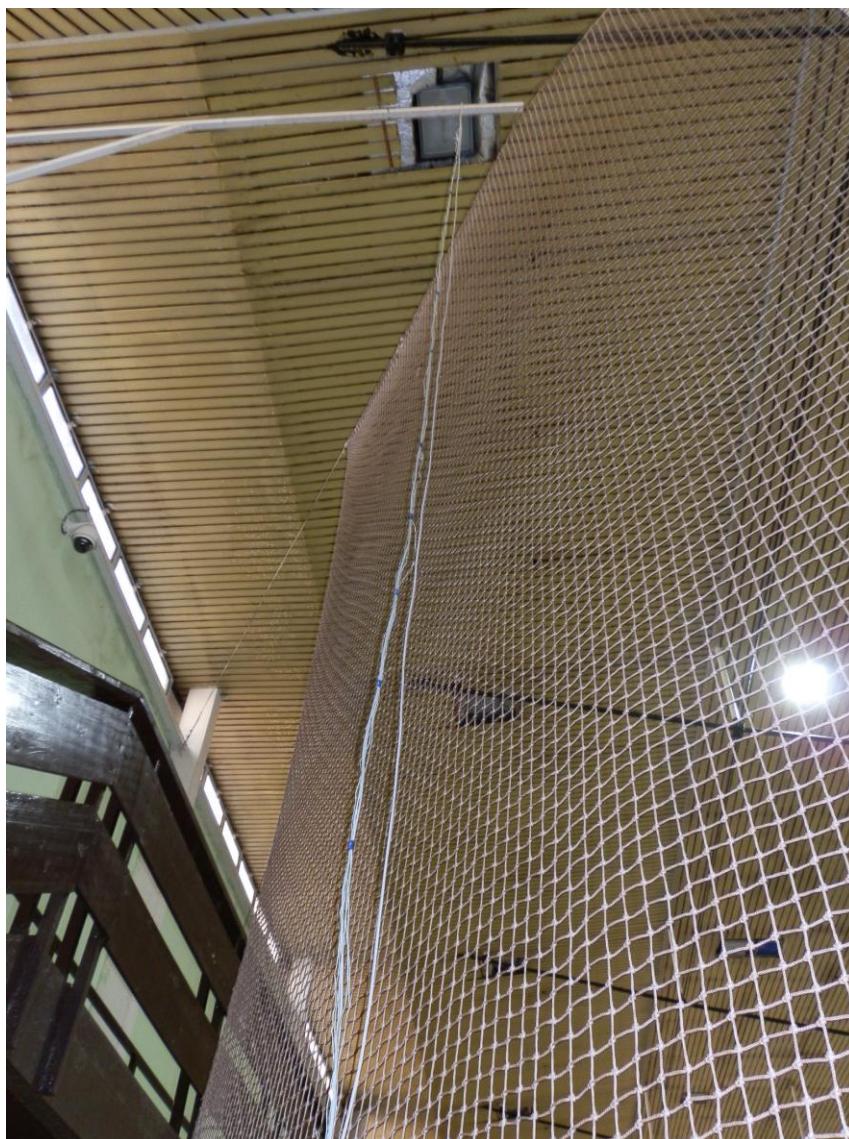
Současně byly převzaty teploty a relativní vlhkosti venkovního prostředí v měřeném období.

Počasí přetrvávající v jednotlivých dnech je uvedeno v grafech dokumentujících průběh měření.

Po celou dobu měření byla ve venkovním prostředí zjištěna poměrně vysoká relativní vlhkost.

Průběh měření je dokumentován grafy.

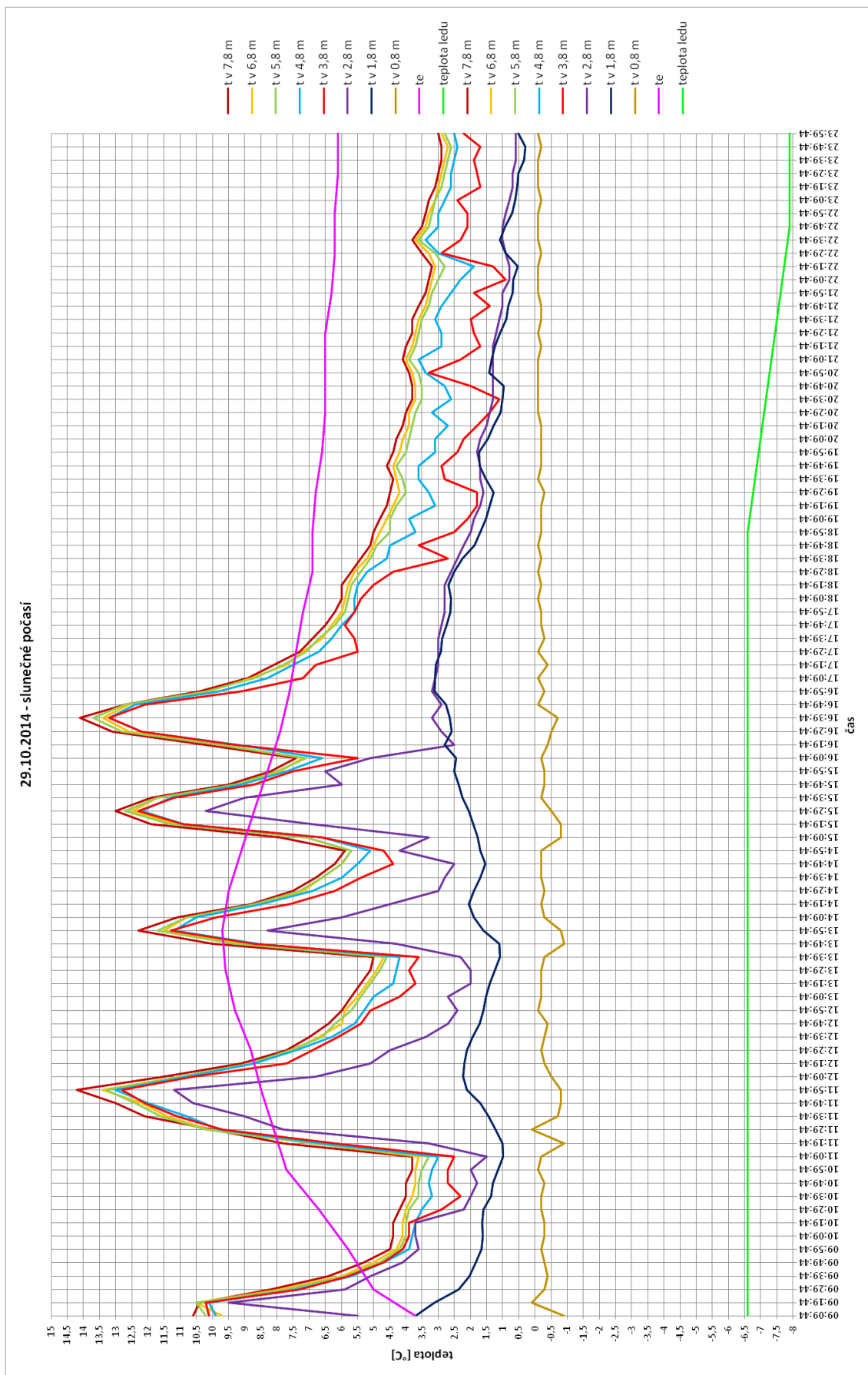
Fotografie umístění rastru:



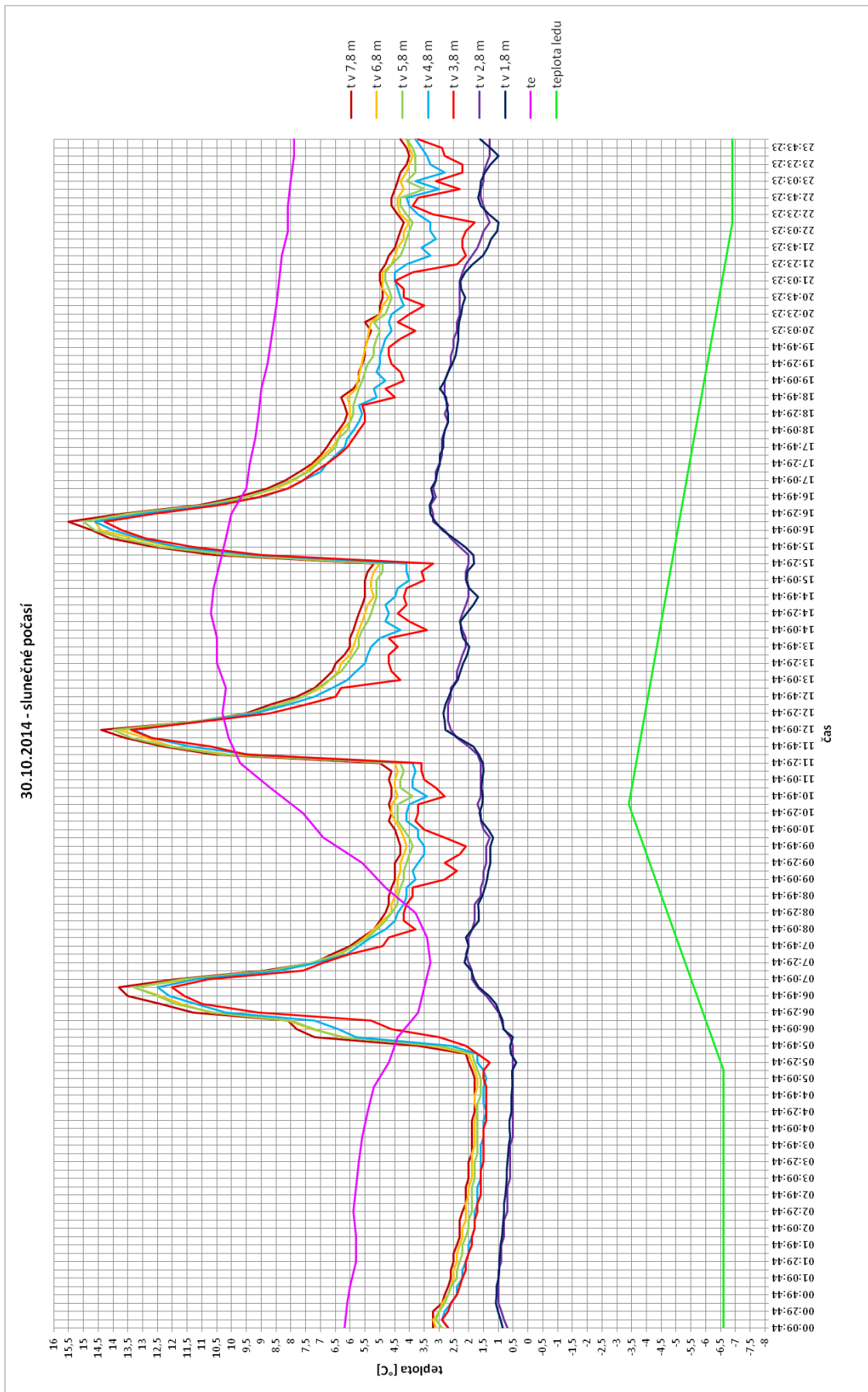
Obrázek 26: Umístění rastru 1



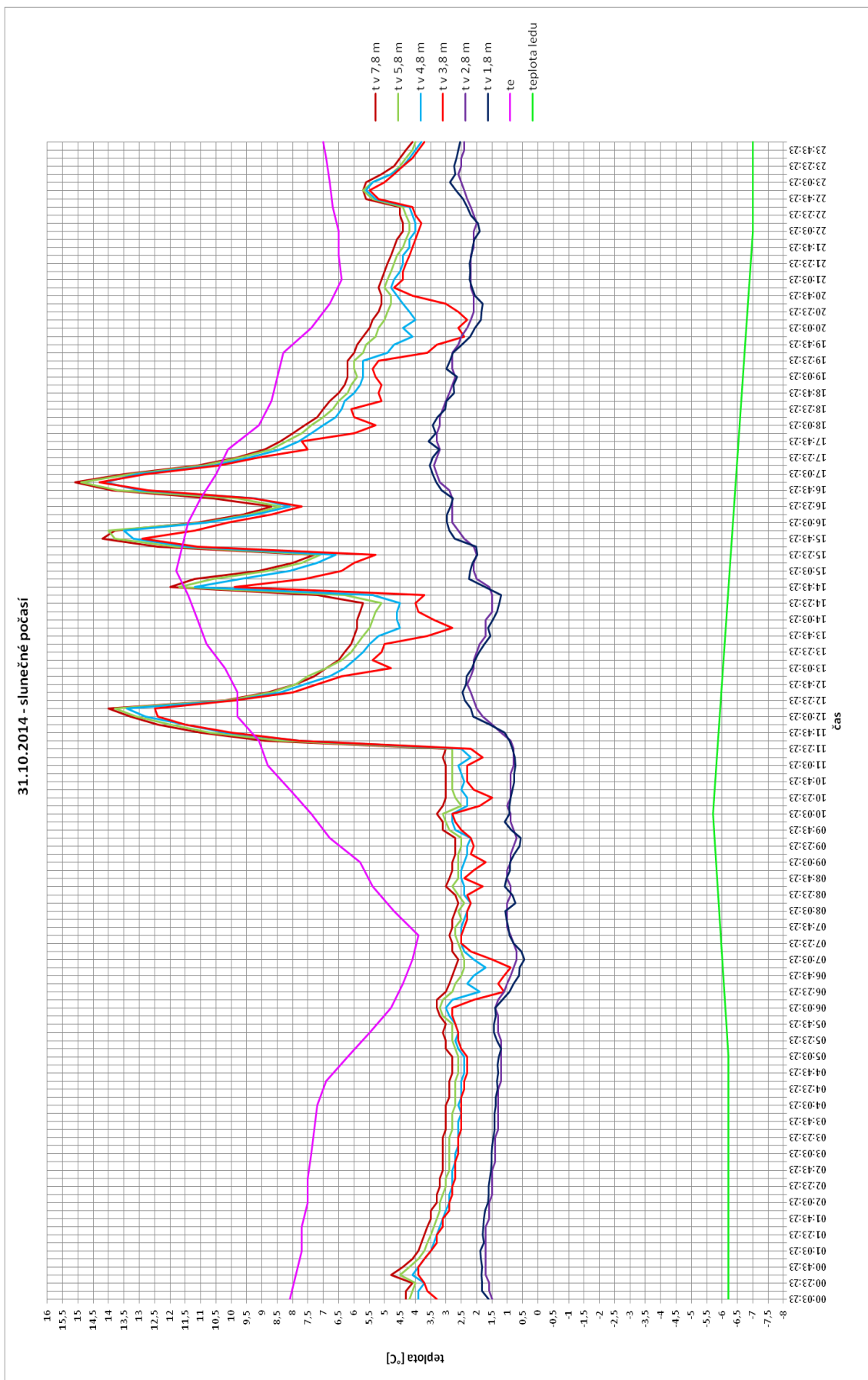
Obrázek 27: Umístění rastru 2



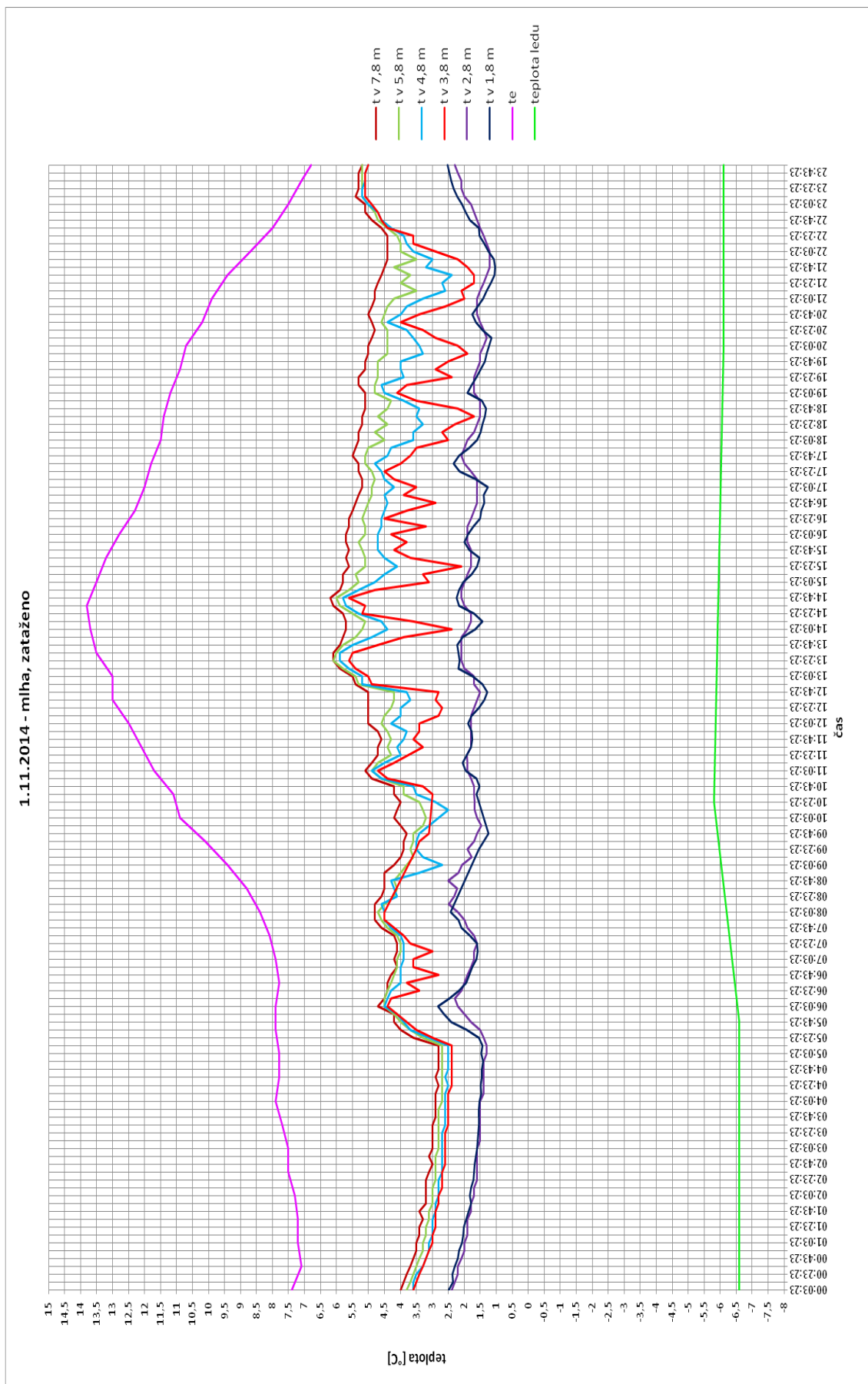
Graf 28: Měření 29. 10. 2014



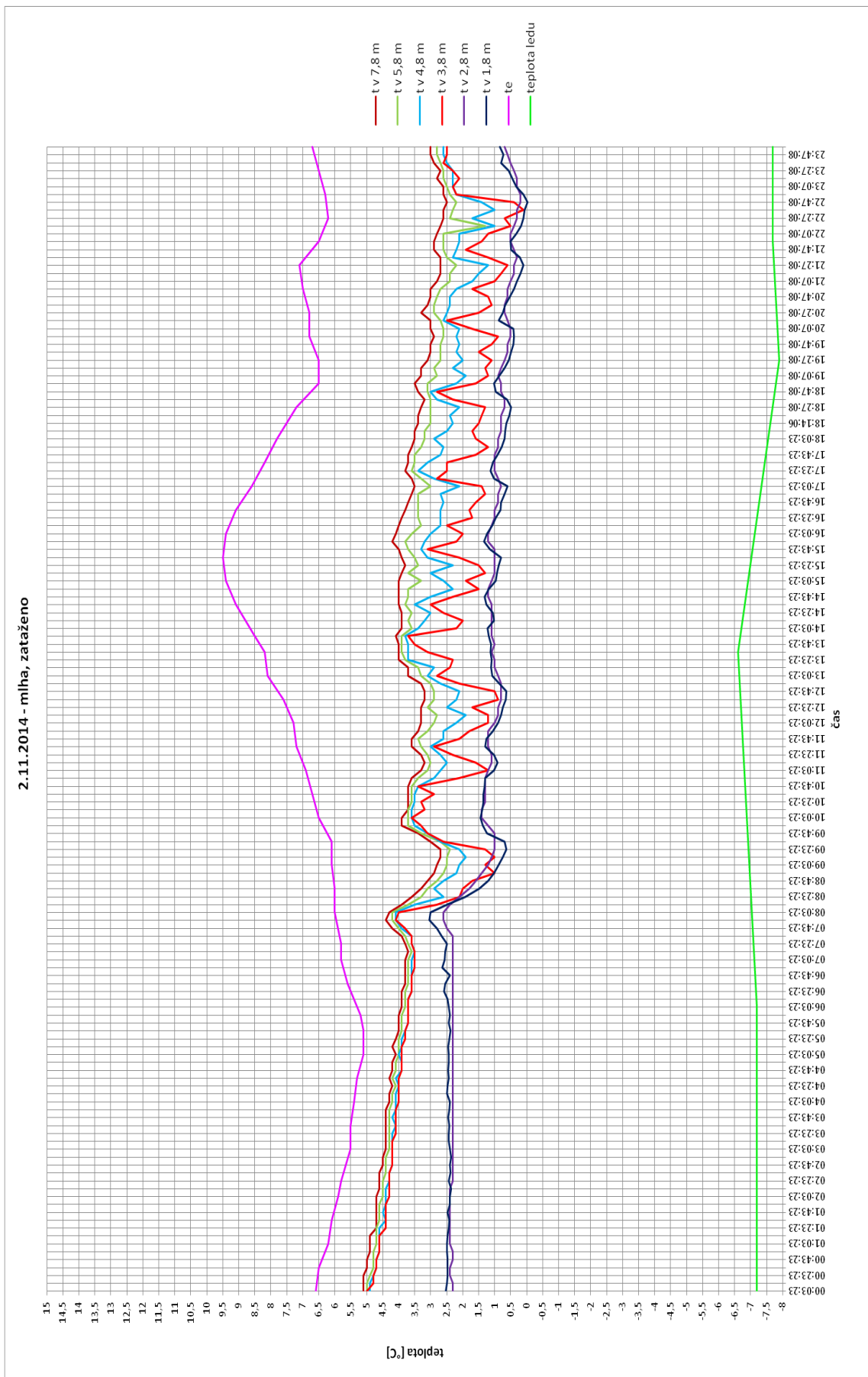
Graf 29: Měření 30. 10. 2014



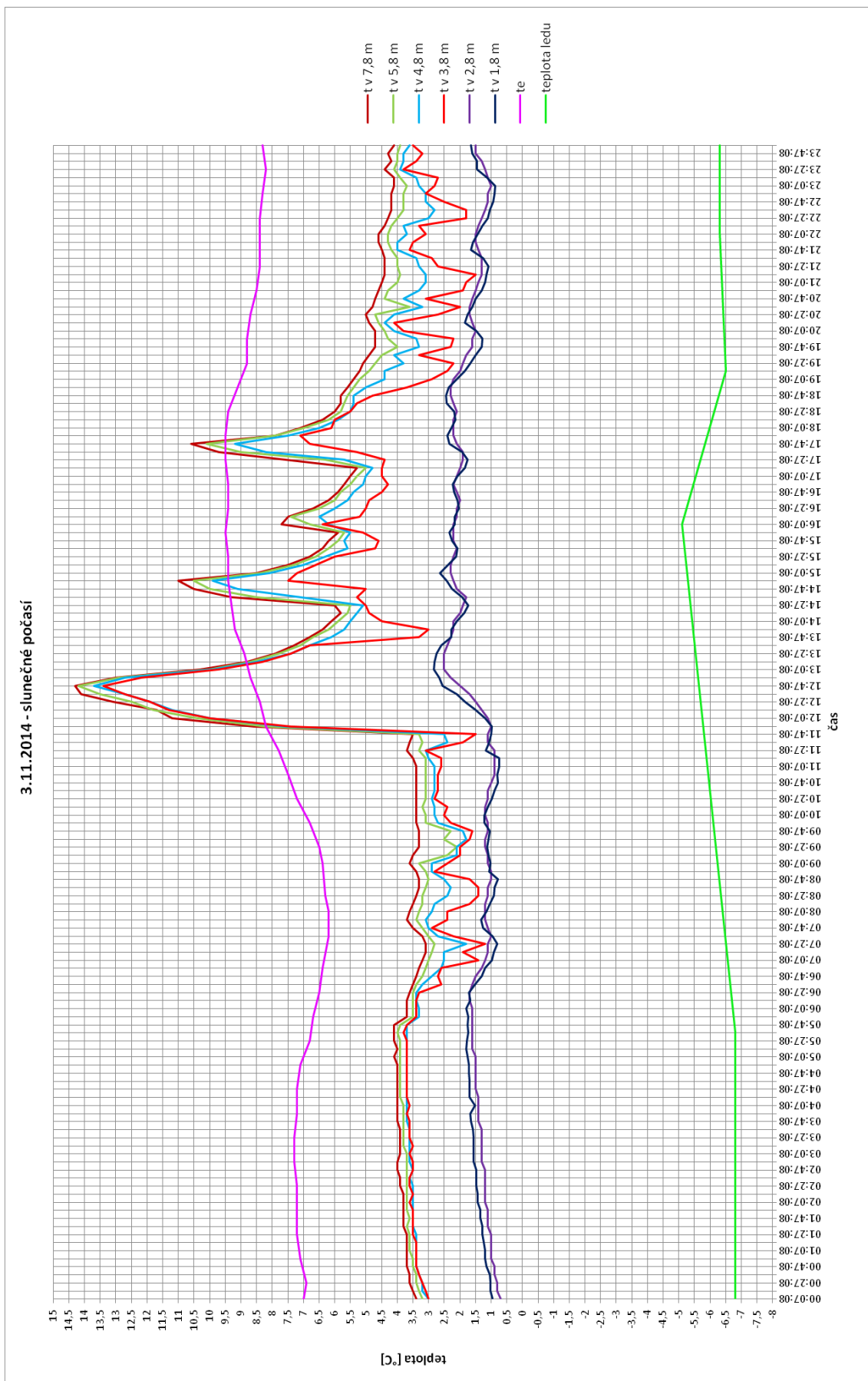
Graf 30: Měření 31. 10. 2014



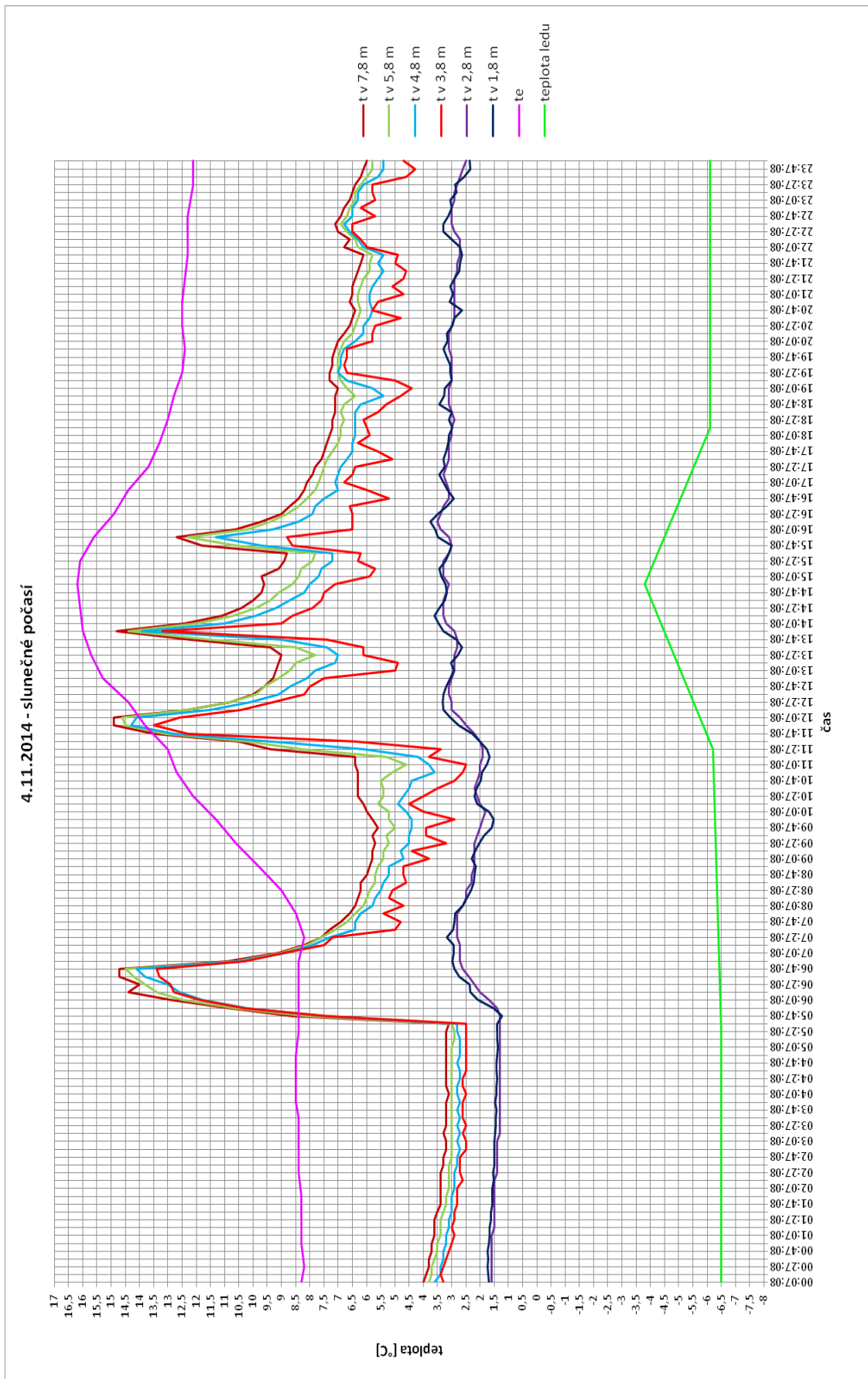
Graf 31: Měření 1. 11. 2014



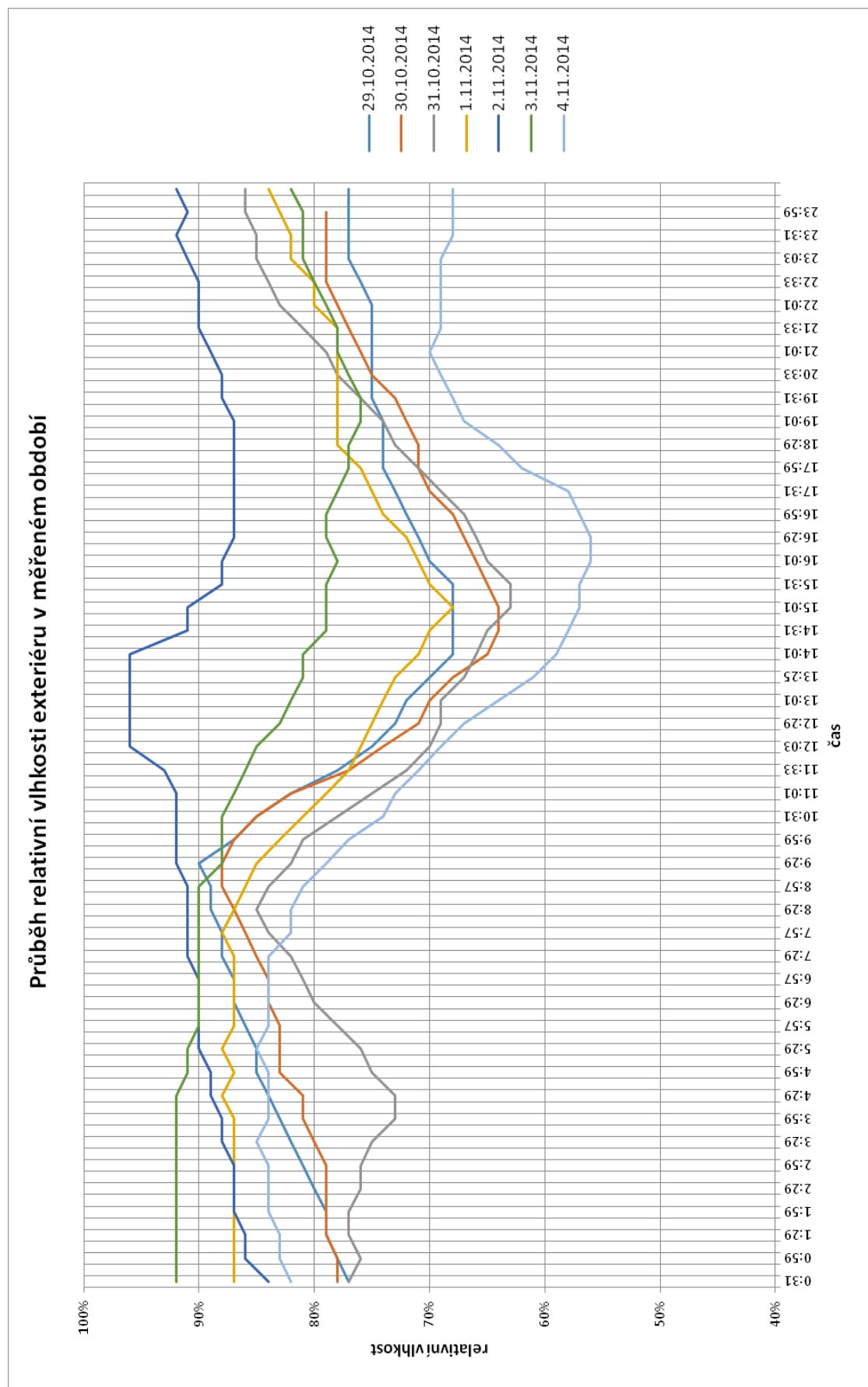
Graf 32: Měření 2. 11. 2014



Graf 33: Měření 3. 11. 2014



Graf 34: Měření 4. 11. 2014



Graf 35: Průběh relativní vlhkosti v exteriéru

1.2 Závěr z měření

V přiložených grafech je zobrazen průběh teplot vzduchu uvnitř haly s ledovou plochou, průběh teploty povrchu ledu a průběh venkovních teplot ve sledovaném období.

Průměrná teplota vnitřního vzduchu v hale se během měřeného období pohybovala v rozmezí 3 až 4,5 °C. Nárůst teploty ve vyšších výškových úrovních je způsoben zvýšením teploty ve vzduchové mezeře střechy vlivem slunečního záření dopadajícího na horní plášť dvouplášťové střešní konstrukce a slunečním zářením prostupujícím přes prosvětlovací otvory pod spodním pláštěm dvouplášťové střechy haly. Z měření bylo vyzorováno, že tepelná zátěž vznikající pohybem osob po ledové ploše má ve srovnání s vlivem tepelné zátěže od slunečního záření a teplot venkovního vzduchu (při vyšších teplotách) zanedbatelný význam. Teploty vzduchu do výšky 3 m nad povrchem ledu se stále pohybují v rozmezí 1 až 3 °C a nejsou zásadně ovlivňovány tepelnou zátěží od slunečního záření.

Z naměřených hodnot vyplývá, že k používání zdroje chladu pro halu dochází pouze při zvýšení teplot vzduchu v hale na teplotu nad 10 °C. Jinak dochází ke chlazení haly směřováním vnitřního vzduchu s venkovním ve směšovacích komorách jednotek VZT, přičemž VZT zařízení není neustále v provozu, ale je spínáno dle potřeby. Směšovací poměr je nastavován ručně dle potřeby. Regulace v objektu pro tyto účely je poloautomatická.

Dále bylo zjištěno, že tepelná izolace a samotný podhled spodního pláště dvouplášťové ploché střechy jsou společně s prosvětlujícími otvory nevyhovující. Vlivem nedostatečné tloušťky izolantu dochází při vyšších venkovních teplotách k nárůstu teploty vzduchu pod podhledem a ke vzniku mlhy v hale a naopak při nízkých venkovních teplotách dochází ke kondenzaci vzduchu na podhledu a ke vzniku krápníkového efektu. Kapičky vody dopadají na ledovou plochu a ohrožují krasobruslaře.

Bylo by vhodné zazdít prosvětlovací otvory a nahradit stávající podhled, tvořený hliníkovými lamelami, novým včetně výměny tepelné izolace položené na podhledové vrstvě.

ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem se věnovala energetickému hodnocení krasobruslařské haly nacházející se v Brně. Vypracovala jsem energetický audit hodnotící zadanou stavbu. V rámci energetického auditu jsem provedla návrhy opatření a jejich následné kombinace v deseti variantách. Byla navrhována opatření týkající se výměny zdrojů tepla pro provozní část a zateplení. Díky stávajícímu hospodaření s energiemi a vytápění převážné části stavby elektrickou energií, vykazovaly všechny varianty poměrně vysoká vnitřní výnosová procenta už jen díky nahrazení stávajícího energonositele zemním plynem či CZT. Po podrobném rozboru všech navržených variant s přihlédnutím k současným požadavkům z hlediska státních orgánů majících právo se k dané věci vyjadřovat, byla vybrána nejvhodnější varianta. Bohužel v tomto případě nejvhodnější neznamena nejúspornější. Po realizaci vybrané varianty bude dosaženo energetických, ekonomických a ekologických úspor. Při správném provedení a dodržení všech stanovených okrajových podmínek lze dosáhnout úspor ve výši 68,45 MWh/rok a 345 137,56 Kč/rok.

Dále jsem v rámci své diplomové práce provedla experimentální měření v objektu. Toto měření mi pomohlo udělat si představu o skutečném provozu haly s ledovou plochou. V poslední části práce jsem se zabývala jeho zpracováním a vyhodnocením.

POUŽITÉ ZDROJE

Zákony, vyhlášky, normy směrnice, elektronické zdroje – citované zdroje

- [1] tzbinfo. [online]. ČVUT Praha, Fakulta stavební, katedra TZB, 8.4.2013 [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9745-nove-pozadavky-na-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-od-1-dubna-2013>
- [2] Zákon 406/2000 Sb.: Zákon o hospodaření s energií, ve znění pozdějších předpisů. 2000. [cit. 2015-01-03].

Obrazové zdroje

- [3] REVOLT s.r.o.-Průkaz energetické náročnosti. [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.revolt.cz/revitalizace-rekonstrukce/svjbd/prukaz-energeticke-narocnosti/>
- [4] SUCHÁNEK s.r.o. [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z <http://www.petrsuchanek.cz/energetika-staveb/co-je-energeticky-stitek-obalky-budovy/>
- [5] ČESKÉSTAVBY.cz. [online]. ROCKWOOL, a.s. 21.09.2009 [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/zatepleni-rockwool-6033.html>
- [6] Arnika. [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://arnika.org/uspory-energie-a-alternativy-k-beznym-palivum>
- [7] Vaillant. [online]. 2013 [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.vaillant.cz/stacionarni-plynove-kotle-p16/>
- [8] ROBUR, s.r.o. [online]. Prezentace tepl. čerpadel (vč. montáže) PDF. 2013 [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.robur.cz/ke-stazeni>
- [9] ROBUR, s.r.o. [online]. [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.robur.cz/tepelna-cerpadla-robur-pro-gahp-a>
- [10] Ekowatt. [online]. 2008 [cit. 2015-01-03]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>
- [11] TEDOM A.S. TEDOM MICRO: Malá kogenerační jednotka. Dostupné z: <http://kogenerace.tedom.com/download/?soubor=kogeneracni-jednotky-download&folder=1>
- [12] Ostatní použité podklady jsou uvedeny na stranách 20 a 21 jako součást analýzy tématu a na stranách 154 a 155 jako součást energetického auditu.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Průkaz energetické náročnosti budovy	19
Obrázek 2: Energetický štítek obálky budovy	20
Obrázek 3: Průběh teplot v zateplené konstrukci	27
Obrázek 4: Rozdělení tepelných ztrát jednotlivých konstrukcí objektu	29
Obrázek 5: Průčelí objektu.....	39
Obrázek 6: Popis částí objektu.....	42
Obrázek 7: Situační plán.	44
Obrázek 8: Elektrokotel Drukov.....	50
Obrázek 9: Elektrický akumulční zásobník a R+S pro vytápění přístavby a haly	50
Obrázek 10: Carrier 30GC 035 900 EE.....	51
Obrázek 11: R+S provozní části objektu	53
Obrázek 12: Přívod od zdrojů tepla k R+S v provozní části objektu	53
Obrázek 13: R+S části přístavby objektu.....	54
Obrázek 14: Rolba Olympia	55
Obrázek 15: Pohledy na objekt.....	61
Obrázek 16: Pohledy na objekt.....	61
Obrázek 17: Rozdělení zón 1. NP	69
Obrázek 18: Rozdělení zón 2. NP	70
Obrázek 19: Vaillant atmoVIT exklusive, Vaillant atmoVIT	88
Obrázek 20: Princip činnosti plynového absorpčního tepelného čerpadla.....	93
Obrázek 21: Robur PRO GAHP A typu HT	94
Obrázek 22: Příklad kogenerační jednotky.	97
Obrázek 23: Kogenerační jednotka Tedom Micro T30AP.....	98
Obrázek 24: Umístění měřícího zařízení v půdorysu	161
Obrázek 25: Rozmístění čidel po výšce	162
Obrázek 26: Umístění rastru 1	163
Obrázek 27: Umístění rastru 2	164

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Identifikační údaje	39
Tabulka 2: Identifikační údaje	40
Tabulka 3: Identifikační údaje	40
Tabulka 4: Identifikační údaje	40
Tabulka 5: Identifikační údaje	40
Tabulka 6: Základní energetické údaje 2013	45
Tabulka 7: Základní energetické údaje 2012	46
Tabulka 8: Základní energetické údaje 2011	46
Tabulka 9: Ceny energií 2013.....	48
Tabulka 10: Ceny energií 2013.....	48
Tabulka 11: Ceny energií 2013.....	48
Tabulka 12: Popis zdroje tepla	50
Tabulka 13: Popis zdroje chladu	51
Tabulka 14: Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	52
Tabulka 15: Roční bilance výroby z vlastního zdroje	52
Tabulka 16: Popis rozvodů tepla	53
Tabulka 17: Popis rozvodů chladu	54
Tabulka 18: Charakteristika rozvodů tepla	54
Tabulka 19: Charakteristika rozvodů chladu	54
Tabulka 20: Údaje energeticky významných spotřebičů	55
Tabulka 21: Údaje energeticky významných spotřebičů	55
Tabulka 22: Údaje energeticky významných spotřebičů	55
Tabulka 23: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S01	56
Tabulka 24: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S02	56
Tabulka 25: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S04	57
Tabulka 26: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S05	57
Tabulka 27: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SN1.....	57
Tabulka 28: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla S03	58
Tabulka 29: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH1.....	58
Tabulka 30: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH2.....	59
Tabulka 31: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla STR1	59

Tabulka 32: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla SCH3	59
Tabulka 33: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL1	60
Tabulka 34: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL2	60
Tabulka 35: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla PDL3	60
Tabulka 36: Popis zdrojů tepla	64
Tabulka 37: Popis zdrojů chladu	64
Tabulka 38: Popis oběhových čerpadel	65
Tabulka 39: Popis expanzních nádob	65
Tabulka 40: Vlastnosti rozvodů topné vody	66
Tabulka 41: Vlastnosti rozvodů chladiva	66
Tabulka 42: Údaje energeticky významných spotřebičů	67
Tabulka 43: Údaje energeticky významných spotřebičů	67
Tabulka 44: Údaje energeticky významných spotřebičů	67
Tabulka 45: Popis zón v objektu	68
Tabulka 46: Vyhodnocení součinitelů prostupů tepla	71
Tabulka 47: Vlastnosti zóny	72
Tabulka 48: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla	72
Tabulka 49: Vlastnosti zóny	73
Tabulka 50: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla	73
Tabulka 51: Vlastnosti zóny	74
Tabulka 52: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla	74
Tabulka 53: Vlastnosti zóny	75
Tabulka 54: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla	75
Tabulka 55: Tepelné ztráty jednotlivých zón	76
Tabulka 56: Seznam hodnocených zón	76
Tabulka 57: Zisky z oslunění	77
Tabulka 58: Potřeba tepla pro vytápění	79
Tabulka 59: Energie dodaná teplovodním systémem	79

Tabulka 60: Spotřeba energie pro vytápění - elektrokotel.....	80
Tabulka 61: Potřeba tepla pro vytápění	80
Tabulka 62: Energie dodaná teplovodním a teplovzdušným systémem	80
Tabulka 63: Spotřeba energie pro vytápění - teplo	80
Tabulka 64: Seznam zón	81
Tabulka 65: Potřeba chladu	82
Tabulka 66: Energie dodaná chladícím systémem	82
Tabulka 67: Spotřeba energie pro chlazení	82
Tabulka 68: Energie dodaná chladícím systémem redukována	82
Tabulka 69: Spotřeba energie pro chlazení redukována	83
Tabulka 70: Popis zón	83
Tabulka 71: Potřeba a spotřeba energie pro přípravu TV	84
Tabulka 72: Spotřeba energie pro větrání	85
Tabulka 73: Spotřeba energie pro větrání	85
Tabulka 74: Spotřeba energie pro osvětlení.....	85
Tabulka 75: Energetická bilance stávajícího stavu.....	85
Tabulka 76: Rozdělení spotřeb dle energonositelů	86
Tabulka 77: Rozpočtové ukazatele O1 pro V7	89
Tabulka 78: Vyhodnocení O1 pro V7	89
Tabulka 79: Popis V7.....	89
Tabulka 80: Rozpočtové ukazatele O1 pro V1	90
Tabulka 81: Vyhodnocení O1 pro V1	90
Tabulka 82: Popis V1.....	90
Tabulka 83: Rozpočtové ukazatele O2.....	91
Tabulka 84: Vyhodnocení O2 pro V9	91
Tabulka 85: Popis V9.....	92
Tabulka 86: Vyhodnocení O2 pro V3	92
Tabulka 87: Popis V3.....	92
Tabulka 88: Rozpočtové ukazatele O3 pro V8	94
Tabulka 89: Vyhodnocení O3 pro V8	94
Tabulka 90: Popis V8.....	95
Tabulka 91: Rozpočtové ukazatele O3 pro V2	95

Tabulka 92: Vyhodnocení O3 pro V2	95
Tabulka 93: Popis V2.....	95
Tabulka 94: Rozpočtové ukazatele O4.....	96
Tabulka 95: Vyhodnocení O4.....	96
Tabulka 96: Rozpočtové ukazatele O5.....	98
Tabulka 97: Vyhodnocení O5 pro V10	98
Tabulka 98: Popis V10.....	98
Tabulka 99: Vyhodnocení O5 pro V4	99
Tabulka 100: Popis V4.....	99
Tabulka 101: Vlastnosti O6	99
Tabulka 102: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla po úpravách S01	99
Tabulka 103: Rozpočtové ukazatele pro O6	100
Tabulka 104: Vyhodnocení O6.....	100
Tabulka 105: Vlastnosti O7	100
Tabulka 106: Vyhodnocení součinitele prostupu tepla po úpravách SCH1.....	101
Tabulka 107: Rozpočtové ukazatele O7	101
Tabulka 108: Vyhodnocení O7	101
Tabulka 109: Vlastnosti O8	102
Tabulka 110: Rozpočtové ukazatele O8.....	102
Tabulka 111: Vyhodnocení O8.....	102
Tabulka 112: Vyhodnocení Varianty 1	103
Tabulka 113: Vyhodnocení Varianty 2	103
Tabulka 114: Vyhodnocení Varianty 3	104
Tabulka 115: Vyhodnocení Varianty 4.....	104
Tabulka 116: Vyhodnocení Varianty 5	105
Tabulka 117: Vyhodnocení Varianty 6.....	105
Tabulka 118: Vyhodnocení Varianty 7	105
Tabulka 119: Vyhodnocení Varianty 8	106
Tabulka 120: Vyhodnocení Varianty 9.....	106
Tabulka 121: Vyhodnocení Varianty 10.....	106
Tabulka 122: Výsledky ekonomického vyhodnocení Varianty 1 - 5	108
Tabulka 123: Popis Variant 1 - 5	108

Tabulka 124: Výsledky ekonomického vyhodnocení Varianty 5 - 10	109
Tabulka 125: Popis Variant 5 - 10	109
Tabulka 126: Popis Varianty 1.....	111
Tabulka 127: Vyhodnocení Varianty 1	111
Tabulka 128: Popis Varianty 2.....	112
Tabulka 129: Vyhodnocení Varianty 2	112
Tabulka 130: Popis Varianty 3.....	113
Tabulka 131: Vyhodnocení Varianty 3	113
Tabulka 132: Popis Varianty 4.....	114
Tabulka 133: Vyhodnocení Varianty 4	114
Tabulka 134: Popis Varianty 5.....	115
Tabulka 135: Vyhodnocení Varianty 5	115
Tabulka 136: Popis Varianty 6.....	116
Tabulka 137: Vyhodnocení Varianty 6	116
Tabulka 138: Popis Varianty 7.....	117
Tabulka 139: Vyhodnocení Varianty 7	117
Tabulka 140: Popis Varianty 8.....	118
Tabulka 141: Vyhodnocení Varianty 8	118
Tabulka 142: Popis Varianty 9.....	119
Tabulka 143: Vyhodnocení Varianty 9	119
Tabulka 144: Popis Varianty 10	120
Tabulka 145: Vyhodnocení Varianty 10	120
Tabulka 146: Ekologické vyhodnocení Varianty 1	122
Tabulka 147: Ekologické vyhodnocení Varianty 2	122
Tabulka 148: Ekologické vyhodnocení Varianty 3	122
Tabulka 149: Ekologické vyhodnocení Varianty 4	122
Tabulka 150: Ekologické vyhodnocení Varianty 5	123
Tabulka 151: Ekologické vyhodnocení Varianty 6	123
Tabulka 152: Ekologické vyhodnocení Varianty 7	123
Tabulka 153: Ekologické vyhodnocení Varianty 8	123
Tabulka 154: Ekologické vyhodnocení Varianty 9	124
Tabulka 155: Ekologické vyhodnocení Varianty 10	124

Tabulka 156: Popis variant.....	124
Tabulka 157: Popis Varianty 1.....	127
Tabulka 158: Energetická bilance Varianty 1.....	127
Tabulka 159: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 1.....	127
Tabulka 160: Popis Varianty 2.....	128
Tabulka 161: Energetická bilance Varianty 2.....	128
Tabulka 162: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 2.....	128
Tabulka 163: Popis Varianty 3.....	129
Tabulka 164: Energetická bilance Varianty 3.....	129
Tabulka 165: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 3.....	129
Tabulka 166: Popis Varianty 4.....	130
Tabulka 167: Energetická bilance Varianty 4.....	130
Tabulka 168: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 4.....	130
Tabulka 169: Popis Varianty 5.....	131
Tabulka 170: Energetická bilance Varianty 5.....	131
Tabulka 171: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 5.....	131
Tabulka 172: Popis Varianty 6.....	132
Tabulka 173: Energetická bilance Varianty 6.....	132
Tabulka 174: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 6.....	132
Tabulka 175: Popis Varianty 7.....	133
Tabulka 176: Energetická bilance Varianty 7.....	133
Tabulka 177: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 7.....	133
Tabulka 178: Popis Varianty 8.....	134
Tabulka 179: Energetická bilance Varianty 8.....	134
Tabulka 180: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 8.....	134
Tabulka 181: Popis Varianty 9.....	135
Tabulka 182: Energetická bilance Varianty 9.....	135
Tabulka 183: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 9.....	135
Tabulka 184: Popis Varianty 10	136
Tabulka 185: Energetická bilance Varianty 10.....	136
Tabulka 186: Rozdělení spotřeb dle energonositelů Varianty 10.....	136
Tabulka 187: Vlastnosti O6	140

Tabulka 188: Vlastnosti O7	140
Tabulka 189: Vlastnosti O8	140
Tabulka 190: Vyhodnocení vybrané varianty	141
Tabulka 191: Rozpočtové ukazatele vybrané varianty	142
Tabulka 192: Energetická a ekonomická bilance vybrané varianty.....	143
Tabulka 193: Rozdělení spotřeb dle energonositelů vybrané varianty.....	143
Tabulka 194: Vlastnosti zóny	145
Tabulka 195: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla.....	145
Tabulka 196: Vlastnosti zóny	146
Tabulka 197: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla.....	146
Tabulka 198: Vlastnosti zóny	147
Tabulka 199: Vyhodnocení měrné tepelné ztráty a průměrného součinitele prostupu tepla.....	147
Tabulka 200: Rozdělení tepelných ztrát jednotlivých zón po úpravách	148
Tabulka 201: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách	148
Tabulka 202: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách	149
Tabulka 203: Spotřeba energie CZT po úpravách	149
Tabulka 204: Spotřeba tepla po úpravách.....	149
Tabulka 205: Rozdělení zón	149
Tabulka 206: Ekologické vyhodnocení vybrané varianty.....	151
Tabulka 207: Cenové úrovně energií	153

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Spotřeba elektrické energie.....	47
Graf 2: Spotřeba tepelné energie	47
Graf 3: Zisky z oslunění	77
Graf 4: Potřeba tepla pro vytápění	81
Graf 5: Spotřeba energie pro vytápění	81

Graf 6: Potřeba chladu	83
Graf 7: Spotřeba energie pro chlazení	83
Graf 8: Potřeba a spotřeba energie pro přípravu TV	84
Graf 9: Spotřeba energií pro jednotlivá technická zařízení budov	86
Graf 10: Porovnání variant.....	110
Graf 11: CF diagram Varianty 1.....	111
Graf 12: CF diagram Varianty 2.....	112
Graf 13: CF diagram Varianty 3.....	113
Graf 14: CF diagram Varianty 4.....	114
Graf 15: CF diagram Varianty 5.....	115
Graf 16: CF diagram Varianty 6.....	116
Graf 17: CF diagram Varianty 7.....	117
Graf 18: CF diagram Varianty 8.....	118
Graf 19: CF diagram Varianty 9.....	119
Graf 20: CF diagram Varianty 10.....	120
Graf 21: Produkce CO ₂ vlivem provozu objektu.....	125
Graf 22: Roční úspory CO ₂ jednotlivých variant.....	125
Graf 23: Porovnání konečných nákladů jednotlivých variant.....	137
Graf 24: Porovnání konečných spotřeb jednotlivých variant	137
Graf 25: Spotřeby energie vybrané varianty	144
Graf 26: Potřeba tepla pro vytápění po úpravách	150
Graf 27: Spotřeba energie pro vytápění po úpravách	150
Graf 28: Měření 29. 10. 2014.....	165
Graf 29: Měření 30. 10. 2014.....	166
Graf 30: Měření 31. 10. 2014.....	167
Graf 31: Měření 1. 11. 2014.....	168
Graf 32: Měření 2. 11. 2014.....	169
Graf 33: Měření 3. 11. 2014.....	170
Graf 34: Měření 4. 11. 2014.....	171
Graf 35: Průběh relativní vlhkosti v exteriéru.....	172

SEZNAM ZKRATEK

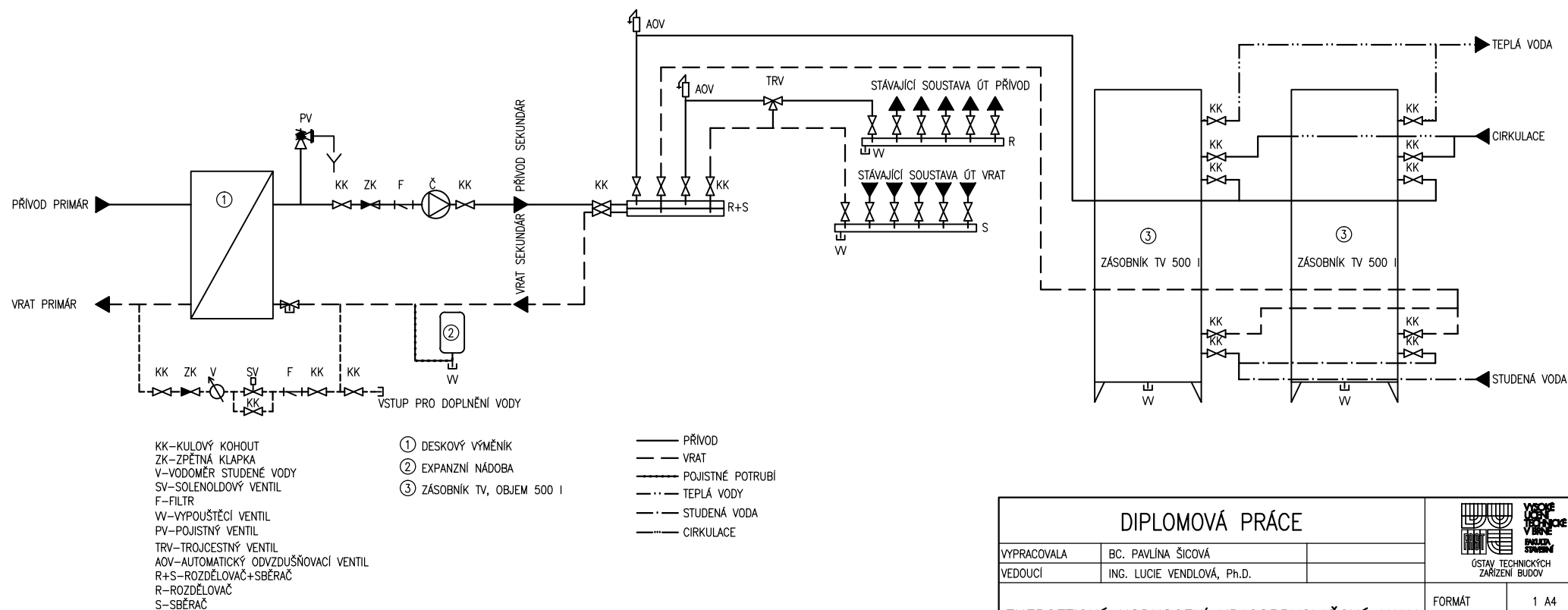
ČSN	Česká norma
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
TNI	Technická normalizační informace
Sb.	Sbírky
LED	dioda emitující světlo
DN	jmenovitá světlost potrubí
R+S	rozdělovač a sběrač
P+D	pero + drážka
d, tl.	tloušťka vrstvy
IČO	identifikační číslo organizace
EA	energetický audit
TV	teplá voda
VZT	vzduchotechnika
TZB	technická zařízení budov
TRV	termostatický ventil
TH	termostatická hlavice
1.NP	první nadzemní podlaží
2.NP	druhé nadzemní podlaží
ZP	zemní plyn
El. energie	elektrická energie

CZT	centrální zásobování teplem
CF	cash flow
NPV	čistá současná hodnota
IRR	vnitřní výnosové procento
mm	milimetr
cm	centimetr
m	metr
°C	stupeň Celsia
K	stupeň Kelvina
m ³	metr krychlový
m ²	metr čtverečný
l	litr
kW	kilowatt
MW	megawatt
kWh	kilowatthodina
MWh	megawatthodina
kg	kilo
%	procento
GJ	gigajoule
Kč	Koruna česká
Hod	hodina
t/rok	tun za rok

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1

SVISLÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE			 ÚSTAV TECHNICKÝCH ZARÍZENÍ BUDOV	
VYPRACOVALA	BC. PAVLINA ŠICOVÁ			
VEDOUcí	ING. LUCIE VENDLOVÁ, Ph.D.		ENERGETICKÉ HODNOCENÍ KRASOBRUSLAŘSKÉ HALY	
SVISLÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ			FORMÁT	1 A4
			DATUM	5.2.2014
			MĚŘÍTKO	Č.VÝKRESU 1