



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÝ POSUDEK A PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

ENERGY ASSESSMENT AND CERTIFICATE OF ENERGY PERFORMANCE
OF BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Renata Bidmonová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020



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

Student	Bc. Renata Bidmonová
Název	Energetický posudek a průkaz energetické náročnosti budovy
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a právní 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

Analýza spotřeby energie posuzovaného energetického hospodářství pro zadaný objekt.

Výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě.

C. Volitelná část

Energetický posudek v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. hodnotící zdroj tepla, průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je vyhodnocení energetického posudku a vypracování průkazů energetické náročnosti budovy. Objektem je bytový dům ve Vítkově. Teoretická část se zabývá centralizovaným zásobováním tepla. Ve výpočtové části se nachází detailnější popis jednotlivých vztahů a postupy výpočtů, které slouží ke zpracování průkazů energetické náročnosti budovy. Dále návrhy opatření na zlepšení energetické náročnosti budovy. V této části se také nachází návrh jednotlivých zařízení nové kotelny a termografické měření. V projektové části se nachází energetický posudek, hodnotící budovu ve dvou variantách s jednotlivými zdroji tepla. Hodnocení probíhá z energetického, ekonomického a ekologického hlediska.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bytový dům, energetický posudek, průkaz energetické náročnosti budovy, analýza, termografické měření, zdroj tepla, centralizované zásobování teplem, plynový kondenzační kotel.

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to evaluate the energy assessment and elaboration of energy performance certificates of the building. The building is an apartment building in Vítkov. The theoretical part deals with centralized heat supply. The calculation part contains a more detailed description of individual relationships and calculation procedures that are used to process energy performance certificates of the building. Furthermore, proposals for measures to improve the energy performance of buildings. In this part there is also a proposal of individual equipment of the new boiler room and thermographic measurement. In the project part there is an energy assessment assessing the building in two variants with individual heat sources. The evaluation is carried out from an energy, economic and environmental aspect.

KEYWORDS

Residential building, energy assessment, certificate of energy performance of buildings, analysis, thermographic measurement, heat source, centralized heat supply, gas condensing boiler.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Renata Bidmonová *Energetický posudek a průkaz energetické náročnosti budovy*. Brno, 2020. 170 s, 18 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Energetický posudek a průkaz energetické náročnosti budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Renata Bidmonová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Energetický posudek a průkaz energetické náročnosti budovy* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Renata Bidmonová

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing Petru Horákovi, Ph.D. za odborné vedení a řadu podnětů a rad při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	13
A. TEORETICKÁ ČÁST	14
A.1. Decentralizované zásobování teplem (DCZT)	15
A.2. Centralizované zásobování teplem (CZT)	15
A.2.1. Prvky a součásti CZT	16
A.2.1.1 Zdroje tepla	16
A.2.1.1.1 Okrskové kotelny	16
A.2.1.1.2 Výtopny	17
A.2.1.1.3 Teplárny	17
A.2.1.1.4 Tepelné elektrárny a spalovny	18
A.2.1.1.5 Paroplynová teplárna	19
A.2.1.1.6 Kogenerační motor	19
A.2.1.1.7 Přírodní zdroje	19
A.2.1.2 Rozvody tepla	19
A.2.1.2.1 Počet trubek	22
A.2.1.2.2 Uložení a vedení potrubí	23
A.2.1.2.3 Materiál potrubí	24
A.2.2. Měření a cena odebraného tepla	24
A.2.3. Předávací stanice tepla (PST)	25
A.2.3.1 Obecné zásady návrhu	26
A.2.3.2 Základní prvky předávací stanice	26
A.2.3.3 Základní členění předávacích stanic	28
A.2.3.4 Základní rozdělení předávacích stanic	28
A.2.3.4.1 Tlakově závislé předávací stanice	29
A.2.3.4.2 Tlakově nezávislé předávací stanice	30
A.2.4. Ceny tepla	33
A.2.5. Teplárenství České republiky	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	36
B.1. Stavební řešení obálkových konstrukcí	37
B.1.1. Základní údaje o budově	37
B.1.2. Rozměrové charakteristiky	38

B.1.3. Rozdělení do zón.....	38
B.2. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí	40
B.2.1. Výpočet součinitele prostupu tepla.....	40
B.2.2. Porovnání součinitelů prostupu tepla	43
B.2.3. Štítek obálky stávajícího i navrhovaného stavu bytového domu	44
B.3. Specifikace technických systémů.....	45
B.3.1. Vytápění.....	45
B.3.1.1 Popis zdroje stávající stav – CZT	45
B.3.1.2 Popis zdroje navrhovaný stav – plynový kondenzační kotel	47
B.3.2. Příprava TV.....	50
B.3.2.1 Zásobník TV.....	50
B.3.3. Větrání	52
B.3.4. Osvětlení	52
B.4. Analýza energetických potřeb a toků budovy	53
B.4.1. Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním.....	53
B.4.2. Dodaná energie pro spotřebu	54
B.4.3. Potřeba energie pro jednotlivé systému TZB	55
B.4.4. Rozdělení dodané energie dle energonositelů.....	60
B.4.5. Porovnání ročních provozních nákladů	62
B.5. Návrh úsporných opatření.....	63
B.5.1. Zateplení obvodových konstrukcí.....	63
B.5.2. Zateplení střechy	64
B.5.3. Zateplení podlahy suterénu.....	65
B.5.4. Zateplení podlahy 1.NP.....	66
B.5.5. Výměna výplní otvorů.....	67
B.5.6. Celkové opatření.....	68
B.6. Opatření na alternativní zdroje energie	69
B.6.1. Solární ohřev TV.....	69
B.7. Návrh zdroje tepla	71
B.8. Návrh jednotlivých zařízení v technické místnosti	72
B.8.1. Návrh tlakové expanzní nádoby pro vytápění.....	72

B.8.2. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	74
B.8.3. Kombinovaný rozdělovač – sběrač	75
B.9. Termografické měření zatepleného bytového domu.....	76
B.9.1. Termografické snímky zatepleného bytového domu.....	78
C. PROJEKT.....	85
C.1. Účel zpracování energetického posudku dle § 9a, odst. 2 b) zákona č. 406/2000 Sb.	125
C.2. Identifikační údaje	125
C.2.1. Údaje o předmětu energetického posudku.....	125
C.3. Zjištění energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek	126
C.3.1. Charakteristika budovy	126
C.3.1.1 Popis budovy.....	126
C.3.1.2 Situační plán.....	126
C.3.1.3 Rozdělení do zón.....	128
C.3.1.4 Obvodové konstrukce	129
C.3.2. Popis stávajícího stavu	133
C.3.2.1 Technické zařízení budovy	133
C.3.3. Posouzení návrhu nového zdroje tepla	138
C.3.3.1 Technické zařízení budovy – plynový kondenzační kotel.....	138
C.3.4. Posouzení technické proveditelnosti.....	140
C.3.5. Posouzení ekonomické proveditelnosti.....	141
C.3.6. Posouzení ekologické proveditelnosti	144
C.4. Doporučení energetického specialisty.....	146
C.4.1. Podmínky proveditelnosti.....	147
C.4.2. Klimatické okrajové podmínky	147
C.4.3. Ekonomické podmínky.....	147
C.5. Evidenční list energetického posudku	149
ZÁVĚR.....	153
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	154
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	160
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	165

SEZNAM TABULEK.....	167
SEZNAM GRAFŮ	169
SEZNAM PŘÍLOH	170

ÚVOD

Tématem diplomové práce je energetický posudek a průkaz energetické náročnosti budovy bytového domu, který se nachází ve Vítkově, okres Opava. Diplomová práce je rozdělena do tří částí. Pro výpočet průkazů energetické náročnosti budovy jsem použila studentskou verzi výpočetního softwaru Energetika ze stavebního programu DEKSOFT.

A – Teoretická část

B – Výpočtová část

C – Projekt

V části A se nachází literární rešerše. Obsahuje definice jednotlivých pojmů a základní členění. Vše je řešeno dle právních předpisů EU a ČR, které s danou problematikou souvisejí. Téma teoretické části je centralizované zásobování teplem.

V části B se nachází výpočtová část. Jedná se o detailnější popis jednotlivých vztahů a postupy výpočtů, které slouží ke zpracování průkazu energetické náročnosti budovy. Obsahuje analýzu energetických potřeb a toků budovy, stavební řešení a tepelné technické vlastnosti obalových konstrukcí. Dále návrhy opatření na zlepšení energetické náročnosti budovy. V části B se také nachází návrh jednotlivých zařízení nové kotelny. Dále se v této části diplomové práce nachází experimentální měření. Jedná se o termografické měření typově podobného objektu v Brně, jako je hodnocený objekt. Cílem bylo si vyzkoušet práci s termokamerou a vyhodnotit jednotlivé snímky.

V části C se nachází průkaz energetické náročnosti budovy výchozího stavu, ve kterém se v objektu nachází centralizované zásobování teplem. Dále také průkaz energetické náročnosti budovy navrhovaného stavu, ve kterém se v objektu nachází nově navržený plynový kondenzační kotel. Hlavní částí diplomové práce je energetický posudek, hodnotící budovu ve dvou variantách s jednotlivými zdroji tepla. V energetickém posudku se nacházejí veškeré části, které mají být součástí tohoto typu energetického posudku. Jedná se především o popis jednotlivých variant, technické, ekonomické, ekologické vyhodnocení. Závěrem je doporučen konkrétní zdroj tepla.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Renata Bidmonová

VEDOUCÍ PRÁCE

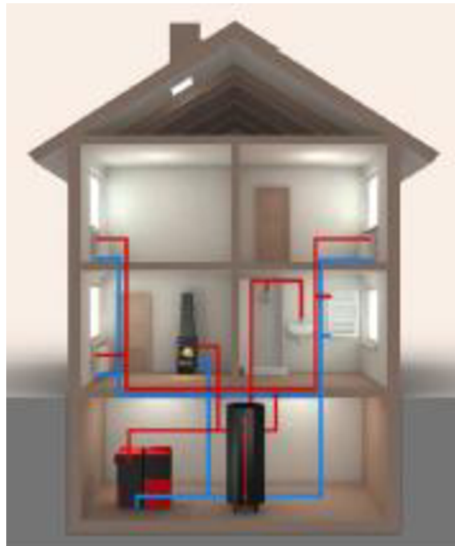
SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

BRNO 2020

A.1. Decentralizované zásobování teplem (DCZT)

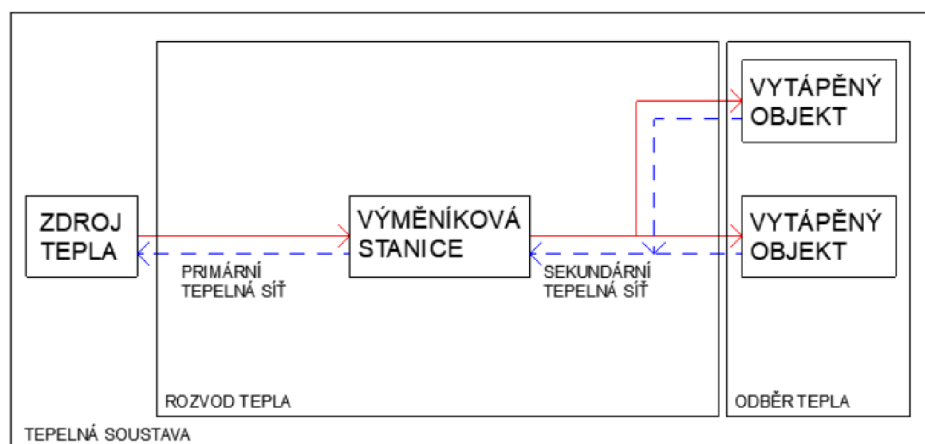
U decentralizovaného zásobování teplem je zdroj umístěn přímo v zásobovaném prostoru nebo objektu. Nejsou zde dlouhé tepelné rozvody. Obvykle se jedná o rozvod tepla v rámci budovy. Zdrojem může být kotelná spalující palivo (pevné, plynné nebo kapalné), elektrokotelna, tepelné čerpadlo, kogenerační jednotka v kombinaci s kotli.



Obrázek 1: Decentralizované zásobování teplem, [44]

A.2. Centralizované zásobování teplem (CZT)

Jedná se o dálkovou dodávku tepla pro vytápění, teplou vodu, vzduchotechniku a technologické účely. U centralizovaného zásobování teplem je tepelný zdroj v určité vzdálenosti od zásobované oblasti. Ve vytápěném objektu je instalována předávací stanice. Ve vlastních zásobovacích objektech jsou předávací stanice objektové. Předávací stanice okrskové jsou společné pro více zásobovaných objektů.



Obrázek 2: Princip dálkového vytápění, [44]

Centrální zásobování teplem se začalo vyvíjet na začátku 30. let 20. století. V tomto období vznikly první teplárny se zdroji kombinované výroby elektřiny a tepla. Například parní soustava v Brně se zdrojem Teplárna Špitálka nebo parní soustava v Praze se zdrojem Elektrárny Holešovice. V tomto období byla teplonosnou látkou převážně pára.

V České republice je zásobováno teplem z CZT téměř 1,5 milionů domácností. Využíváno je cca 10 000 km tepelných sítí.

Z ekologického hlediska je CZT výhodné pro velké zdroje, které jsou řešeny na vysoké technické úrovni, jednak po stránce účinnosti spalování, a také odstraňování škodlivin z kouřových plynů. Další výhodou je možnost umístění zdroje mimo obytnou zástavbu, a proto dochází ke snížení znečištění v obytné zástavbě. Naopak kolem zdroje se nachází velká koncentrace spalin a v případě poruchy by došlo k velkému znečištění ovzduší.

Z ekonomického hlediska je CZT velmi investičně i provozně nákladné. Je nutné počítat i s náklady na zřízení předávacích stanic a na údržbu tepelných sítí.

A.2.1. Prvky a součásti CZT

Soustava centralizovaného zásobování teplem se skládá ze:

- zdroje tepla,
- rozvodů tepla,
- předávací stanice,
- odběratelských soustav.

A.2.1.1 Zdroje tepla

Mezi nejčastější zdroje tepla patří okrskové kotelny, výtopny, teplárny, tepelné elektrárny, spalovny, paroplynová teplárna, kogenerační motor a také přírodní zdroje. Podle oblasti zásobování rozlišujeme zdroje městské, obecní, průmyslové a smíšené. Zdroje tepla vyrábí otopnou vodu s teplotou do 100 °C včetně, horkou vodu nad 110 °C nebo páru (nizkotlakou, středotlakou, vysokotlakou).

A.2.1.1.1 Okrskové kotelny

Jedná se o nejjednodušší zdroj tepla pro CZT o výkonech v rozmezí 3 až 10 MW. Funkcí okrskové kotelny je pouze výroba tepla. Výroba tepla se provádí ve dvou až šesti kotlových jednotkách. Teplonosným médiem je voda nebo pára.

A.2.1.1.2 Výtopny

Výtopny mají větší výkon oproti okrskové kotelně. Výkon je pohybuje v rozmezí 10 až 30 MW. Funkce výtopny je pouze výroba tepla. Proces spalování paliva začíná v kotli, při kterém dochází k ohřevu vody. Tepelná energie se do soustavy CZT dodává přes tepelný výměník. Používá se pro horkovodní nebo parní tepelné sítě.



Obrázek 3: EVK Kašperské Hory, [45]

A.2.1.1.3 Teplárny

Teplárny kromě výroby tepla vyrábí i elektřinu. Celkový výkon ekonomicky výhodných tepláren se pohybuje od 35 MW. Energie získaná spálením paliva je odváděna na vysokotlakou parní turbínu, která je propojena s tepelným výměníkem. Horká pára vedená přes tepelný výměník předává teplo do soustav CZT.



Obrázek 4: Teplárna v Karviné, [46]

A.2.1.1.4 Tepelné elektrárny a spalovny

Primární funkcí je výroba elektřiny, průmyslová výroba a spalování odpadů. Vedlejší funkcí je výroba tepla, díky které dochází ke zvýšení účinnosti primární funkce.



Obrázek 5: Elektrárna Dětmarovice, [47]



Obrázek 6: Spalovna SAKO Brno, [47]

A.2.1.1.5 Paroplynová teplárna

K výrobě elektřiny a tepla využívá kinetickou a chemickou energii plynů. Nejprve dochází ve spalovací komoře k zapálení směsi vzduchu a zemního plynu. Tato směs hořením zvětšuje svůj objem a roztáčí plynovou turbínu. Plynová turbína pohání generátor. Při tomto procesu dochází k výrobě elektřiny. Horká pára, která vzniká předáním tepelné energie ze spalin do vody ve spalinovém kotli, prochází turbínou a vyrábí další elektřinu. Poté horká pára ve výměníku předává zbylou tepelnou energii do soustavy CZT.



Obrázek 7: Teplárny Brno

A.2.1.1.6 Kogenerační motor

Dochází ke spalování plynu v upraveném pístovém motoru. Pístový motor je poháněný generátorem, který vyrábí elektřinu. Teplo je získáváno chlazením spalin, chladicí vody a oleje. Poté je přes výměník předáváno do soustavy CZT.

A.2.1.1.7 Přírodní zdroje

Velkou výhodou je použití CZT v blízkosti výskytu geotermálních vod. Energie obsažená v geotermálních vodách se předává do teplotnosného média a poté se rozvádí do jednotlivých odběrných míst. Problém však nastává s velkým obsahem rozpuštěných minerálních látek v těchto vodách. Proto je nutné používat speciální potrubí a jednotlivé prvky soustavy, tak aby nedošlo k jejímu poškození.

U malých soustav se také využívá solární energie.

A.2.1.2 Rozvody tepla

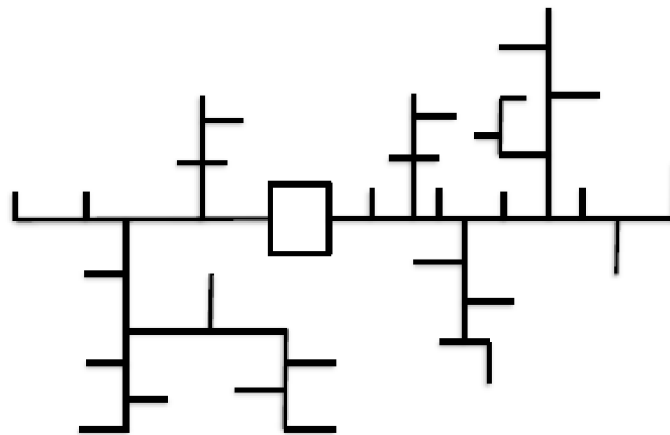
Jedná se o vnější tepelné sítě, které propojují zdroj tepla s jednotlivými objekty. Ve vytápěném objektu je instalována předávací stanice. Část rozvodů tepla od zdroje tepla po předávací stanici nazýváme primární rozvod a část rozvodů v objektu za předávací stanicí nazýváme sekundární rozvod. Jako teplotnosné médium se používá pára nebo voda. Vodní síť dělíme na teplovody a horkovody. Horkovod dopravuje vodu s teplotou

od 110 °C do cca 200 °C. Parovod může dopravovat páru nízkotlakou do přetlaku 0,07 MPa, středotlakou 0,07 až 1,6 MPa nebo vysokotlakou nad 1,6 MPa. Ve většině parovodů k zásobování teplem je pára středotlaká.

Dispozice tepelných sítí může být paprsková, kruhová či mřížová (polygonální). Zdroj tepla pro síť může být jeden, dva nebo více.

Paprsková síť

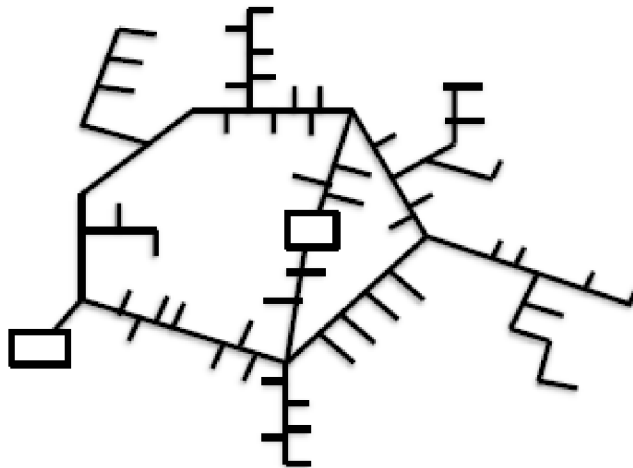
Paprsková síť má jednoduchou strukturu. Nemá výrazně dlouhé trasy. Především se využívá u menších soustav tepelných rozvodů. V případě poruchy hlavní větve, je pro část odběratelů zastavena dodávka. Síť může mít jednu nebo více hlavních větví. Z hlediska hydrauliky je dodatečné rozšiřování problematické.



Obrázek 8: Paprsková tepelná síť s jedním zdrojem, [44]

Kruhová síť

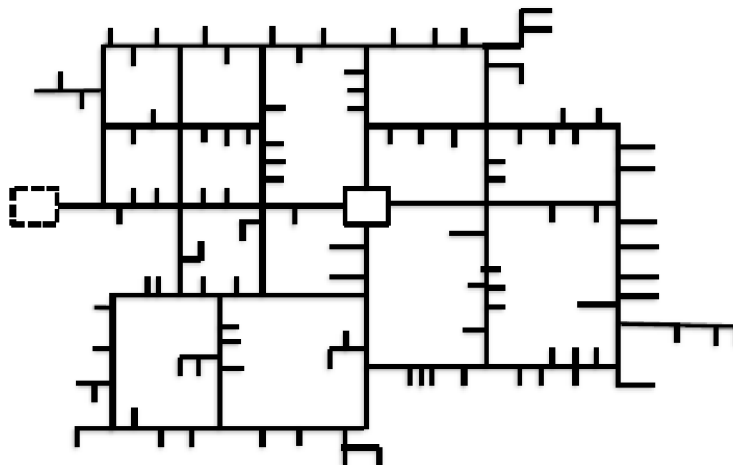
Z hlavní kruhové trasy vystupují trasy paprskovité. Kruhové sítě jsou u zásobovaných oblastí většího rozsahu. Je možné je napájet ze dvou i více zdrojů. V případě poruchy lze většinou poškozené místo „obejít“. Přináší tudíž větší jistotu zásobování. Dávají větší možnosti při rozšiřování počtu napojených odběratelů. Kruhová síť je oproti paprskovité investičně nákladnější.



Obrázek 9: Kruhová tepelná síť se dvěma zdroji, [44]

Mřížová síť

Sítě ve tvaru mříže jsou vhodné pro zásobování velkých oblastí. Z mřížové sítě vystupují paprskovité rozvody. Z hlediska napájení a rozšiřování je obdobou kruhové sítě. Mřížová síť je oproti paprskovité investičně nákladnější.

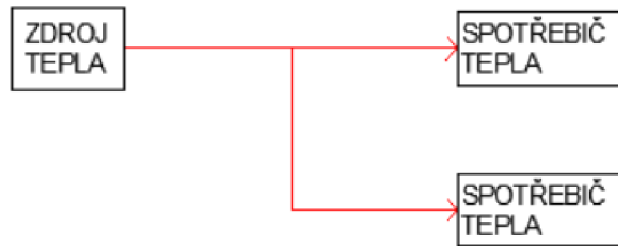


Obrázek 10: Mřížová tepelná síť, [44]

A.2.1.2.1 Počet trubek

Jednotrubkové potrubí

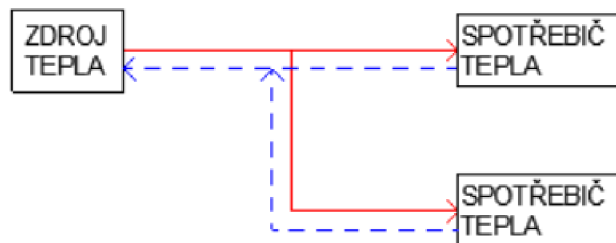
Jednotrubkové potrubí se používá výjimečně na velké vzdálenosti. Výhodou je úspora materiálu. Nevýhodou je neustálé doplňování vody a velké tepelné ztráty při likvidaci kondenzátu. Jednotrubkové soustavy dopravují teplonosnou látku pouze na místo spotřeby.



Obrázek 11: Jednotrubkové potrubí, [44]

Dvoutrubkové potrubí

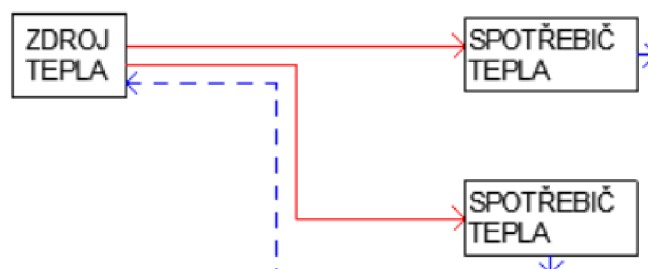
Dvoutrubková síť je v současnosti nejrozšířenější. Přívodní potrubí dvoutrubkového rozvodu slouží pro dopravu teplonosné látky do místa spotřeby a vratné zpět ke zdroji pro její ohřátí.



Obrázek 12: Dvoutrubkové potrubí, [44]

Třítrubkové potrubí

Jedná se o dvě přívodní potrubí a jeden společný vrat. Každým přívodním potrubím se dopravuje teplonosná látka jiných parametrů. Použití třítrubkových soustav je pouze výjimečné, a to především z důvodu vysokých finančních nákladů.



Obrázek 13: Třítrubkové potrubí, [44]

A.2.1.2.2 Uložení a vedení potrubí

Vnější tepelné sítě se řeší jako podzemní, pozemní a nadzemní. Nadzemní vedení se doporučuje pouze v rámci průmyslových podniků, protože svým vzhledem negativně zasahuje do krajiny.



Obrázek 14: Nadzemní potrubí, [49]



Obrázek 15: Potrubní most Baška, [50]

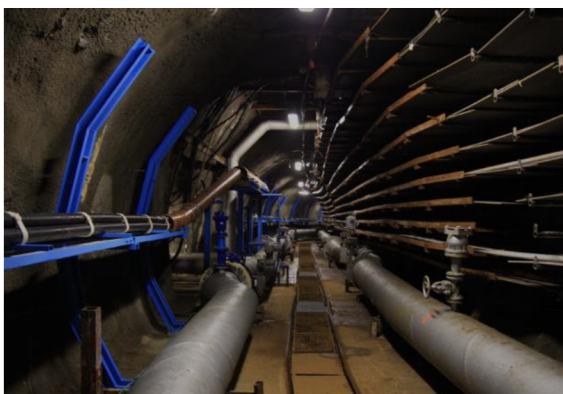
Z hlediska investice je nejvýhodnější řešení pozemní. Nevýhodou je však křížení s komunikacemi. Mezi typy podzemního řešení patří například topné kanály. Jedná se o neprůlezné, průlezné a průchozí kanály, ze kterých vznikly kolektory. Kolektory jsou sdružené trasy podzemního vedení.



Obrázek 16: Uložení potrubí v kanále, [44]



Obrázek 17: Uložení potrubí přímo v zemi, [51]



Obrázek 18: Vedení potrubí v podzemních kolektorech, [52]

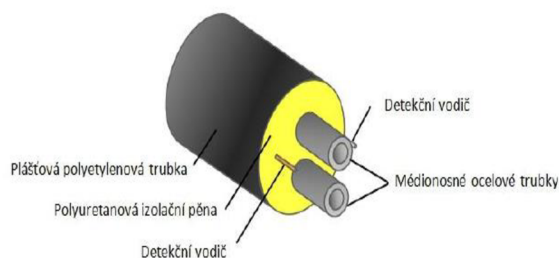


Obrázek 19: Potrubí v podzemních kolektorech, [52]

V současné době se hodně využívá bezkanálové ukládání potrubí, kde se používají předizolované potrubí nebo izolační zásyp.



Obrázek 20: Jednotlivé potrubí v plášti, [53]



Obrázek 21: Dvojice potrubí v plášti, [44]

A.2.1.2.3 Materiál potrubí

Nejčastěji se používají ocelové trubky svařované. Dále se používají plastové rozvody z polybutenu nebo síťovaného polyetyleny. Podmínkou použití plastů je jejich odolnost vůči trvalému působení provozní teploty a tlaku.

A.2.2. Měření a cena odebraného tepla

Na měření tepla, které je do objektu dodávané přívodním potrubím se používá kalorimetr. Kalorimetr je instalován na hlavním přívodu (na patě objektu). Složitější záležitostí je rozdělení přivedeného tepla na teplo přiváděné do jednotlivých bytových jednotek. Teplo se šíří z teplejšího prostoru do chladnějšího. Při rozdílu teplot sousedních bytů dochází k přestupu tepla stěnami. Dodávané teplo je rozdělováno mezi jednotlivé bytové jednotky poměrově.

Cenu tepla dodavatel kalkuluje v souladu se Zákonem o cenách č. 526/1990 Sb. a aktuálním cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu (ERÚ). Energetický regulační úřad vydává každý rok detailní přehled cen tepelné energie dle cenových

lokalit. Vyhláška č. 372/2001 Sb. Ministerstva pro místní rozvod stanovuje pravidla pro rozúčtování nákladů na tepelnou energii na vytápění a na teplou vodu mezi konečné spotřebitele. Náklady se dělí na základní a spotřební složku.

Základní složka nákladů na vytápění se pohybuje v rozmezí 40 – 50 % z celkových nákladů. Je spojena s podlahovou plochou bytu. Bere v úvahu prostup tepla z okolních bytů a také zahrnuje náklady na vytápění společných prostor.

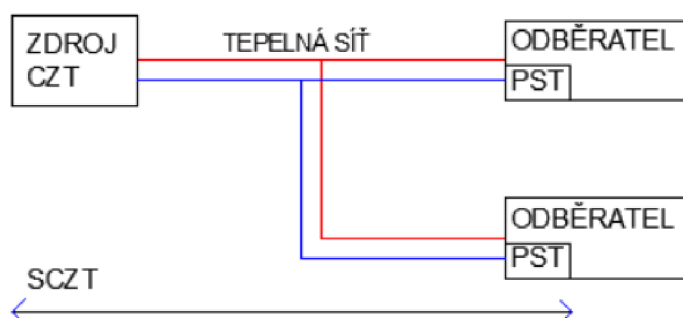
Spotřební složka nákladů na vytápění se rozpočítává dle odečtených hodnot z měřičů tepla s použitím korekcí a výpočtových metod.

A.2.3. Předávací stanice tepla (PST)

Předávací stanice je zařízení, ve kterém se upravují parametry teponosné látky. Jedná se o teplotu a tlak. Předávací stanice také odděluje primární a sekundární rozvod tepla. Ohřívací strana se nazývá primární strana a ohřivaná strana se nazývá sekundární strana. V předávací stanici se nachází odběrné místo, díky kterému dochází k oddělení dodavatele a odběratele tepla.

Předávací stanice se většinou zřizují samostatně pro jednotlivé odběratele. Při návrhu regulace předávacích stanic se postupuje tak, aby se jednalo o nejlepší technické řešení, při zachování ekonomické výhodnosti. Existují jak prefabrikované sestavy předávacích stanic, tak se sestavují z jednotlivých prvků dle požadavků konkrétního objektu.

U předávacích stanic s teplosměnnou plochou se u výkonu nad 250 kW doporučuje používat dva výměníky, každý na 50 % výkonu. U zařízení nad 1 MW musí být alespoň 2 výměníky, ale doporučují se 3 (každý na 33 % výkonu). Předávací stanice tepla jsou zařízení bez trvalé obsluhy. Musí být vybaveny měřením odebraného tepla na primární straně a dodávaného tepla na sekundární straně. Jestliže je ohřivaná strana tlakově oddělena od primární strany (předávací stanice s teplosměnnou plochou), musí být vybavena pojistným zařízením. Ohřivaná strana u stanic s výměníky je vybavena zařízením pro doplňování vody s měřením množství dopouštěné vody. V místnosti předávacích stanic tepla musí být podlahová vpust.



Obrázek 22: Soustava centralizovaného zásobování teplem, [54]

A.2.3.1 Obecné zásady návrhu

Výkon je stanoven z tepelné bilance odběratelského zařízení. Příkon ohřívací strany je dán větší z hodnot:

$$Q_I = 0,7 \cdot (Q_{\dot{U}T} + Q_{VZT}) + Q_{TV} + Q_{TECH}$$

$$Q_{II} = Q_{\dot{U}T} + Q_{VZT} + Q_{TECH}$$

Kde: $Q_{\dot{U}T}$ – nejvyšší potřeba tepla pro vytápění [kW],

Q_{VZT} – nejvyšší potřeba pro vzduchotechniku [kW],

Q_{TV} – potřeba tepla pro ohřev teplé vody [kW],

Q_{TECH} – potřeba tepla pro ostatní technologie [kW].

A.2.3.2 Základní prvky předávací stanice

Mezi základní prvky předávací stanice patří čerpadla, ventily, kohouty, šoupátka, filtry, regulátory. U některých předávacích stanic se vyskytují výměníky tepla a ejektory.

Výměníky tepla

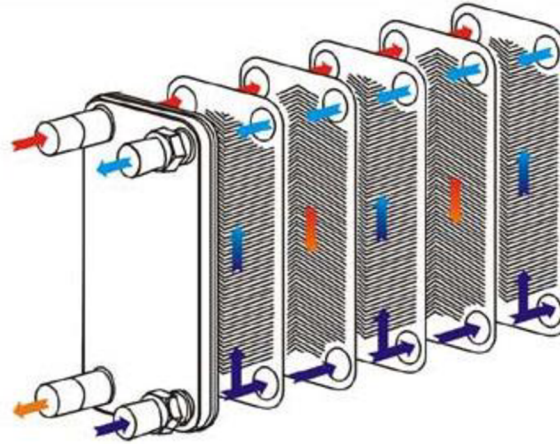
Výměník tepla je zařízení, ve kterém se sdílí teplo jedné teplotnosné látky druhé teplotnosné látce. V předávacích stanicích se vyskytují výměníky, které sdílí teplo mezi dvěma vodními prostředími, mezi vodou a párou, nebo mezi dvěma prostředími s přehřátou párou. Teplotnosné látky mezi sebou sdílí teplo přes pevnou teplotsměnnou plochu.

Typy výměníků tepla

- Protiproudý výměník s trubkami ve tvaru U,
- protiproudý výměník s plovoucí hlavou,
- stavebnicový výměník,
- deskový výměník.

Deskový výměník

Deskový výměník tepla se skládá ze sady desek s prolisováním tvořícím kanálky. Jak ohřívací, tak ohřívané médium prochází prostorem vytvořeným deskami proti sobě. Jedná se o protiproudý průtok. Primární a sekundární médium protéká odděleně.

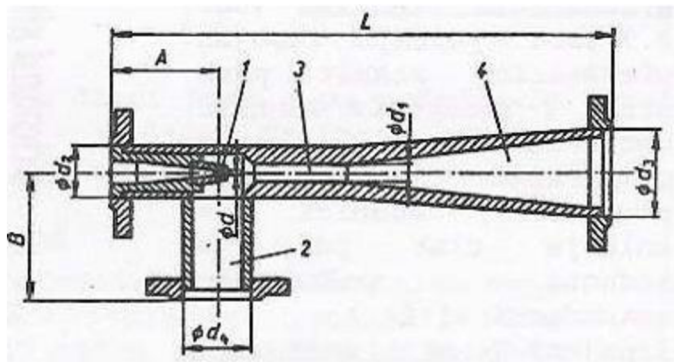


Obrázek 23: Schéma proudění deskovým výměníkem, [55]

Směšovací ejektory

Jedná se o proudové čerpadlo, které do horké vody odebírané z primární tepelné sítě přisává ochlazenou vodu z vratného potrubí otopné soustavy. Existují dvě základní skupiny, neregulovatelné a regulovatelné ejektory.

U regulovatelných ejektorů je možné ve směšovací komoře pomocí posunutí trysky měnit směšovací poměr. Směšovací poměr vyjadřuje podíl množství vody, kterou ejektor nasaje a množství vody, které projde tryskou ejektoru z tepelné sítě.



Obrázek 24: Směšovací ejektor, [56]

A.2.3.3 Základní členění předávacích stanic

Dle typu primárního a sekundárního teplotního média dělíme předávací stanice na:

- Voda – voda, kde primární tepelná síť používá jako teplotní médium vodu a sekundární síť také vodu (např. otopná soustava v objektu).
- Voda – pára, kde primární tepelná síť používá jako teplotní médium vodu a sekundární síť páru (např. ohřev vzduchotechniky v průmyslovém objektu).
- Pára – voda, kde primární tepelná síť používá jako teplotní médium páru a sekundární síť vodu (např. otopná soustava).
- Pára – pára, kde primární tepelná síť používá jako teplotní médium páru a sekundární síť také páru (např. technologie velkokuchyně).

Způsob zapojení dle typu teplotního média je dáno parametry média v tepelné síti a požadavky jednotlivých odběrů v budovách.

A.2.3.4 Základní rozdělení předávacích stanic

- Podle teplotní látky,
 - parní předávací stanice tepla,
 - vodní předávací stanice tepla.
- Podle tlakové závislosti,
 - tlakově závislá – předávací stanice bez teplotní plochy,
 - tlakově nezávislá – předávací stanice s teplotní plochou.
- Podle začlenění do soustavy dodávky tepla,
 - okružkové předávací stanice,
 - objektové předávací stanice.
- Podle účelu,
 - pro vytápění,
 - pro ohřev teplé vody,
 - pro vytápění a ohřev teplé vody,
 - pro ostatní účely (vzduchotechnika, technologie).
- Podle prefabrikace provedení,
 - individuálně provedená,
 - bloková.

Dle způsobu hydraulického spojení potrubní sítě primárního média a rozvodu sekundární teplotní látky se stanice dělí na tlakově nezávislé a tlakově závislé.

A.2.3.4.1 Tlakově závislé předávací stanice

Jedná se o předávací stanice s přímým napojením. Používají se tam, kde parametry primárního média jsou použitelná i pro sekundární soustavu, zejména z hlediska pracovních teplot a tlaků.



Obrázek 25: Tlakově závislé předávací stanice, [57]

Dle typu distribuované primární látky, kterou je pára, horká nebo teplá voda rozlišujeme stanice:

1. Vodní směšovací stanice

Zajišťují míšení přiváděného primárního média se sekundární topnou látkou na parametry, které jsou vhodné pro teplovodní otopnou soustavu.

Dle teploty přiváděné primární vody dělíme:

- Horkovodní směšovací stanice – nejprve se primární horká voda o teplotě nad 120 °C mísí s vratnou sekundární vodou ve směšovacím zařízení a následně se využívá pro teplovodní vytápění a ohřev TV.
- Teplovodní směšovací stanice – přiváděnou teplou vodu o teplotě do 120 °C mísí na parametry, které jsou vhodné pro teplovodní nebo nízkoteplotní vytápění.

2. Parní redukční stanice

Zajišťuje redukci přiváděné páry o tlaku nad 70 kPa na středotlaké i nízkotlaké parametry. Následně dochází k distribuci pro přímé vytápění provozů nebo pro účely

technologie. Tento typ předávací stanice musí obsahovat zařízení, které zajišťuje vrácení kondenzátu do systému CZT nebo do okruhu parní kotelny.

Typy zapojení

1. Zapojení s redukčním ventilem

Toto zapojení je typické pro předávací stanice pára – pára. Redukční ventil se nachází na vstupu primárního média do předávací stanice. V redukčním ventilu dochází ke snižování tlaku páry na požadovanou hodnotu sekundárních sítí.

2. Zapojení se směšovacím ejektorem

Používá se především u předávacích stanic voda – voda. U těchto předávacích stanic voda – voda je nutné snížit teplotu sekundárních sítí oproti primární síti. Jednotlivé prvky sekundárních sítí jsou schopné pracovat s tlaky primárního média. Výhodou směšovacího ejektoru je nezávislost na dodávce energie.

3. Zapojení se směšovacím čerpadlem

Jedná se funkčně stejné zapojení jako je zapojení se směšovacím ejektorem. Směšovací čerpadlo je umístěno do zkratu vratného a přívodního potrubí sekundární sítě. Výkon směšovacího čerpadla nám určuje, kolik vratné vody se přimíchá do přiváděné vody a kolik se vrátí zpět do primární sítě.

A.2.3.4.2 Tlakově nezávislé předávací stanice

U tlakově nezávislých předávacích stanic je primární síť hydraulicky oddělena od sekundární sítě pomocí výměníku, který lze označit i jako výměníková stanice. Výměníkové stanice se používají tam, kde je potřeba změnit tlakové i teplotní parametry primárního média. Primární a sekundární síť jsou dvě na sobě nezávislé tepelné soustavy. Každá síť se řeší jako samostatná soustava.

Technická řešení a sestavy stanic jsou v klasickém, aktuálním kompaktním nebo blokovém provedení.

Kompaktní stanice tvoří ucelené funkční sestavy. Hlavní částí kompaktní stanice jsou deskové výměníky.



Obrázek 26: Tlakově nezávislé předávací stanice, [58]

Dle druhu primárního média se stanice dělí na vodní a parní. Vodní výměňkové stanice se dále dělí dle teploty primární vody na horkovodní a teplovodní.

1. Horkovodní výměňkové stanice

Horkovodní výměňková stanice je napojena na síť CZT s teplotou vody nad 120 °C. Jedná se obvykle o deskové výměňky, ve kterých dochází k předání tepla sekundární topné vodě, která zajišťuje teplovodní vytápění a ohřev TV.

2. Teplovodní výměňkové stanice

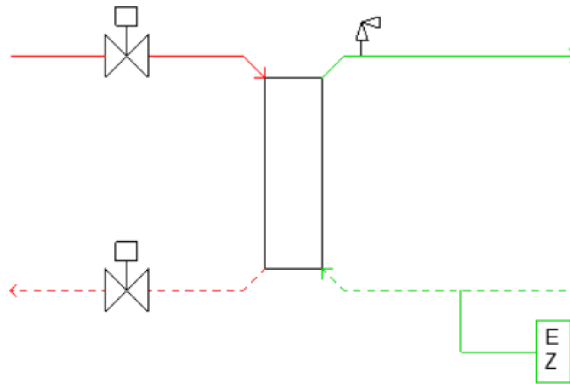
Teplovodní výměňkové stanice jsou napojené na primární teplovodní síť s vodou o teplotě do 120 °C. Jedná se obvykle o deskové výměňky pro průtočný nebo smíšený ohřev TV.

3. Parní výměňkové stanice

Parní výměňkové stanice jsou napojené na parní síť CZT. Jedná se o trubkové výměňky, ve kterých dochází k přenosu tepla pomocí skupenských změn. Teplo se pomocí teplotné plochy předává sekundární topné vodě, která slouží k vytápění a ohřevu TV. Součástí výměňkové stanice je i zařízení, které zajišťuje vrácení kondenzátu do systému CZT.

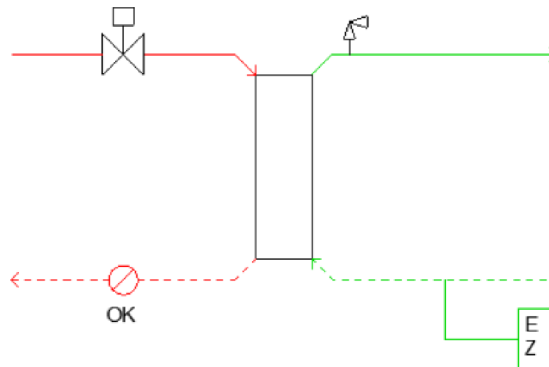
Regulace výkonu

1. Zaplavováním na straně kondenzátu



Obrázek 27: Regulace výkonu zaplavováním na straně kondenzátu, [54]

2. Škrčením na straně páry



Obrázek 28: Regulace výkonu škrčením na straně páry, [54]

A.2.4. Ceny tepla

Mezi základní složky ceny tepla patří ekonomicky oprávněné náklady, přiměřený zisk a daň z přidané hodnoty.

Oprávněné náklady vycházejí z údajů v účetnictví a dělíme je na dvě základní skupiny:

1. Proměnné náklady

- Výše proměnných nákladů je přímo závislá na spotřebě tepla.
- Jedná se o náklady na:
 - palivo,
 - vodu pro doplňování,
 - elektrickou energii pro výrobu tepla,
 - elektrickou energii pro distribuci tepla,
 - daně a ekologické poplatky,
 - ekologickou spotřební daň,
 - poplatky za emise,
 - nákup emisních povolenek CO₂.

2. Stálé náklady

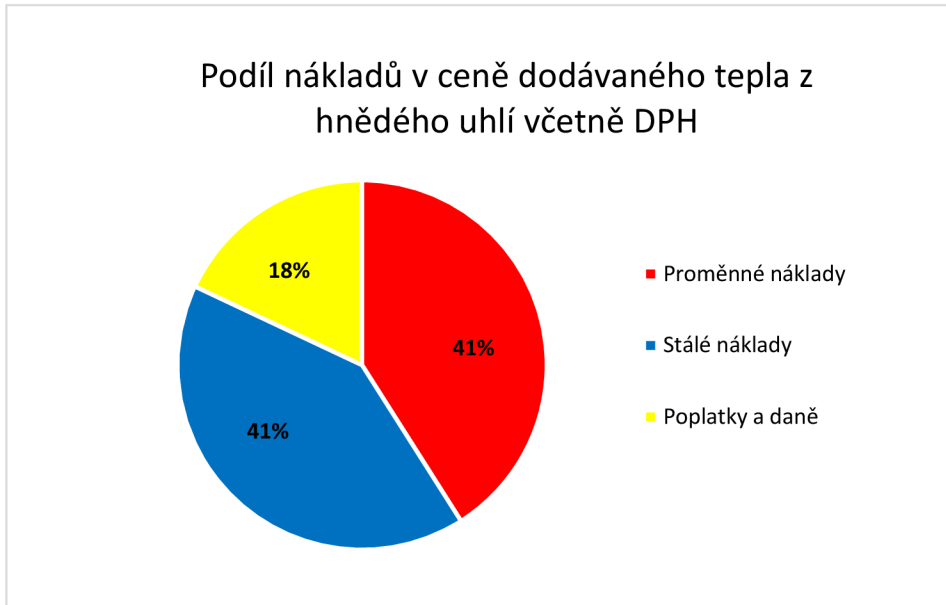
- Výše stálých nákladů není přímo závislá na spotřebě tepla. Pokud se spotřebuje více tepla, rozloží se stálé náklady na více dodaných GJ tepla a cena tak může klesnout. V opačném případě se může naopak navýšit.
- Jedná se o náklady na:
 - odpisy zařízení – zdroj a sítě,
 - údržbu a opravy zařízení,
 - mzdy a odbyt,
 - statní režii a pojištění.

Přehled podílu jednotlivých nákladů na ceně tepla bez DPH

Palivo	Zemní plyn	Hnědé uhlí
Náklady na palivo	67,60 %	38,10 %
Elektrická energie	3,40 %	5,70 %
Technologická voda	0,30 %	1 %
Ostatní proměnné náklady	0,20 %	3,20 %
Mzdy a zákonné pojištění	4,80 %	8,50 %
Opravy a údržba	4,10 %	9,80 %
Odpisy	10,30 %	15,20 %
Výrobní režie	3,60 %	5,60 %
Správní režie	4 %	8,30 %
Ostatní stálé náklady	1,70 %	4,60 %

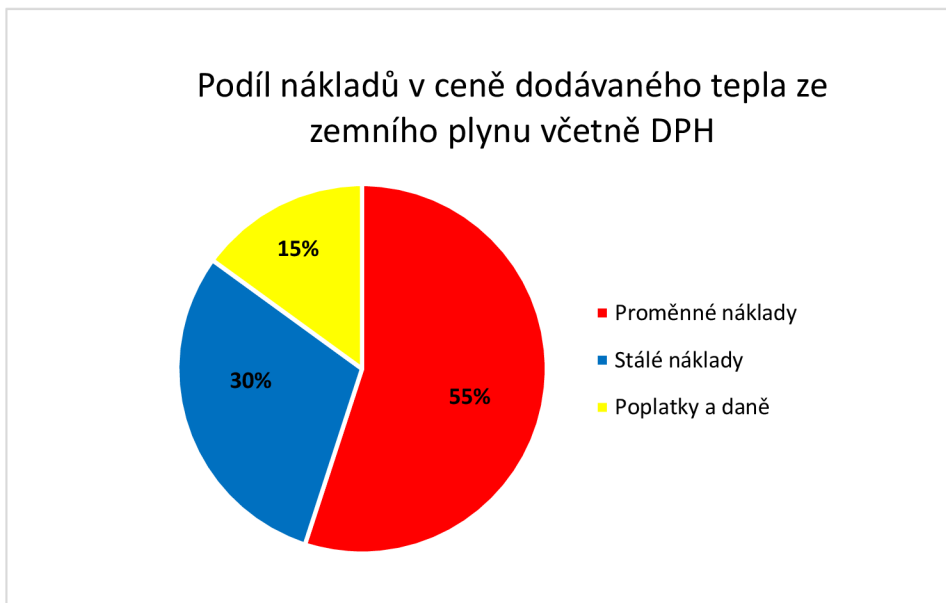
Tabulka 1: Podíl jednotlivých nákladů na ceně tepla bez DPH

Na tomto grafu je zobrazen podíl nákladů v ceně dodávaného tepla z hnědého uhlí včetně DPH. Největší podíl nákladů v ceně dodaného tepla z hnědého uhlí mají proměnné a stálé náklady, které tvoří 41 %. Poplatky a daně tvoří pouhých 18 %.



Graf 1: Podíl nákladů v ceně dodávaného tepla z hnědého uhlí včetně DPH

Na tomto grafu je zobrazen podíl nákladů v ceně dodávaného tepla ze zemního plynu včetně DPH. Největší podíl nákladů v ceně dodaného tepla ze zemního plynu mají proměnné náklady, které tvoří 55 %. Stálé náklady tvoří 30 %, poplatky a daně tvoří pouhých 15 %.



Graf 2: Podíl nákladů v ceně dodávaného tepla ze zemního plynu včetně DPH

A.2.5. Teplárenství České republiky

Základní údaje:

Počet domácností zásobovaných teplem z CZT	1,48 mil.
Podíl obyvatel ČR zásobovaných teplem	38,1 %
Počet evidovaných zdrojů vyrábějících teplo	2 000
Počet evidovaných zdrojů nad 5MWt výkonu vyrábějících centrálně teplo	1 800
Počet evidovaných zdrojů od 0,2 – 5 MWt výkonu vyrábějících teplo	17 000
Podíl z celkové spotřeby paliv v energetice využívaný při výrobě tepla	31 %
Podíl zdrojů paliv při výrobě tepla z CZT pocházející z ČR	68 %
Podíl dodávek tepla velkých zdrojů nad 300 MWt	57 %
Podíl dodávek tepla malých zdrojů do 30 MWt	21 %
Délka tepelných sítí	10 000 km
Podíl tepla vyrobeného v kogeneraci	75 %
Počet subjektů spadající do systému obchodování s povolenkami	400
Spotřeba tepla v ČR celkem bez tepla na výrobu elektřiny	147 134 TJ
<ul style="list-style-type: none"> • Z toho domácnosti • Z toho průmysl 	<p>46 657 TJ</p> <p>87 305 TJ</p>

Způsoby vytápění domácností v České republice

	2001	2011	Podíl na vytápění		Pohyb 2001 – 2011		
			2001	2011	bytů	trend	%
Byty celkem	3 827 700	3 895 000	%	%	67 300	nárůst	
Dřevo	167 400	293 700	4,37	7,54	126 300	nárůst	75,5
Uhlí	575 000	346 000	15,02	8,88	-229 000	pokles	-40
Pevná paliva celkem	742 400	639 700	19,4	16,42	-102 700	pokles	-13,8
Zemní plyn	1 400 000	1 470 000	36,58	37,74	70 000	nárůst	5
Elektřina	275 000	300 000	7,18	7,7	25 000	nárůst	9,1
Teplárny	1 410 300	1 485 300	36,84	38,13	75 000	nárůst	5,3

Tabulka 2: Způsoby vytápění domácnosti v České republice



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Renata Bidmonová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

BRNO 2020

B.1. Stavební řešení obálkových konstrukcí

B.1.1. Základní údaje o budově

Jedná se o bytový dům postavený kolem roku 1980. Bytový dům se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Objekt má 3 nadzemní a jedno podzemní podlaží. V budově se nachází sedm bytů. Obytná část má čtvercový půdorys o rozměrech 15,6 x 13,5 m. V podzemním podlaží se nachází jeden byt, schodiště a společné nevytápěné prostory. V nadzemních podlažích se nacházejí jednotlivé byty, vždy dva byty na jednom podlaží. Hlavní vstup do budovy je orientovaný na západ. Další vstup je orientovaný na východ.

Obvodové zdivo je z betonových panelů, mezi které je vložena tepelná izolace z polystyrenu. Stropy jsou navrženy jako keramické stropní panely.

Dům je vytápěný pomocí otopných těles, otopná soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody. Zdrojem tepla pro vytápění a přípravu TV je CZT. Ohřev vody probíhá v zásobníkovém ohříváči. V objektu jsou instalovány ventilátory. Ventilátory jsou umístěny na toaletách a slouží pouze k odtahu vzduchu.



Obrázek 29: 3D hodnoceného objektu

B.1.2. Rozměrové charakteristiky

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • Objem budovy | $V = 2\,049,2 \text{ m}^3$ |
| • Celková plocha obálky | $A = 1\,056 \text{ m}^2$ |
| • Objemový faktor tvaru budovy | $A/V = 0,52 \text{ m}^2/\text{m}^3$ |
| • Celková energeticky vztažná plocha vytápěných prostor | $A_c = 711,5 \text{ m}^2$ |
| • Čistá podlahová plocha celého objektu | $A_{f,int} = 873,59 \text{ m}^2$ |

B.1.3. Rozdělení do zón

Objekt je rozdělen do čtyř zón. Pro každou zónu je předdefinovaný profil užívání zóny. Systémovou hranici zóny tvoří obvykle povrch konstrukcí, které souvisle obaluje objem zóny. U konstrukce přiléhající k terénu je systémová hranice zón vedena po vnějším povrchu poslední vrstvy započítávané do tepelného odporu konstrukce, obvykle se jedná o vnější povrch hydroizolace. Pro určení hranice mezi vnitřní zónou s upravovaným prostředím a temperovanou zónou je použit vnější rozměr směrem k temperované zóně. V případě vertikálního rozměru zóny platí horní hrana konstrukce stropu bez ohledu na tloušťku skladby podlahy v případě vnitřní konstrukce.

- Zóna č. 1: Bytové jednotky. Jedná se o vytápěnou zónu na 20 °C, která prochází všemi podlažími. Provoz zóny je definován 24 hodin denně po dobu 365 dní v roce.
- Zóna č. 2: Schodiště. Tato zóna je ve výpočtech uvažovaná jako temperovaná na 16 °C. Na schodišti je uvažováno s vytápěním. Schodiště prochází všemi podlažími. Provoz zóny je definován 24 hodin denně po dobu 365 dní v roce.
- Zóna č. 3: Společné nevytápěné prostory.
- Zóna č. 4: Nevytápěný prostor střechy.

Vyznačení jednotlivých zón:

1.PP

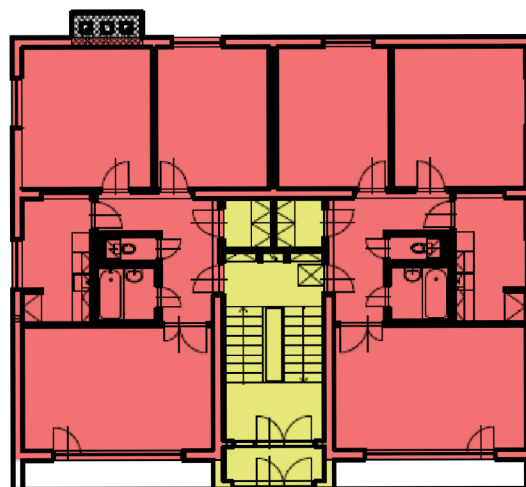


LEGENDA ZÓN

- ZÓNA č. 1 - BYTOVÉ JEDNOTKY
- ZÓNA č. 2 - SCHODIŠTĚ
- ZÓNA č. 3 - SPOLEČNÉ NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY
- ZÓNA č. 4 - NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR STŘECHA

Obrázek 30: Vyznačení jednotlivých zón v 1.PP

1.NP – 3.NP

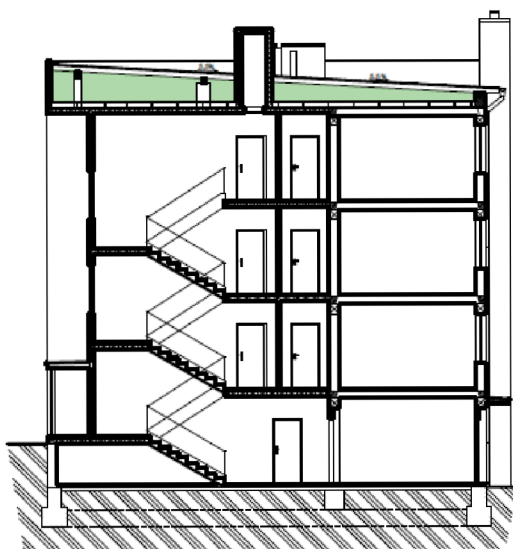


LEGENDA ZÓN

- ZÓNA č. 1 - BYTOVÉ JEDNOTKY
- ZÓNA č. 2 - SCHODIŠTĚ
- ZÓNA č. 3 - SPOLEČNÉ NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY
- ZÓNA č. 4 - NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR STŘECHA

Obrázek 31: Vyznačení jednotlivých zón v 1.NP – 3.NP

ŘEZ



LEGENDA ZÓN

- ZÓNA č. 1 - BYTOVÉ JEDNOTKY
- ZÓNA č. 2 - SCHODIŠTĚ
- ZÓNA č. 3 - SPOLEČNÉ NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY
- ZÓNA č. 4 - NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR STŘECHA

Obrázek 32: Vyznačení jednotlivých zón v řezu

B.2. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

B.2.1. Výpočet součinitele prostupu tepla

Stěny

Obvodové a vnitřní nosné zdivo je z betonových panelů. Jedná se 150 mm prostého betonu + 70 mm polystyren + 80 mm prostého betonu. Vnitřní nenosné zdivo se skládá z plných cihel P10 na MVC 10 nebo z tvárnic YTONG tl. 100 mm na tenkovrstvé lepidlo.

OBVODOVÁ STĚNA

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,168	0,1	0,561
2	POLYSTYREN	0,07	0,05	1,556	Rse [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0,04			
U = 0,561 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U = 0,561 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 3: Obvodová stěna

OBVODOVÁ STĚNA – POD ZEMINOU

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,128	0,1	0,570
2	POLYSTYREN	0,07	0,045	1,556	Rse [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0			
U = 0,57 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U = 0,57 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 4: Obvodová stěna – pod zeminou

VNITŘNÍ STĚNA MEZI ZÓNAMI

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,258	0,1	0,543
2	POLYSTYREN	0,07	0,045	1,556	Rse [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0,13			
U = 0,543 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,75 W/m².K => VYHOVUJE								
U = 0,543 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,5 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 5: Vnitřní stěna mezi zónami

ŠTÍTOVÁ STĚNA

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	R _{si} [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	0,458	0,1	2,281
					R _{se} [m ² .K/W]			
					0,04			
U= 2,281 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U= 2,281 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 6: Štítová stěna

Stropy

Stropy jsou tvořeny keramickými stropními panely tl. 215 mm a jsou tepelně izolované plynosilikátem tl. 50 mm.

STROP NAD 1.PP

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	R _{si} [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	PVC	0,005	0,18	0,028	0,17	0,891	0,1	1,222
2	PLYNOSILIKÁT	0,05	0,2	0,250				
3	KERAM. STROPNÍ PANELY	0,215	0,82	0,262	R _{se} [m ² .K/W]			
4	VNITŘNÍ OMÍTKA	0,01	0,88	0,011	0,17			
U= 1,222 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,6 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U= 1,222 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,4 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 7: Strop nad 1.PP

Podlahy

Podlaha na terénu se skládá prostého betonu 70 mm, cementového potěru 70 mm, hydroizolace SKLOBIT, prostého betonu 70 mm, cementového potěru 20 mm a nášlapné vrstvy. Nášlapnou vrstvu tvoří PVC nebo keramická dlažba. Nášlapná vrstva společných nevytápěných prostor je betonová mazanina.

PODLAHA NA ZEMINĚ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	PVC	0,004	0,18	0,022	0,17	0,555	0,1	1,903
2	CEMENTOVÝ POTĚR	0,02	1,23	0,016				
3	PROSTÝ BETON	0,07	0,52	0,135				
4	HI - SKLOBIT	0,004	0,2	0,020				
5	CEMENTOVÝ POTĚR	0,07	1,23	0,057	Rse [m ² .K/W]	0		
6	PROSTÝ BETON	0,07	0,52	0,135				
7	NÁSYP							
8	PŮVODNÍ TERÉN							
U= 1,903 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,45 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U= 1,903 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 8: Podlaha na zemině

Střecha

Střecha se skládá ze dvou pláště, mezi kterými se nachází podstřešní prostor. Tento půdní prostor je definovaný jako samostatná zóna číslo 4. Dolní plášť střechy je tvořen keramickými stropními panely tl. 215 mm, vyrovnávacím cementovým potěrem tl. 20 mm, plynosilikátem 150 mm a skelnou rohoží 50 mm. Horní plášť střechy je tvořen pouze bedněním a asfaltovými pásy.

STĚCHA DOLNÍ PLÁŠŤ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	SKELNÁ ROHOŽ	0,05	0,04	1,250	0,1	2,495	0,1	0,501
2	PLYNOSILIKÁT	0,15	0,2	0,750	Rse [m ² .K/W]			
3	VYROVNÁVACÍ CEMEN. POTĚ	0,02	1,3	0,015				
4	KERAM. STROPNÍ PANELE	0,215	0,82	0,262				
5	VNITŘNÍ OMÍTKA	0,015	0,88	0,017				
U= 0,501 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,6W/m².K => VYHOVUJE								
U= 0,501 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,4 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 9: Střecha dolní plášť

STĚCHA HORNÍ PLÁŠŤ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	HI-ASFALTOVÉ PÁSY	0,025	0,2	0,125	0,1	0,520	0,1	2,023
2	BEDNĚNÍ	0,025	0,098	0,255	Rse [m ² .K/W]			
					0,04			
U= 2,023 W/m².K ≤ U_{N,20}= BEZ POŽADAVKU W/m².K								
U= 2,023 W/m².K ≤ U_{rec,20}= BEZ POŽADAVKU W/m².K								

Tabulka 10: Střecha horní plášť

Výplně otvorů

Okna jsou plastová s dvojsklem. Vchodové dveře jsou také plastové. Hodnota součinitele prostupu tepla oken a vchodových dveří je 1,5 W/[m².K].

B.2.2. Porovnání součinitelů prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí					
	U [W/m ² .K]	U _{N,20} [W/m ² .K]	U _{rec,20} [W/m ² .K]	U ≤ U _{N,20} [W/m ² .K]	U ≤ U _{rec,20} [W/m ² .K]
Obvodová stěna	0,561	0,3	0,25	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Obvodová stěna pod zeminou	0,57	0,3	0,25	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Vnitřní stěna mezi zónami	0,543	0,75	0,5	VYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Štítová stěna	2,281	0,3	0,25	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Podlaha 1.NP	1,222	0,6	0,4	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Podlaha na zemině	1,903	0,45	0,3	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Střecha dolní plášť	0,501	0,6	0,4	VYHOVUJE	NEVYHOVUJE
Střech horní plášť	2,023	-	-	-	-

Tabulka 11: Porovnání součinitele prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

B.2.3. Štítek obálky stávajícího i navrhovaného stavu bytového domu

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		Bytový dům			Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		Jiráskova 920 749 01, Vítkov				
Katastrální území:		782998				
Parcelní číslo:		1410/3				
Celková podlahová plocha $A_e = 711,45$ [m ²]					stávající	doporučení
<p>CI velmi úsporná</p> <p>0,50</p> <p>0,75</p> <p>1,00</p> <p>1,50</p> <p>2,00</p> <p>2,50</p> <p>mimořádně ne hospodárná</p>						
					1,40	1,22
KLASIFIKACE					D	D
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{om} [W/(m ² K)] $U_{om} = H_t/A$					0,53	0,46
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{om,n}$ [W/(m ² K)]					0,38	0,38
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{om}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{om}	0,19	0,28	0,38	0,57	0,76	0,95
Platnost štítku do (datum):				4.12.2029 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Bc. Renata Bidmonová		

Obrázek 33: Grafická část energetického štítku obálky budovy

B.3. Specifikace technických systémů

B.3.1. Vytápění

Systém vytápění je totožný pro obě uvažované varianty. Jednotlivé varianty se liší ve zdroji tepla. Ve výchozím stavu se nachází CZT. V navrhované variantě se nachází nový plynový kondenzační kotel.

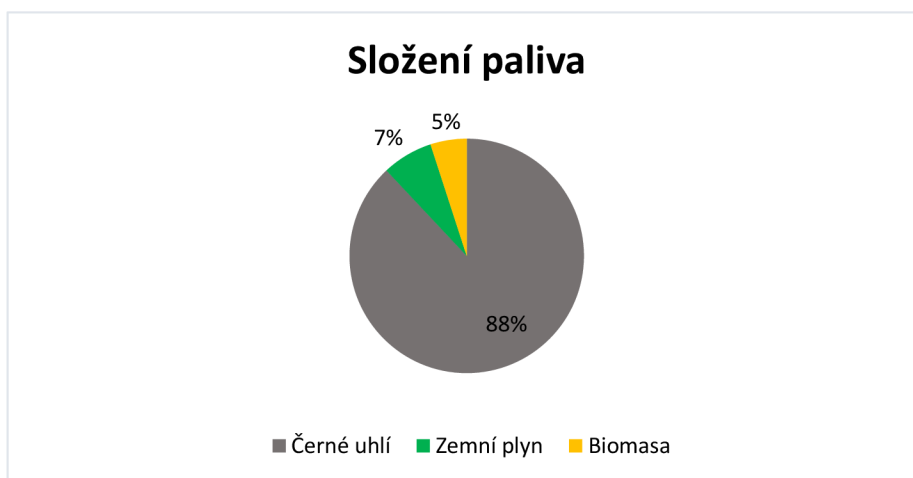
Otopná soustava je navržena jako nízkoteplotní s teplotním spádem 55/45 °C. Soustava je uzavíratelná, dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody. Jako distribuční prvek se v objektu nachází desková otopná tělesa osazená termostatickými hlavicemi. Posouzení vhodnosti zdroje tepla jednotlivých variant je předmětem energetického posudku.

B.3.1.1 Popis zdroje stávající stav – CZT

CZT – centralizované zásobování teplem.

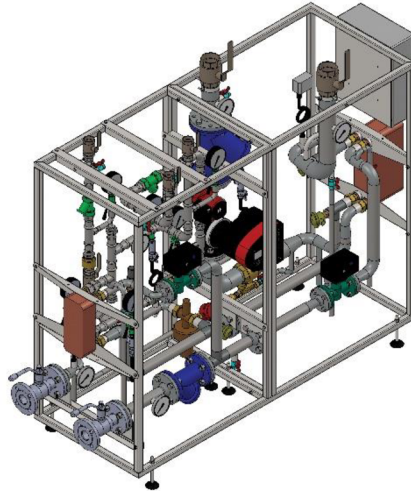
Teplota je dodávána z teplárny v blízkosti objektu. Objekt se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Cena za dodané teplo činí 629,9 Kč/GJ. Palivo v dané teplárně je složeno z méně než 50 % obnovitelných zdrojů energie. Předávací stanice je umístěna v kotelně v 1.PP. Předávací stanice je napojena na stávající otopnou soustavu.

Byl zjištěn v rámci průzkumu energetický mix teplárny.



Graf 3: Složení paliva teplárny

Na obrázku je uveden 3D model předávací stanice.



Obrázek 34: 3D model předávací stanice, [59]

Technické parametry	
Jmenovitá účinnost předávací stanice	95 %
Maximální tepelný výkon předávací stanice	35 kW
Měření dodávaného tepla z CZT	na patě objektu
Sezónní účinnost zdroje přeměny vstupní energie na teplo	95 %
Typ regulace předávací stanice	automatická
Činitel regulace předávací stanice	0,97
Výsledná sezónní účinnost předání tepla	92,15 %

Tabulka 12: Technické parametry předávací stanice

Výhody

- Cena tepla je konečná cena, s odběrem nejsou spojeny žádné další výdaje,
- odběr tepla je zajištěn 24 hodin denně,
- absolutním snížením množství znečišťujících látek centralizací a následným čištěním vypouštěných produktů spalování s předpokladem lepšího monitoringu výstupních emisí,
- u propojených soustav CZT s více zdroji zajištění zálohování při výpadku jednoho zdroje.

Nevýhody

- Palivová základna CZT v dané lokalitě,
- náklady na provoz a údržbu zvyšují cenu tepla pro konečné zákazníky,
- odpojením zákazníka ze soustavy rostou fixní náklady pro zbývající odběratele,
- náklady na provoz sítí a jejich ztráty nemůže zákazník ovlivnit,
- problém při havárii, při poruše zdroje tepla nebo havárii tepelné sítě odříznutí všichni zákazníci od dodávek tepla a horké vody.

B.3.1.2 Popis zdroje navrhovaný stav – plynový kondenzační kotel

Zdrojem tepla pro vytápění i přípravu TV byl zvolen plynový kondenzační kotel Thermona THERM 35 KDZ. Tepelný výkon kotle se pohybuje v rozmezí 3,4 – 37 kW. Při vysoké účinnosti procesu spalování a kondenzace přináší maximální úsporu plynu v objektech s větší tepelnou potřebou. Pod kotel lze osadit trojcestný ventil, který umožňuje řešit ohřev vody v nepřímoohřívaném zásobníku. Stávající systém CZT bude demontován.



Obrázek 35: Thermona THERM 35 KDZ, [60]

Technické parametry	
Třída sezónní energetické účinnosti topení	A
Maximální tepelný příkon	35 kW
Minimální a maximální tepelný výkon na vytápění	3,4 – 37,0 kW
Účinnost kotle	98 %
Maximální výstupní teplota otopné vody	80 °C
Palivo	zemní plyn
Průměr kouřovodu	60/100, 80/125, 2x80 mm
Rozměry (v/š/h)	725/430/280 mm
Hmotnost kotle	28 kg

Tabulka 13: Technické parametry plynového kondenzačního kotle

Výhody

- Nezávislost, spotřebitel si sám ovládá zdroj tepla,
- energetický úsporný režim,
- šetrnost k životnímu prostředí,
- poměrně rychlá finanční návratnost investice,
- jednoduché instalace,
- instalace kotle bez nutnosti výstavby zděného komínu,
- odpadá starost o zajišťování a dovoz paliva,
- plynulá regulace výkonu,
- tichý provoz,
- čistě plně automatický provoz,
- malé rozměry,
- snadná obsluha.

Nevýhody

- Dodatečné náklady na revize, kontroly, odborní prohlídky,
- náklady na opravy a údržbu zařízení,
- nutnost vybudování plynové přípojky,
- náročnější údržba než u CZT.

Součástí instalace zdroje tepla bude vybudování nového komínového tělesa. Jedná se o nerezový třísložkový komín. Třísložkový komínový průduch tvoří potrubí z nerezové oceli obalené tepelnou izolací a vnější nosný plášť z nerezové oceli. Tento typ komínu je vhodný u staveb, kde je nutné vybudovat další komín a postavení zděného nebo keramického komínu je možné jen s velkými omezeními prostorové dispozice.

Byl navržen komín Schiedel KeraStar.

Komín Schiedel KeraStar nevyžaduje dodatečné opláštění.

Technické parametry	
Průměr komínových dílů	200 mm
Tepelná izolace	60 mm
Záruka	30 let
Pořizovací cena včetně práce	30 000 Kč

Tabulka 14: Technické parametry komínu

V tabulce se nachází rozpočet výměny zdroje tepla.

Pořizovací náklady	
Plynový kondenzační kotel	50 000 Kč
Ekvitermní set	2 600 Kč
Potrubní oddělovač	10 000 Kč
Zapojení kotle, revize, napuštění, vypuštění	10 000 Kč
Odkouření včetně práce	5 000 Kč
Komín po fasádě – třísložkový	30 000 Kč
Rozdělovač a sběrač, včetně oběhových čerpadel a armatur	40 000 Kč
HVDT	2 500 Kč
Expanzní nádoba 25 l	2 000 Kč
Práce za instalaci kotle	15 000 Kč
Celkem	167 100 Kč

Tabulka 15: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny

B.3.2. Příprava TV

Ohřev teplé vody je zajištěný pomocí zásobníkového ohřivače. Objem zásobníku je 945 l. Integrovaný trojcestný ventil přepíná mezi otopnou soustavou a zásobníkovým ohřivačem. Voda je ohřívána na teplotu 55 °C. Po dosažení teploty 55 °C je voda přesměrována do otopné soustavy. Při poklesu teploty v zásobníku pod 50 °C je zahájen ohřev teplé vody. V objektu se nachází cirkulace.

B.3.2.1 Zásobník TV

Teplá voda je připravována v externím nepřímotopném zásobníku Therm OKC 1000 NTR/BP. Stacionární zásobník teplé vody s boční přírubou a jedním výměníkem, který je vhodný k mnoha různým zdrojům tepla.



Obrázek 36: Therm OKC 1000 NTR/BP, [61]

Kontrola objemu stávajícího zásobníkového ohřivače vody dle odběrové špičky:

Objem zásobníkového ohřivače

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \psi$$

Kde: $q_{TV,max}$ – je maximální specifická potřeba teplé vody na osobu a den, pro bytové domy 60 [l/(osoba . den)],

n – počet osob, pro které je ohřivač nebo zásobník určen, $n = 26$ osob,

k_{TV} – součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody [den],

ψ – součinitel mrtvého prostoru [-], stojatý zásobníkový ohřivač bez mrtvého prostoru $\psi = 1,15$.

Doba ohřevu vody v ohřivači z [h]	k_{TV}
0,5	0,21
1	0,22
2	0,34
3	0,45

Tabulka 16: Doba ohřevu vody v ohřivači z [h], [21]

Výkon topné vložky zásobníku

$$P_z = (V_z \cdot c \cdot \Delta t) / (z \cdot 3600) + q_c$$

Kde: V_z – objem zásobníkového ohřivače [l],

c – měrná tepelná kapacita vody [kJ/(kg.K)], $c = 4,2$ [kJ/(kg.K)],

Δt – rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody [K], $\Delta t = 50 - 10$ K,

z – doba ohřevu vody v ohřivači [h],

q_c – tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody [kW], $q_c = 300$ W.

Výpočet

Doba ohřevu z [h]	Součinitel k_{TV} [-]	Objem zásobníku V_z [l]	Potřebný topný výkon [kW]
0,5	0,21	376,74	35,46
1	0,22	394,68	18,72
2	0,34	609,96	14,53
3	0,45	807,30	12,86

Tabulka 17: Výpočet objemu zásobníku a potřebného topného výkonu pro jednotlivé doby ohřevu z [h]

⇒ **Návrh = Therm OKC 1000 NTR/BP, objem 945 l.**

Technické parametry	
Typ	Therm OKC 1000 NTR/BP
Objem	945 l
Třída energetické účinnosti	C
Výška zásobníku	2050 mm
Průměr zásobníku	1010 mm
Statická ztráta	140 W

Tabulka 18: Technické parametry stacionárního zásobníku teplé vody

B.3.3. Větrání

Větrání objektu je přirozené, tedy okny. Na všech toaletách se nacházejí odtahové ventilátory. Jednotlivé ventilátory mají příkon 13 W a jmenovitý objemový průtok 95 m³/h. V daném objektu se nachází 7 ventilátorů, v každém bytě jeden.



Obrázek 37: Axiální ventilátor, [62]

B.3.4. Osvětlení

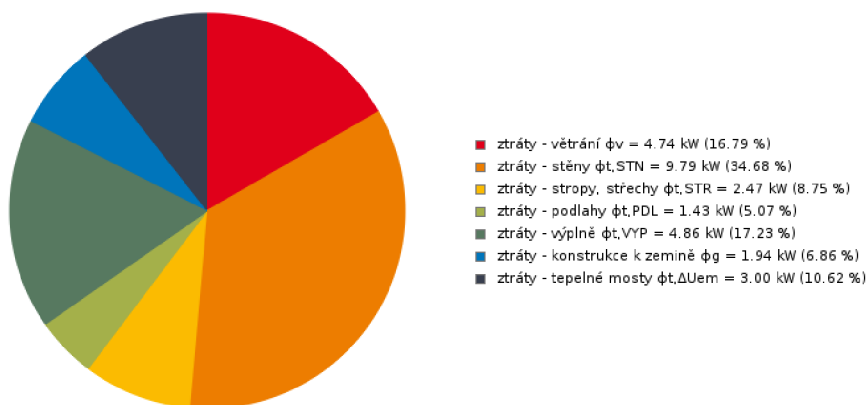
Objekt je napojen na elektrickou přípojku. Osvětlení je zajištěno LED svítilny v bytových jednotkách. Na schodišti a ve společných nevytápěných prostorech pomocí halogenových žárovek.

B.4. Analýza energetických potřeb a toků budovy

B.4.1. Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním

V následujících grafech se nachází tepelné ztráty, zisky prostupem konstrukcí a větráním pro stávající stav a nový navrhovaný stav. Tepelné ztráty a zisky jsou stejné u stávajícího stavu i nového navrhovaného stavu, protože obálka budovy je v obou variantách stejná. Největší tepelné ztráty v zóně 1 – bytové jednotky tvoří ztráty stěnami, druhá největší ztráta je výplněmi.

tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1 pro hodnocenou budovu

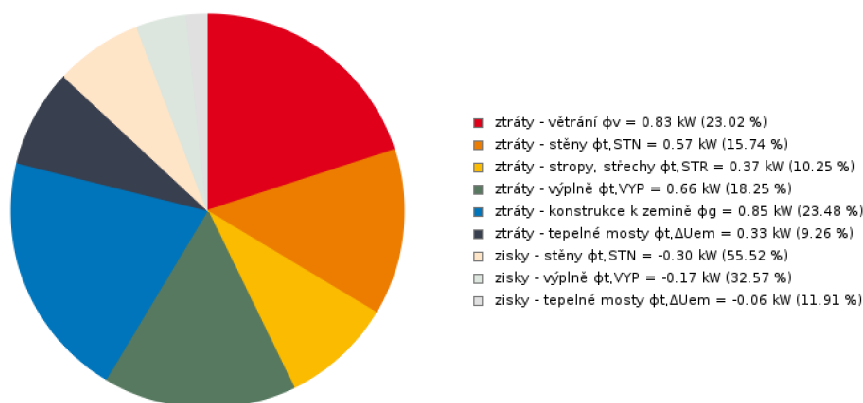


cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$,
extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16\text{ }^\circ\text{C}$,
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1 $\phi_{H,nd} = 28,22\text{ kW}$

Graf 4: Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1

Největší tepelné ztráty v zóně 2 – schodiště tvoří ztráty konstrukcemi přilehlé k zemině, druhá největší ztráta je ztráta větráním. Největším ziskem je zisk ze stěn.

tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 2 pro hodnocenou budovu



cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 16\text{ }^\circ\text{C}$,
extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -16\text{ }^\circ\text{C}$,
orientační celkové tepelné ztráty zóny 2 $\phi_{H,nd} = 3,06\text{ kW}$

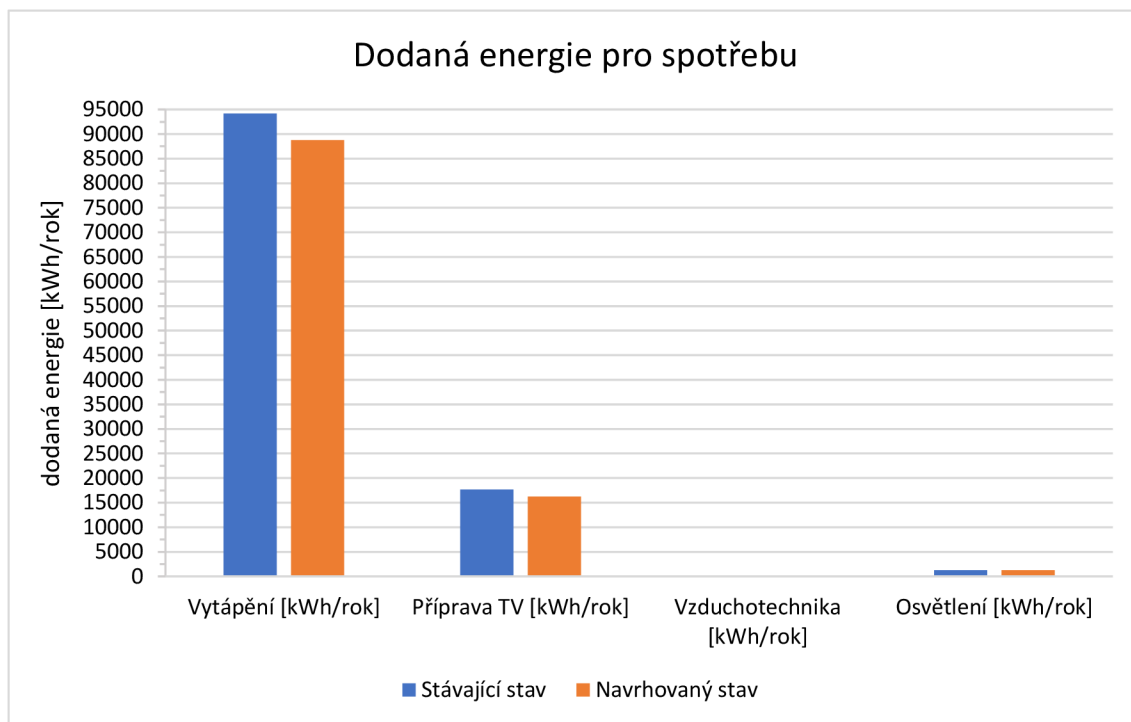
Graf 5: Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 2

B.4.2. Dodaná energie pro spotřebu

V následujících grafech se nachází porovnání dodané energie pro spotřebu na vytápění, přípravu teplé vody, osvětlení a vzduchotechniku stávajícího stavu a nového navrhovaného stavu. Z tabulky a grafu vyplývá, že v nové navrhované variantě s plynovým kondenzačním kotlem došlo ke snížení dodané energie na vytápění a přípravu teplé vody oproti stávajícímu stavu s CZT. V novém stavu klesla energie o 5,7 % na vytápění a o 8,1 % na přípravu teplé vody. Ke snížení došlo kvůli větší účinnosti plynového kondenzačního kotle oproti stávajícímu CZT. CZT má jmenovitou účinnost 95 % a plynový kondenzační kotel má účinnost 98 %.

Dodaná energie				
[kWh/rok]	Vytápění	Příprava TV	Vzduchotechnika	Osvětlení
Stávající stav	94147	17666	33,48	1243,9
Navrhovaný stav	88782	16242	33,48	1243,9

Tabulka 19: Dodaná energie pro spotřebu



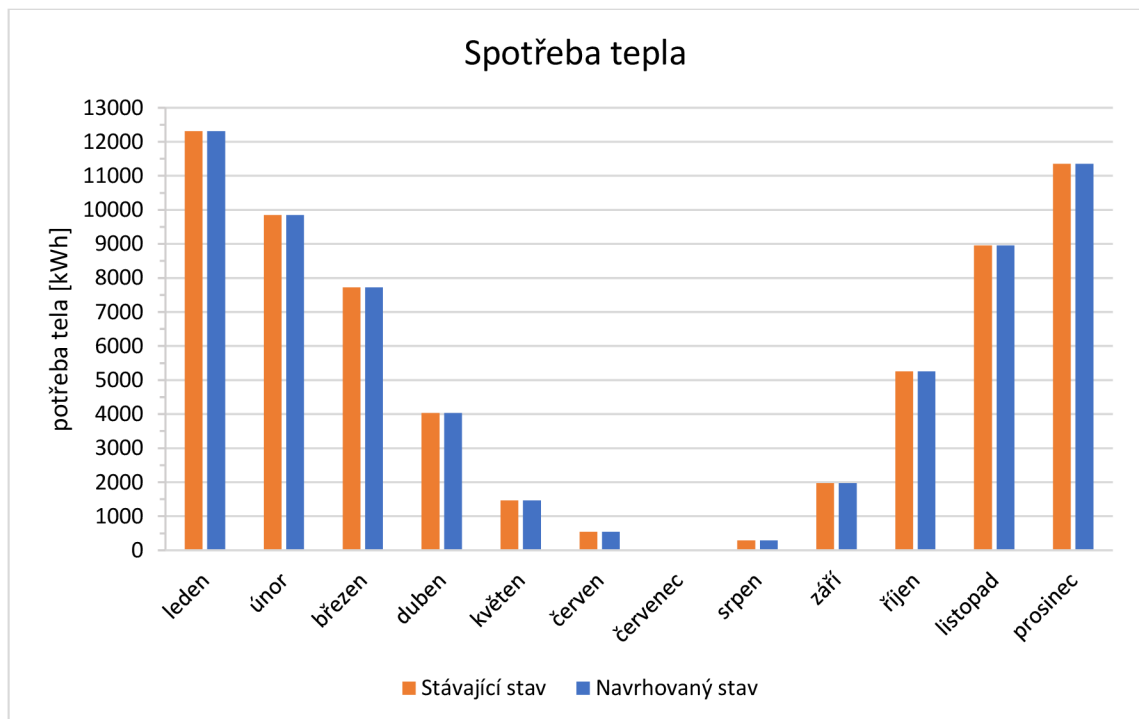
Graf 6: Dodaná energie pro spotřebu

B.4.3. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB

Vytápění

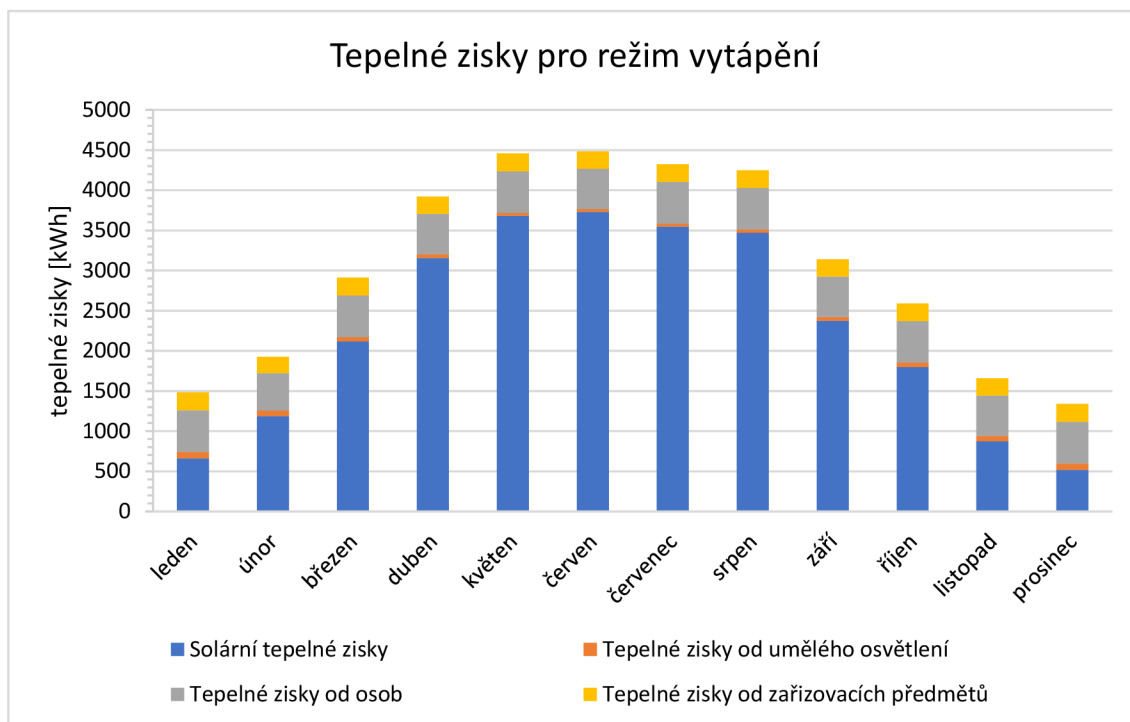
Z předchozího grafu vyplývá, že největší je dodaná energie pro spotřebu na vytápění. Největších spotřeb energie budova dosahuje v otopném období. Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku. Mezi nejkritičtější měsíce patří leden a prosinec, během kterých spotřeba energie přesahuje 110 000 kWh, v lednu dokonce 12 000 kWh. V červenci je spotřeba energie na vytápění nulová. Spotřeba energie na vytápění pro stávající a navrhovaný stav se prakticky neliší, protože v objektu došlo pouze k výměně zdroje tepla. Jedná se o přechod z CZT na plynový kondenzační kotel.

Roční spotřeba energie stávajícího stavu na vytápění bez pomocných energií za rok činí 93 566 kWh/rok. V novém navrhovaném stavu se roční spotřeba snížila na 87 974 kWh/rok tedy o 5,98 %.



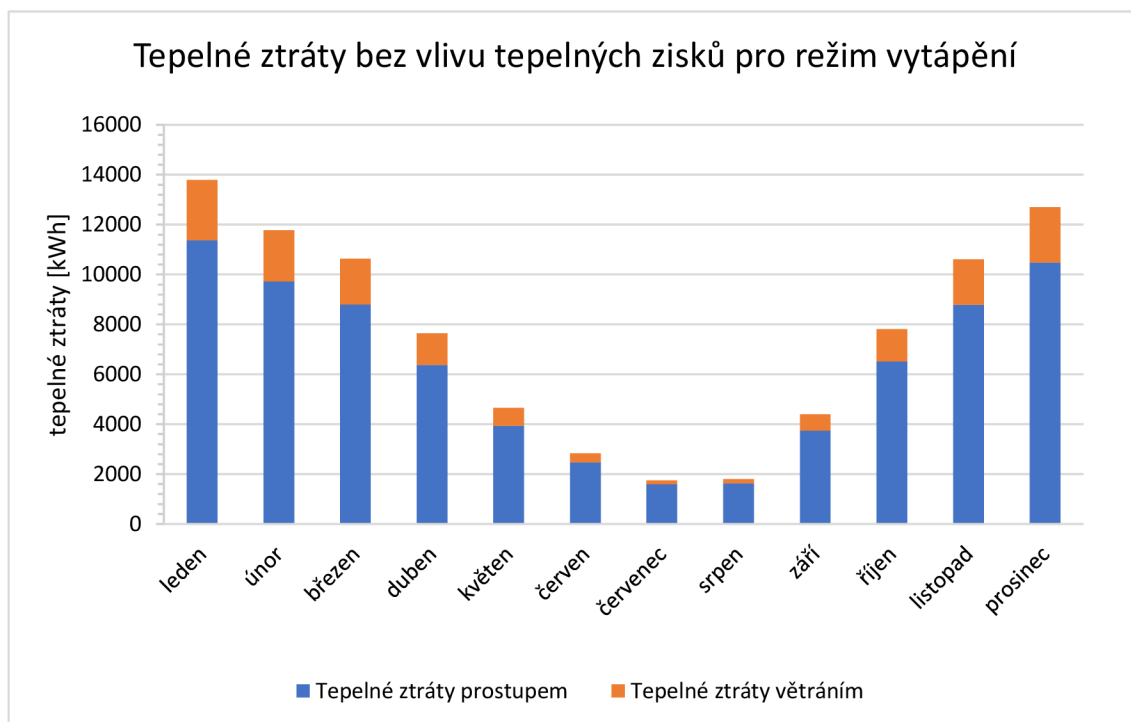
Graf 7: Spotřeba tepla na vytápění

Na tomto grafu se nacházejí tepelné zisky pro režim vytápění po jednotlivých měsících. Jedná se o solární tepelné zisky, tepelné zisky od umělého osvětlení, tepelné zisky od osob a tepelné zisky od zařizovacích předmětů. Nejvíce převládají solární tepelné zisky, a to především v letních měsících. Naopak nejmenší podíl mají tepelné zisky od umělého osvětlení, a to především v letních měsících. Tepelné zisky od umělého osvětlení v zimních měsících jsou až dvojnásobné oproti letním měsícům. Tepelné zisky od osob a zařizovacích předmětů jsou během celého roku přibližně stejné v závislosti na počtu dní v měsíci.



Graf 8: Tepelné zisky pro režim vytápění

Na tomto grafu se nacházejí tepelná ztráty bez vlivu tepelných zisků pro režim vytápění. Jedná se o tepelné ztráty větráním a tepelné ztráty prostupem. Tepelné ztráty větráním jsou oproti tepelným ztrátám prostupem téměř zanedbatelné. Největší tepelné ztráty prostupem jsou v zimních měsících, kdežto nejmenší v letních měsících. Stejně tak největší tepelné ztráty větráním jsou v zimních měsících a nejmenší v letních měsících.



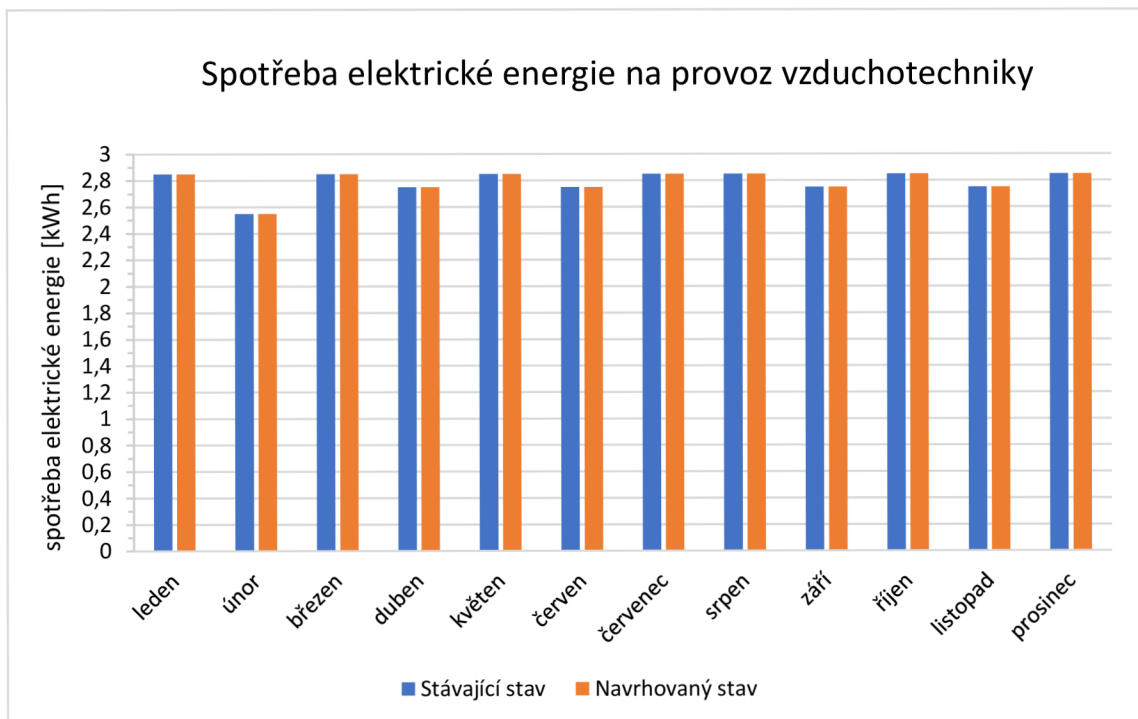
Graf 9: Tepelné ztráty bez vlivu tepelných zisků pro režim vytápění

Vzduchotechnika

V objektu se nacházejí pouze odtahové ventilátory na toaletách. Jednotlivé ventilátory mají příkon 13 W a jmenovitý objemový průtok 95 m³/h. V daném objektu se nachází 7 ventilátorů, v každém bytě jeden.

Roční spotřeba elektrické energie stávajícího i navrhovaného stavu na odtahové ventilátory za rok činí 33,48 kWh/rok.

Spotřeba elektrické energie pro provoz těchto ventilátorů je tedy po celý rok ve stávajícím i navrhovaném stavu stejná.

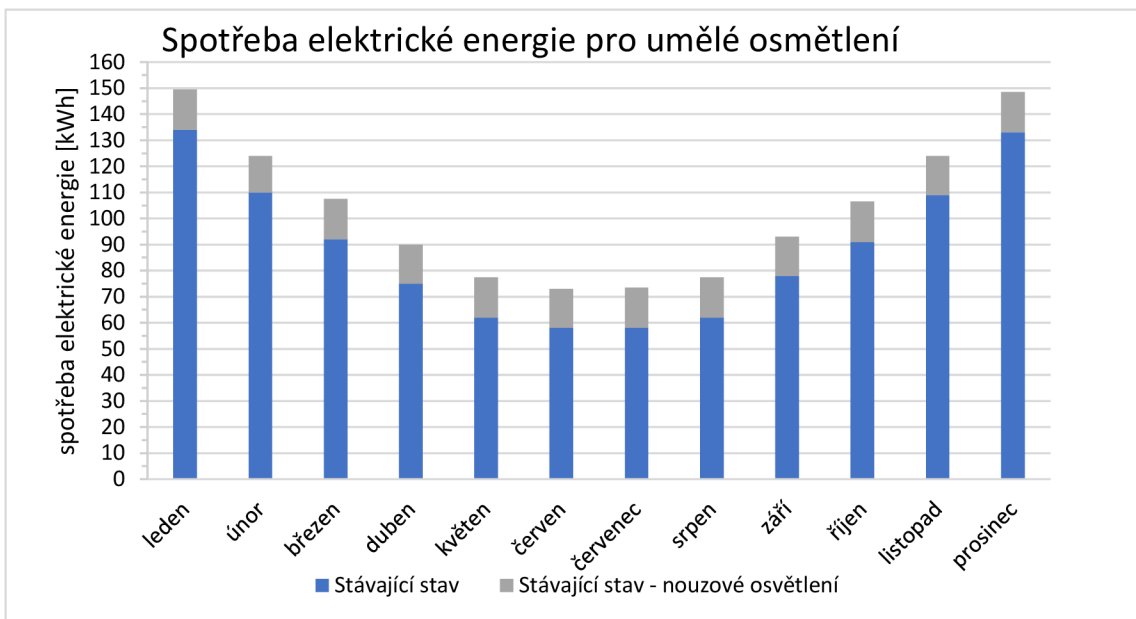


Graf 10: Spotřeba elektrické energie na provoz vzduchotechniky

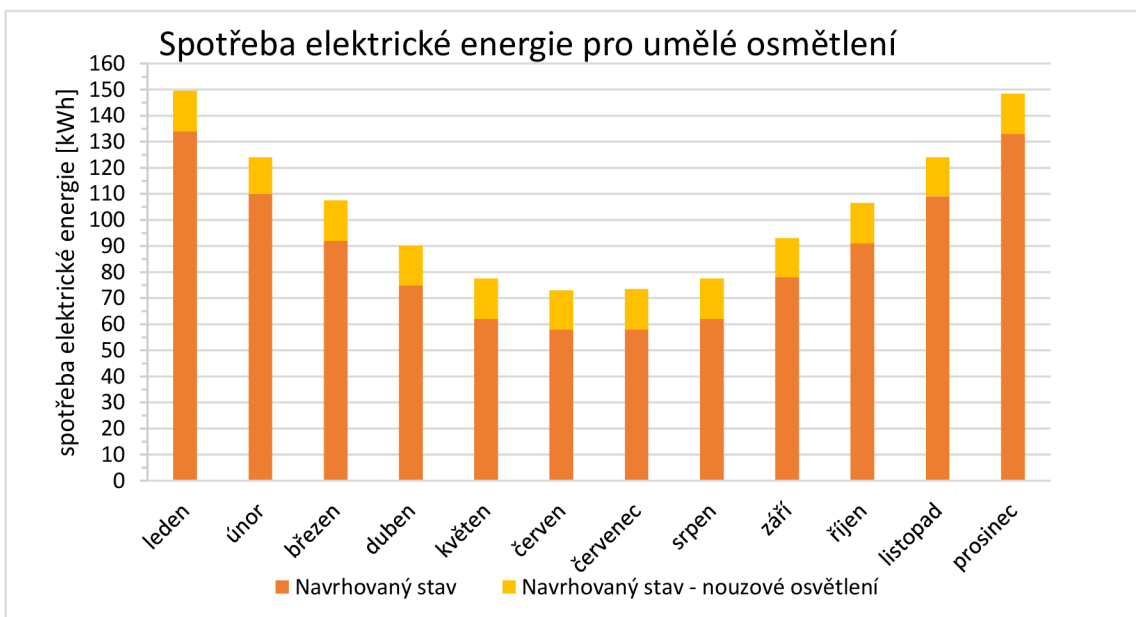
Osvětlení

Nejvyšší spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení je v zimních měsících, kdy se brzy stmívá. Naopak nižší spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení je v letních měsících, kdy je delší den. Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení v jednotlivých měsících je stejná pro stávající i navrhovaný stav, protože v objektu nedošlo k výměně typu osvětlení.

Roční spotřeba elektrické energie stávajícího i navrhovaného stavu na osvětlení za rok činí 1243,9 kWh/rok.



Graf 11: Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení - stávající stav



Graf 12: Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení - navrhovaný stav

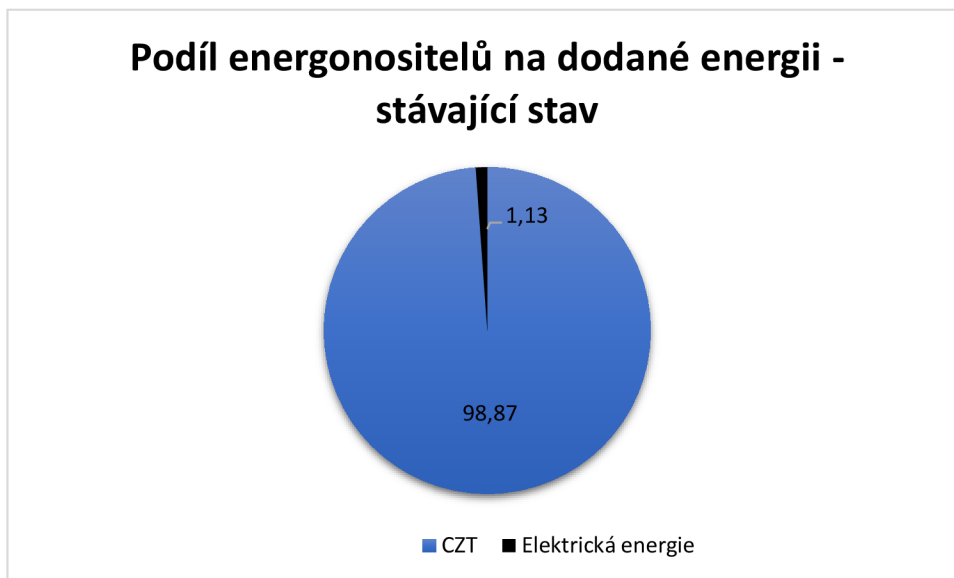
B.4.4. Rozdělení dodané energie dle energonositelů

Rozdělení dodané energie – stávající stav

Účel spotřeby energie	Ergonositel	Energie [kWh/rok]
Vytápění	CZT	94 147
Větrání	Elektrická energie	33,48
Příprava teplé vody	CZT	17 666
Osvětlení	Elektrická energie	1 243,9
CZT celkem		111 813
Elektrická energie celkem		1 277,38
Celkem		113 090,38

Tabulka 20: Rozdělení dodané energie - stávající stav

Na tomto grafu se nachází podíl energonositelů na dodané energii pro stávající stav. Je zřejmé, že podíl elektrické energie vzhledem k podílu CZT je zanedbatelný. Podíl elektrické energie je pouhých 1,13 %. Jedná se o spotřebu elektrické energie na větrání a umělé osvětlení. Podíl CZT je 98,87 %, kde se jedná o spotřebu energie na vytápění a přípravu teplé vody.



Graf 13: Podíl energonositelů na dodané energii - stávající stav

Rozdělení dodané energie – navrhovaný stav

Účel spotřeby energie	Energonositel	Energie [kWh/rok]
Vytápění	Zemní plyn	88 782
Větrání	Elektrická energie	33,48
Příprava teplé vody	Zemní plyn	16 242
Osvětlení	Elektrická energie	1 243,9
Zemní plyn celkem		105 024
Elektrická energie celkem		1 277,38
Celkem		106 301,38

Tabulka 21: Rozdělení dodané energie - navrhovaný stav

Na tomto grafu se nachází podíl energonositelů na dodané energii pro navrhovaný stav. Je zřejmé, že podíl elektrické energie vzhledem k podílu zemního plynu je zanedbatelný. Podíl elektrické energie je pouhých 1,2 %. Jedná se o spotřebu elektrické energie na větrání a umělé osvětlení. Podíl zemního plynu je 98,8 %, kde se jedná o spotřebu energie na vytápění a přípravu teplé vody.



Graf 14: Podíl energonositelů na dodané energii - navrhovaný stav

B.4.5. Porovnání ročních provozních nákladů

Pro výpočet nákladů uvažuji s cenou zemního plynu 1,21 Kč/kWh, elektrické energie 4,61 Kč/kWh a CZT 629,9 Kč/GJ.

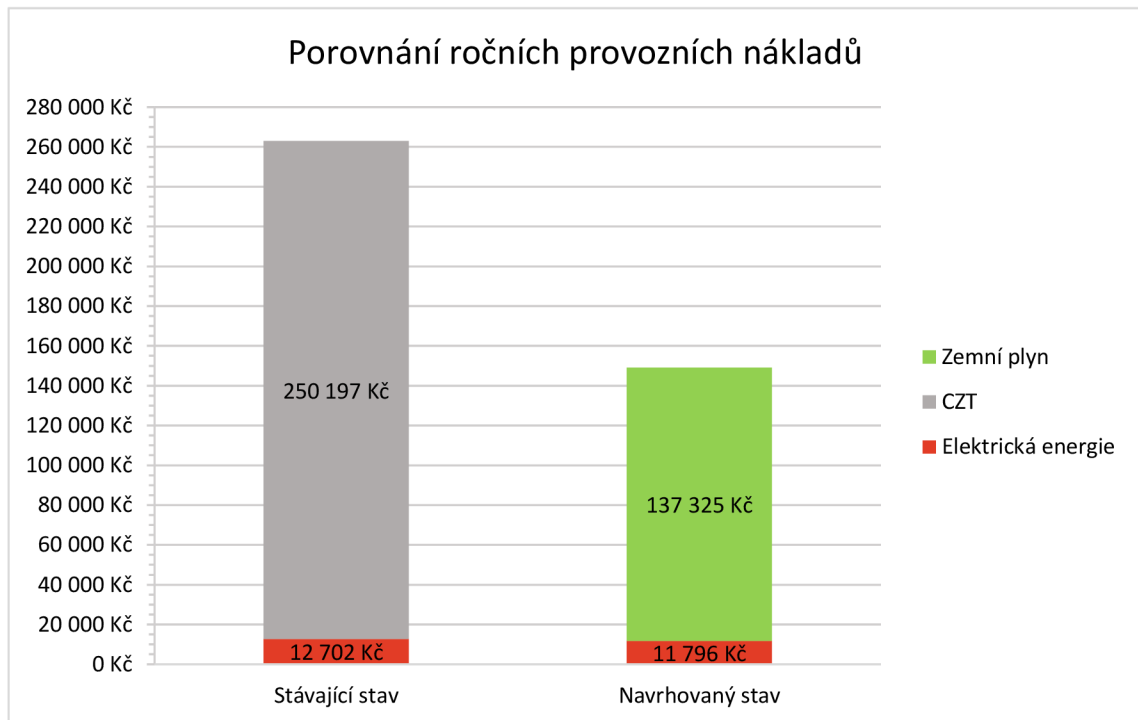
Celkové roční provozní náklady stávajícího stavu objektu činí 262 899 Kč. Zatímco celkové roční provozní náklady navrhovaného stavu činí 137 325 Kč. Jedná se o úsporu 125 574 Kč/rok tedy o snížení ročních provozních nákladů o 47,8 %.

Ceny energií		
CZT	629,9	[Kč/GJ]
Zemní plyn	1,21	[Kč/kWh]
Elektrická energie	4,61	[Kč/kWh]

Tabulka 22: Ceny uvažovaných energií

	Energonositel	Dodaná energie [MWh/r]	Roční náklady [Kč]
Stávající stav	CZT	110,334	250 197
	Elektrická energie	2,756	12 702
Celkové náklady energie budovy ve stávajícím stavu			262 899
Navrhovaný stav	Zemní plyn	103,741	125 529
	Elektrická energie	2,560	11 796
Celkové náklady energie budovy v navrhovaném stavu			137 325

Tabulka 23: Porovnání ročních provozních nákladů



Graf 15: Porovnání ročních provozních nákladů

B.5. Návrh úsporných opatření

B.5.1. Zateplení obvodových konstrukcí

Z důvodu velkých tepelných ztrát obálky budovy, doporučuji zateplit obvodové konstrukce kontaktním zateplovacím systémem. Jedná se o zateplení polystyrenem EPS 100 F s deklarovanou hodnotou $\lambda = 0,037 \text{ W}/[\text{m}\cdot\text{K}]$ o tloušťce 120 mm. Tepelné vazby se z důvodu zateplení sníží z hodnoty 0,1 na 0,05. Součinitel prostupu tepla stávajících obvodových stěn je $0,561 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla po úpravě má hodnotu $0,235 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Dále zateplení štítových stěn polystyrenem EPS 100 F s deklarovanou hodnotou $\lambda = 0,037 \text{ W}/[\text{m}\cdot\text{K}]$ o tloušťce 180 mm. Součinitel prostupu tepla stávajících štítových stěn je $0,561 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla po úpravě má hodnotu $0,238 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$.

OBVODOVÁ STĚNA

Plocha [m^2]	553,474
Cena za m^2 [Kč]	1300
Celková investice za zateplení [Kč]	719515,81
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	78,866
Úspora [MWh/rok]	27,435
Úspora [Kč/rok]	33402,073
Diskontovaná doba návratnosti [let]	19

Tabulka 24: Návrh úsporných opatření - obvodová stěna

Doporučení

Po zateplení obvodových stěn vyšla diskontovaná doba návratnosti 19 let. Životnost investice je 30 let. Doba návratnosti je výhodná do 20 let, proto bych toto opatření doporučila z důvodu zlepšení obálky budovy a snížení spotřeby energie.

B.5.2. Zateplení střechy

Z důvodu velkých tepelných ztrát obálky budovy, doporučuji zateplit střešní konstrukci minerální izolací ze skelných vláken Isover UNIROL PROFI. Jedná se o 50 mm izolace Isover UNIROL PROFI se součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,033 \text{ W}/[\text{m}\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla stávající konstrukce je $0,501 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla po úpravě má hodnotu $0,299 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Nejedná se o výrazné snížení součinitele prostupu tepla oproti původnímu, proto doba návratnosti vyšla až 29 let.

STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Plocha [m ²]	199,8
Cena za m ² [Kč]	2200
Celková investice za zateplení [Kč]	439560
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	96,696
Úspora [MWh/rok]	9,605
Úspora [Kč/rok]	11687,405
Diskontovaná doba návratnosti [let]	29

Tabulka 25: Návrh úsporných opatření - střecha

Doporučení

Po zateplení obvodových stěn vyšla diskontovaná doba návratnosti 29 let. Životnost investice je 30 let. Doba návratnosti je výhodná do 20 let, proto bych toto opatření nedoporučila. Pokud by však na daném objektu byla střecha poškozená, bylo by toto opatření nutné.

B.5.3. Zateplení podlahy suterénu

Podlaha suterénu byla ve velmi špatném stavu, protože nebyla vůbec zateplena. Došlo k rekonstrukci podlahy na zemině. Do podlahy bylo použito 120 mm izolace Isover EPS Grey 100. Součinitel tepelné vodivosti činí $\lambda = 0,031 \text{ W}/[\text{m} \cdot \text{K}]$. Součinitel prostupu tepla stávající konstrukce je $1,903 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$. Součinitel prostupu tepla po úpravě má hodnotu $0,276 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$.

PODLAHA NA ZEMINĚ

Plocha [m^2]	210,6
Cena za m^2 [Kč]	2000
Celková investice za zateplení [Kč]	421200
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	90,227
Úspora [MWh/rok]	16,074
Úspora [Kč/rok]	19719,904
Diskontovaná doba návratnosti [let]	19

Tabulka 26: Návrh úsporných opatření - podlaha na zemině

Doporučení

Po zateplení podlahy suterénu vyšla diskontovaná doba návratnosti 19 let. Životnost investice je 30 let. Doba návratnosti je výhodná do 20 let, proto bych toto opatření doporučila z důvodu zlepšení obálky budovy a snížení spotřeby energie.

B.5.4. Zateplení podlahy 1.NP

Podlaha v 1.NP byla zateplena tepelnou izolací Isover Unirol Profi. Do podlahy bylo použito 80 mm izolace se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,033 \text{ W}/[\text{m}\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla stávající konstrukce je $1,222 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$. Součinitel prostupu tepla po úpravě má hodnotu $0,352 \text{ W}/[\text{m}^2\cdot\text{K}]$.

PODLAHA V 1.NP

Plocha [m ²]	98,55
Cena za m ² [Kč]	1000
Celková investice za zateplení [Kč]	98550
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	94,286
Úspora [MWh/rok]	12,015
Úspora [Kč/rok]	14665,415
Diskontovaná doba návratnosti [let]	7

Tabulka 27: Návrh úsporných opatření - podlaha v 1.NP

Doporučení

Po zateplení obvodových stěn vyšla diskontovaná doba návratnosti 7 let. Životnost investice je 30 let. Doba návratnosti je výhodná do 20 let, proto bych toto opatření doporučila z důvodu zlepšení obálky budovy a snížení spotřeby energie.

B.5.5. Výměna výplní otvorů

Jedná se o výměnu původních plastových oken s dvojsklem za nová plastová okna s izolačním trojsklem se součinitelem prostupu tepla 0,64 W/[m².K] a dveří se součinitelem prostupu tepla 1,1 W/[m².K]. Součinitel prostupu tepla stávajících výplní otvorů je 1,5 W/[m².K].

VÝPLNĚ OTVORŮ

Plocha [m ²]	105,13
Cena za m ² [Kč]	5000
Celková investice za zateplení [Kč]	525650
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	90,483
Úspora [MWh/rok]	15,818
Úspora [Kč/rok]	19243,092
Diskontovaná doba návratnosti [let]	23

Tabulka 28: Návrh úsporných opatření - výměna výplní otvorů

Doporučení

Po zateplení obvodových stěn vyšla diskontovaná doba návratnosti 23 let. Životnost investice je 30 let. Doba návratnosti je výhodná do 20 let, proto toto opatření nepatří mezi nejvýhodnější. Avšak doba životnosti investice je vyšší než doba návratnosti. Proto bych toto opatření doporučila z důvodu špatného stavu stávajících výplní otvorů.

B.5.6. Celkové opatření

Do celkového opatření jsem zahrнула veškerý zateplení a výměnu výplní otvorů. Životnost investice je 30 let. Diskontovaná doba návratnosti vyšla 28 let.

CELKOVÉ OPATŘENÍ

Celková investice [Kč]	2204475,81
Původní spotřeba energie [MWh/rok]	106,301
Nová spotřeba energie [MWh/rok]	54,627
Úspora [MWh/rok]	51,674
Úspora [Kč/rok]	63008,183
Diskontovaná doba návratnosti [let]	28

Tabulka 29: Návrh úsporných opatření - celkové opatření

Doporučení

Celkové opatření, které zahrnuje zateplení konstrukcí obálky budovy a výměnu výplní otvorů není vhodná kvůli dlouhé návratnosti. Objekt je v dobrém stavu, proto není nutné zrealizovat veškerá opatření, ale pouze dílčí. Doporučila bych zateplení obvodových konstrukcí, podlahy na zemině, podlahy v 1.NP a výměnu výplní otvorů z důvodu špatného stavu stávajících výplní otvorů.

B.6. Opatření na alternativní zdroje energie

B.6.1. Solární ohřev TV

Ze všech možných variant instalace alternativních systémů byla vybrána možnost instalace solární soustavy pro přípravu TV. V rámci návrhu bude provedena instalace solární soustavy. Soustava bude obsahovat 6 plochých solárních kolektorů, které budou napojeny na zásobník vody o objemu 945 litrů. Solární kolektory budou pokrývat přibližně 1/3 dílčí dodané energie na přípravu TV. Soustava bude upevněna na střeše na východní či západní straně se sklonem 3°. Jedná se o sluneční kolektory KPS1.

Odhad nákladů na realizaci včetně práce činí přibližně 75 000 Kč. Roční finanční úspory činí přibližně 6 651 Kč. Prosta doba návratnosti je přibližně 12 let.

Ostatní systémy nejsou z technických, ekonomických či ekologických důvodů v daném objektu vhodné k instalaci.

Solární kolektor KPS1

Technické údaje


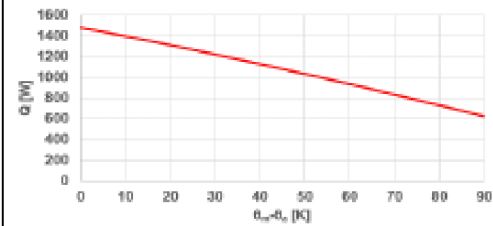
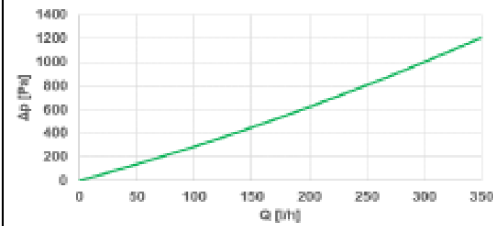
- Rozměry 2037 x 1036 x 900 mm,
- celková plocha 2,110 m²,
- plocha apertury 1,907 m²,
- plocha absorbéru 1,887 m²,
- objem kapaliny 1,4 l,
- výkon 1 481 W,
- šedý hliníkový rám,
- solární prizmatické sklo,
- tepelná izolace: 40 mm minerální vlny,
- počet kusů: 6 ks.



Obrázek 38: Solární kolektor KPS1, [63]

Technický list

Solární kolektor KPS1

<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">KPS1</div>  <p>Graf výkonu kolektoru</p>  <p>Graf tlakové ztráty kolektoru</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Základní charakteristika</th> </tr> <tr> <td>Použití</td> <td>ohřev teplé vody, pítápění nebo ohřev bazénu pomocí solární energie</td> </tr> <tr> <td>Popis</td> <td>plochý solární kolektor</td> </tr> <tr> <td>Pracovní kapalina</td> <td>směs voda-glykol (max. 1:1)</td> </tr> <tr> <td>Objednávací kód</td> <td>16 277</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Rozměry a váha</th> </tr> <tr> <td>Výška x šířka x tloušťka</td> <td>2037 x 1036 x 90 mm</td> </tr> <tr> <td>Stavební šířka</td> <td>1096 mm</td> </tr> <tr> <td>Celková plocha</td> <td>2,110 m²</td> </tr> <tr> <td>Plocha apertury</td> <td>1,907 m²</td> </tr> <tr> <td>Plocha absorběru</td> <td>1,887 m²</td> </tr> <tr> <td>Hmotnost bez kapaliny</td> <td>38 kg</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Zasklení</th> </tr> <tr> <td>Materiál</td> <td>kalené prizmatické sklo</td> </tr> <tr> <td>Tloušťka</td> <td>3,2 mm</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Absorbér</th> </tr> <tr> <td>Materiál</td> <td>hliník, tl. 0,5 mm</td> </tr> <tr> <td>Povrchová úprava</td> <td>TiNOx</td> </tr> <tr> <td>Konstrukční typ</td> <td>lyrový, laserově svařený</td> </tr> <tr> <td>Materiál přípojovacích trubek</td> <td>měď</td> </tr> <tr> <td>Rozměr přípojovacích trubek</td> <td>4 x Ø 22 mm x 0,7 mm</td> </tr> <tr> <td>Materiál trubek absorběru</td> <td>měď</td> </tr> <tr> <td>Rozměr trubek absorběru</td> <td>9 x Ø 8 mm x 0,5 mm</td> </tr> <tr> <td>Maximální pracovní tlak</td> <td>10 bar</td> </tr> <tr> <td>Maximální pracovní teplota</td> <td>110 °C</td> </tr> <tr> <td>Stagnační (klidová) teplota</td> <td>200 °C</td> </tr> <tr> <td>Objem pracovní kapaliny</td> <td>1,4 l</td> </tr> <tr> <td>Doporučený průtok</td> <td>60 - 120 l/h</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Tepelná izolace</th> </tr> <tr> <td>Materiál izolace</td> <td>minerální vlna</td> </tr> <tr> <td>Tloušťka izolace</td> <td>40 mm</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Rám</th> </tr> <tr> <td>Materiál rámu</td> <td>slitina hliníku</td> </tr> <tr> <td>Barva rámu</td> <td>šedá</td> </tr> <tr> <td>Zadní plech</td> <td>pozink. ocel, tl. 0,5 mm</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Účinnost kolektoru, lineární a kvadratický součinitel tepelné ztráty na celkovou plochu / aperturu / absorběr</th> </tr> <tr> <td>η_{0a} [-]</td> <td>0,702 / 0,777 / 0,785</td> </tr> <tr> <td>a_{1a} [W/m²K]</td> <td>3,93 / 4,35 / 4,40</td> </tr> <tr> <td>a_{2a} [W/m²K²]</td> <td>0,0066 / 0,0073 / 0,0074</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Maximální výkon kolektoru při osvětlení 1000 W/m²</th> </tr> <tr> <td>Q_{max}</td> <td>1 481 W</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #333; color: white;">Modifikátor úhlu dopadu</th> </tr> <tr> <td>K_{θ}</td> <td>0,91</td> </tr> </table>	Základní charakteristika		Použití	ohřev teplé vody, pítápění nebo ohřev bazénu pomocí solární energie	Popis	plochý solární kolektor	Pracovní kapalina	směs voda-glykol (max. 1:1)	Objednávací kód	16 277	Rozměry a váha		Výška x šířka x tloušťka	2037 x 1036 x 90 mm	Stavební šířka	1096 mm	Celková plocha	2,110 m ²	Plocha apertury	1,907 m ²	Plocha absorběru	1,887 m ²	Hmotnost bez kapaliny	38 kg	Zasklení		Materiál	kalené prizmatické sklo	Tloušťka	3,2 mm	Absorbér		Materiál	hliník, tl. 0,5 mm	Povrchová úprava	TiNOx	Konstrukční typ	lyrový, laserově svařený	Materiál přípojovacích trubek	měď	Rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm x 0,7 mm	Materiál trubek absorběru	měď	Rozměr trubek absorběru	9 x Ø 8 mm x 0,5 mm	Maximální pracovní tlak	10 bar	Maximální pracovní teplota	110 °C	Stagnační (klidová) teplota	200 °C	Objem pracovní kapaliny	1,4 l	Doporučený průtok	60 - 120 l/h	Tepelná izolace		Materiál izolace	minerální vlna	Tloušťka izolace	40 mm	Rám		Materiál rámu	slitina hliníku	Barva rámu	šedá	Zadní plech	pozink. ocel, tl. 0,5 mm	Účinnost kolektoru, lineární a kvadratický součinitel tepelné ztráty na celkovou plochu / aperturu / absorběr		η_{0a} [-]	0,702 / 0,777 / 0,785	a_{1a} [W/m ² K]	3,93 / 4,35 / 4,40	a_{2a} [W/m ² K ²]	0,0066 / 0,0073 / 0,0074	Maximální výkon kolektoru při osvětlení 1000 W/m ²		Q_{max}	1 481 W	Modifikátor úhlu dopadu		K_{θ}	0,91
Základní charakteristika																																																																																							
Použití	ohřev teplé vody, pítápění nebo ohřev bazénu pomocí solární energie																																																																																						
Popis	plochý solární kolektor																																																																																						
Pracovní kapalina	směs voda-glykol (max. 1:1)																																																																																						
Objednávací kód	16 277																																																																																						
Rozměry a váha																																																																																							
Výška x šířka x tloušťka	2037 x 1036 x 90 mm																																																																																						
Stavební šířka	1096 mm																																																																																						
Celková plocha	2,110 m ²																																																																																						
Plocha apertury	1,907 m ²																																																																																						
Plocha absorběru	1,887 m ²																																																																																						
Hmotnost bez kapaliny	38 kg																																																																																						
Zasklení																																																																																							
Materiál	kalené prizmatické sklo																																																																																						
Tloušťka	3,2 mm																																																																																						
Absorbér																																																																																							
Materiál	hliník, tl. 0,5 mm																																																																																						
Povrchová úprava	TiNOx																																																																																						
Konstrukční typ	lyrový, laserově svařený																																																																																						
Materiál přípojovacích trubek	měď																																																																																						
Rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm x 0,7 mm																																																																																						
Materiál trubek absorběru	měď																																																																																						
Rozměr trubek absorběru	9 x Ø 8 mm x 0,5 mm																																																																																						
Maximální pracovní tlak	10 bar																																																																																						
Maximální pracovní teplota	110 °C																																																																																						
Stagnační (klidová) teplota	200 °C																																																																																						
Objem pracovní kapaliny	1,4 l																																																																																						
Doporučený průtok	60 - 120 l/h																																																																																						
Tepelná izolace																																																																																							
Materiál izolace	minerální vlna																																																																																						
Tloušťka izolace	40 mm																																																																																						
Rám																																																																																							
Materiál rámu	slitina hliníku																																																																																						
Barva rámu	šedá																																																																																						
Zadní plech	pozink. ocel, tl. 0,5 mm																																																																																						
Účinnost kolektoru, lineární a kvadratický součinitel tepelné ztráty na celkovou plochu / aperturu / absorběr																																																																																							
η_{0a} [-]	0,702 / 0,777 / 0,785																																																																																						
a_{1a} [W/m ² K]	3,93 / 4,35 / 4,40																																																																																						
a_{2a} [W/m ² K ²]	0,0066 / 0,0073 / 0,0074																																																																																						
Maximální výkon kolektoru při osvětlení 1000 W/m ²																																																																																							
Q_{max}	1 481 W																																																																																						
Modifikátor úhlu dopadu																																																																																							
K_{θ}	0,91																																																																																						

Testováno podle ISO 9806:2013 a certifikováno značkou KEYMARK.

Obrázek 39: Technický list - solární kolektor KPS1, [64]

B.7. Návrh zdroje tepla

Potřebný výkon zdroje tepla v tomto případě vychází z tepelné ztráty objektu a potřebného výkonu na přípravu teplé vody.

Vstupní údaje

Celkové tepelné ztráty objektu: 31,28 kW

Výkon pro přípravu teplé vody: 12,86 kW

- Vytápění objektu s přerušovaným větráním a přípravou TV:

$$Q_{\text{PRIP}} = 0,7 \cdot Q_{\text{VYT}} + 0,7 \cdot Q_{\text{VZT}} + Q_{\text{TV}} + (Q_{\text{TECH}})$$

$$Q_{\text{PRIP}} = 0,7 \cdot 31,28 + 0,7 \cdot 0 + 12,86 + 0$$

$$Q_{\text{PRIP}} = 34,756 \text{ kW}$$

- Vytápění objektu s trvalým větráním nebo technologickým ohřevem:

$$Q_{\text{PRIP}} = Q_{\text{VYT}} + Q_{\text{VZT}} + (Q_{\text{TECH}})$$

$$Q_{\text{PRIP}} = 31,28 + 0 + 0$$

$$Q_{\text{PRIP}} = 31,28 \text{ kW}$$

⇒ **Návrh zdroje tepla = Thermona THERM 35 KDZ**



Obrázek 40: Thermona THERM 35 KDZ, [60]

B.8. Návrh jednotlivých zařízení v technické místnosti

B.8.1. Návrh tlakové expanzní nádoby pro vytápění

Výpočet tlakové expanzní nádoby se provádí podle ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách. Zabezpečovací zařízení se stanovuje ze zvětšení objemu vody v celé soustavě při jejím ohřátí z 10 °C na nejvyšší požadovanou teplotu vody v soustavě.

Vstupní údaje

Výška otopné soustavy:	9 m
Maximální teplota otopné vody:	$t_{\max} = 55 \text{ °C}$
Výška manometrické roviny:	$h_{\text{MR}} = 1 \text{ m}$
Součinitel zvětšení objemu:	$n = 0,01413$
Výkon kotle:	$Q_p = 35 \text{ kW}$
Ztráty objemu:	31,3 kW

Objem vody v soustavě

$$V_O = V_P + V_{OT} + V_{OTK} + V_{OTT} + V_K \text{ [m}^3\text{]}$$

- objem potrubí **$V_P = 3 \text{ l/kW}$**
- objem otopných těles **$V_{OT} = 10 \text{ l/kW (desková tělesa)}$**
 - $V_{OTK} = 0,18 \text{ l/bm (konvektory 8/16)}$
 - $V_{OTK} = 0,4 \text{ l/bm (konvektory 11/20)}$
 - $V_{OTT} = 8 \text{ l/kW (trubková tělesa)}$
- objem kotle **$V_K = 8 \text{ l/kW}$**

$$V_O = 3 \times 31,3 + 10 \times 1 + 8 \times 35 = 383,9 \text{ l} = 0,3839 \text{ m}^3$$

Výpočet

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{\text{ddov}} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + (\Delta p_z) = 1,1 \cdot 9 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 20 = 117,119 \text{ kPa}$$

⇒ volím 120 kPa

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 300 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 290,92 \text{ kPa}$$

⇒ volím otevírací přetlak pojistného ventilu 250 kPa

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 383,9 \cdot 0,01413 = 7,052 \text{ l}$$

Předběžný objem expanzní nádoby

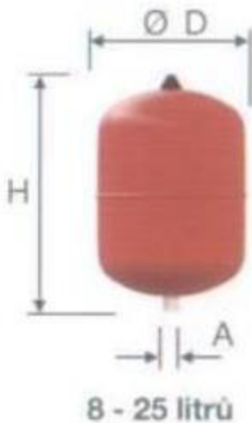
$$V_{ep} = V_e \cdot [(p_{hdov} + 100)/(p_{hdov} - p_{hdov})] = 7,052 \cdot [(250 + 100)/(250 - 120)] = 18,986 \text{ l}$$

Průměr expanzního potrubí

$$d = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 35^{0,5} = 13,55 \text{ mm} \Rightarrow \text{DN 15}$$

Návrh takové expanzní nádoby

⇒ **Návrh externí expanzní nádoby = membránová expanzní nádoba Reflex NG 25/6 o objemu 25 l, max. provozní přetlak 6 Bar.**



- Závitové připojení,
- membrána podle DIN 4807 T,
- dovolená provozní teplota do 70 °C,
- schváleno ve smyslu Evropské směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG,
- šedý vnější nátěr,
- přetlak plynu 1,5 bar.

Obrázek 41: Expanzní nádoba, [65]

6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	6 bar/120 °C	šedá	bílá							
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	-	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	-	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	-	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	-	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300	-	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	-	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	-	-	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000	-	-	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300	-	-	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400	-	-	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500	-	-	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600	-	-	118,0	740	2406	245	R 1	1,5

Tabulka 30: Tabulka typů expanzních nádob, [36]

B.8.2. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

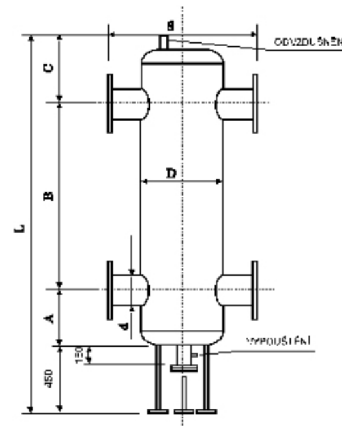
Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků slouží k vytvoření hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu. V kondenzační technice je v kotlovém okruhu menší průtok je tedy třeba potlačit zvyšování teploty vratné vody. HVDT bude vyrovnávat přebytek dynamického tlaku od oběhových čerpadel soustavy do kotlového okruhu. Pro správnou funkci HVDT by rychlost proudění měla být maximálně 0,15 m/s.

Vstupní údaje

Instalovaný výkon: $Q = 35 \text{ kW}$

Objemový průtok: $V = 3,009 \text{ m}^3/\text{h}$

⇒ **Návrh HVDT = AQUA product HVDT I**



Obrázek 42: HVDT, [66]

Technická data		HVDT 5/4"	HVDT 6/4"	HVDT 2"	HVDT I	HVDT II	HVDT III	HVDT IV	HVDT V	HVDT VI
Průtok	m ³ /h	1,8	2,5	4	4	8	12	20	30	50
Závitové příp.	G	5/4"	6/4"	2"	-	-	-	-	-	-
Přírubové příp.	DN	-	-	-	50	65	80	100	125	150
Průměr tělesa D	mm	89	108	108	108	159	219	219	273	324
Průměr hrdla d	mm	32	40	57	57	76	89	108	133	158
Rozměr A	mm	100	110	110	100	120	200	200	250	300
Rozměr B	mm	300	380	400	400	500	700	700	900	1000
Rozměr C	mm	65	80	100	100	130	200	200	200	200
Výška L	mm	485	600	600	1050	1200	1550	1550	1800	1950
Rozměr S	mm	169	208	208	400	400	500	500	560	620
Hmotnost	kg	6	10	15	20	35	50	60	80	100
Objednací číslo		10.2.9.1	10.2.10.1	10.2.11.1	10.2.1.1	10.2.2.1	10.2.3.1	10.2.4.1	10.2.5.1	10.2.6.1

Tabulka 31: Tabulka typů HVDT, [37]

B.8.3. Kombinovaný rozdělovač – sběrač

Rozdělovač a sběrač je doplňujícím spojovacím prvkem zpravidla umístěným v technické místnosti nebo strojovně. Slouží k připojení přívodního a vratného potrubí z kotle a rozvodů jednotlivých otopných větví do otopného systému, popřípadě k rozvodu teplé vody a vody pro vzduchotechnické zařízení.

Navrhují se a vyrábějí jako standardní, oddělené – samostatné rozdělovače a sběrače, nebo jako sdružené, které umožňují snazší osazení a mají minimální nároky na prostor. Ve zdrojích tepla oddělují primární – kotlový okruh od sekundárního – otopného okruhu.

Vstupní údaje

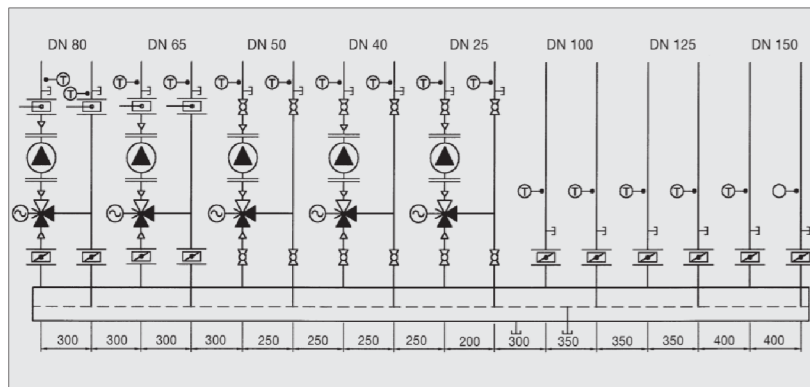
Instalovaný výkon: $Q = 35 \text{ kW}$

Objemový průtok: $V = 3,009 \text{ m}^3/\text{h}$

⇒ **Návrh kombinovaného R+S = ETL RS KOMBI, modul 120**

Q_{max} = [m³/hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S_p (m²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Tabulka 32: Tabulka modulů R+S, [38]



Obrázek 43: Schéma zapojení R+S, [67]

B.9. Termografické měření zatepleného bytového domu

Měření termokamerou proběhlo dne 5.12.2019 okolo 14 hodiny.

Při měření bylo oblačno až zataženo. Teplota se během měření pohybovala těsně pod nulou. Maximální denní teplota v Brně byla kolem $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimální $-3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvyšší vlhkost 78 %. Nejvyšší tlak 1027 hPa.

Jedná se o vybraný bytový dům, který se nachází v Brně. Tento vybraný objekt je typově podobný objektu, který řeším v diplomové práci. Při měření jsem se snažila co nejvíce eliminovat okolní vlivy, které mohou měření ovlivnit, aby bylo co nejpřesnější. Měření může být ovlivněno několika faktory. Jedná se například o stromy, které se nacházejí v těsné blízkosti objektu, nebo o zobrazení nebe na termografickém snímku.

Snažila jsem se pomocí termografických snímků najít jednotlivé defekty na daném objektu, díky kterým by mohlo dojít k poruše objektu.

Existuje několik podmínek, které by měli být dodrženy, aby měření bylo co nejpřesnější.

Podmínky pro správné měření termokamerou

- Rozdíl venkovní a vnitřní teploty alespoň $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, čím větší je rozdíl teplot, tím jsou snímky ostřejší,
- snaha eliminovat jiné zdroje záření,
- důležité je, aby byl objekt vytápěný,
- dobré je mít okna a dveře uzavřena, jinak je na snímcích vidět, jak otvory uniká teplo z interiéru do exteriéru.

Termokameru jsem si zapůjčila z ústavu technického zařízení budov ze stavební fakulty Vysokého učení technické v Brně. Jednalo se o model kamery Fluke Ti300. Termokamera je vybavena automatickým ostřením LaserSharp TM, dále i pokročilým ručním ostřením. Bez zaostření snímků mohou být teplotní měření nepřesná.

Technické údaje

- Rozsah měření teploty od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- zorné pole je $24^{\circ}\times 17^{\circ}$,
- teplotní citlivost je $\leq 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- typ detektoru je ohniskový rovinný svazek,
- tato kamera je navržena se standardním objektivem, aby odolala pádu ze 2 metrů,
- hmotnost včetně baterie je 1,04 kg,
- emisivitu lze měnit na displeji,
- celkový počet pixelů je 43 200,
- velikost IR senzoru je 240×180 ,
- sériové číslo kamery Ti300 – 18060443.



Obrázek 44: Termokamera Fluke Ti300

Termografické měření může odhalit

- Zvýšení tření nebo namáhání materiálů,
- zvýšení elektrického odporu,
- tepelný most,
- netěsnost materiálů, nedostatečnou tepelnou izolaci,
- nehomogenitu materiálů (např. vyšší vlhkost, vznik plísní).

Všechny tyto negativní vlastnosti v konstrukci způsobují změnu povrchové teploty, která je důležitá pro termografické měření.

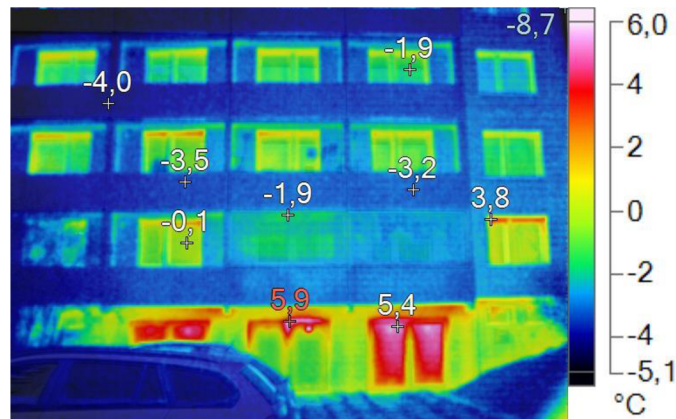
Cílem termografického měření je kontrola kotevních prvků a zjištění tepelných defektů na daném objektu.

Na pořízených termografických snímcích je vidět, kde mají konstrukce špatné tepelné technické vlastnosti. Konstrukce, které mají špatné technické vlastnosti, nebo kde vznikají tepelné mosty a netěsnosti, jsou na snímcích zobrazeny červenou barvou.

Infračervená kamera měří objektem vyzařované infračervené záření, které je závislé na povrchové teplotě objektu, a také emisivitě. V okolí objektu vzniká další záření, které se od objektu odráží. Pro určení přesné teploty je nutné, co nejvíce eliminovat různé zdroje radiace. Do kamery je nutné zadat emisivitu objektu, teplotu pozadí a další parametry.

Jednotlivé termografické snímky jsem upravila v programu SmartView 4.3. Snažila jsem se je upravit, tak aby byly co nejvíce ostré a přehledné. Na jednotlivých snímcích jsem si přesně určila jednotlivé body na fasádě, u kterých jsem chtěla vědět jejich teplotu. Dále se v programu dá změnit emisivita, teplota pozadí jednotlivých snímků.

B.9.1. Termografické snímky zatepleného bytového domu



Obrázek 45: Termografický snímek - přední fasáda



Obrázek 46: Přední fasáda

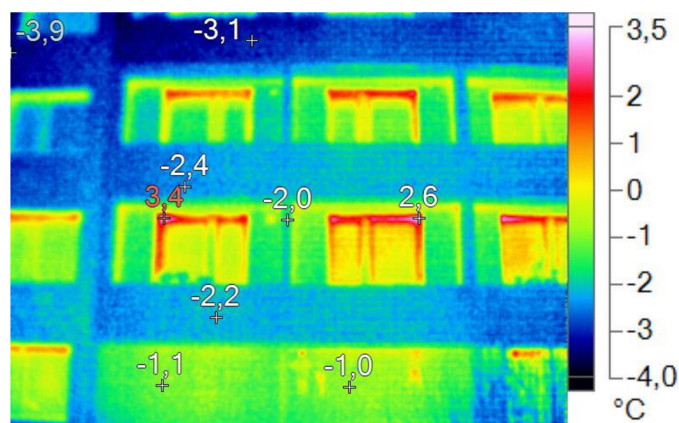
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 15:07:28

Na tomto snímku se nachází přední pohled na bytový dům. Na termografickém snímku je vidět, že daný objekt je zateplený. Suterén objektu zateplený není. K největšímu úniku tepla dochází přes garážová vrata nezatepleného suterénu. Je zřejmé, že prostřední vrata jsou nejspíše zateplená, protože zde dochází k menšímu tepelnému úniku než přes zbývající dvoje garážová vrata.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	-1,9 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	5,9 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-8,7 °C	0,92	0,0 °C
P0	-3,5 °C	0,92	0,0 °C
P1	5,4 °C	0,92	0,0 °C
P2	-3,2 °C	0,92	0,0 °C
P3	-1,9 °C	0,92	0,0 °C
P4	-0,1 °C	0,92	0,0 °C
P5	3,8 °C	0,92	0,0 °C
P6	-4,0 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 33: Body termografického snímku - přední fasáda



Obrázek 47: Termografický snímek - zadní fasáda



Obrázek 48: Zadní fasáda

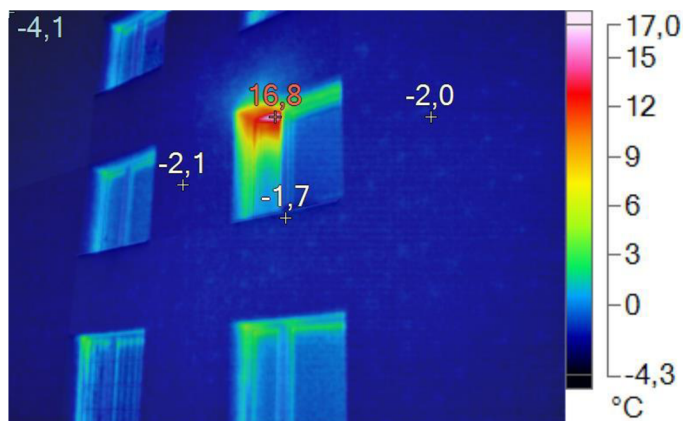
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 15:12:06

Na tomto snímku se nachází zadní pohled na bytový dům. Na termografickém snímku je vidět, že daný objekt je zateplený. K největšímu úniku dochází okolo okenních výplní. Na fasádě nejsou viditelné žádné další defekty.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	-2,0 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	3,4 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-3,9 °C	0,92	0,0 °C
P0	-2,4 °C	0,92	0,0 °C
P1	2,6 °C	0,92	0,0 °C
P2	-1,0 °C	0,92	0,0 °C
P3	-2,2 °C	0,92	0,0 °C
P4	-3,1 °C	0,92	0,0 °C
P5	-1,1 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 34: Body termografického snímku – zadní fasáda



Obrázek 49: Termografický snímek - boční pohled



Obrázek 50: Boční pohled

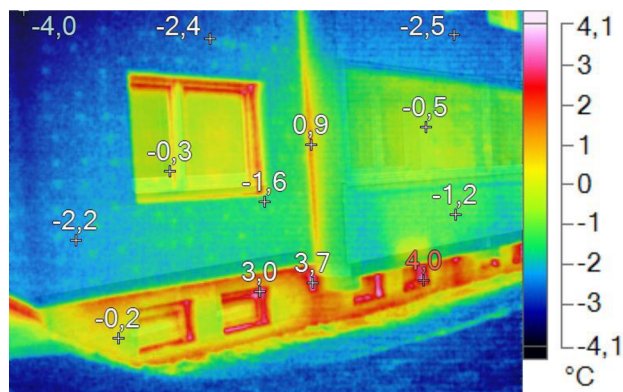
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 16:03:48

Jedná se o boční pohled na bytový dům. Na termografickém snímku je vidět homogenní zateplení objektu bez defektů. Dále na tomto snímku je vidět otevřené okno. V tomto místě dochází k velkému úniku tepla z interiéru do exteriéru. Teplý vzduch z interiéru přiléhá ke konstrukci, jedná se o tzv. Coandův jev. Na tomto snímku je také vidět nerovnoměrné rozmístění kotevnic prvků, které pravděpodobně nespĺňuje předepsané rozmístění.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	-1,7 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	16,8 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-4,1 °C	0,92	0,0 °C
P0	-2,1 °C	0,92	0,0 °C
P1	-2,0 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 35: Body termografického snímku - boční pohled



Obrázek 51: Termografický snímek - detail lodžie a suterénu



Obrázek 52: Detail lodžie a suterénu

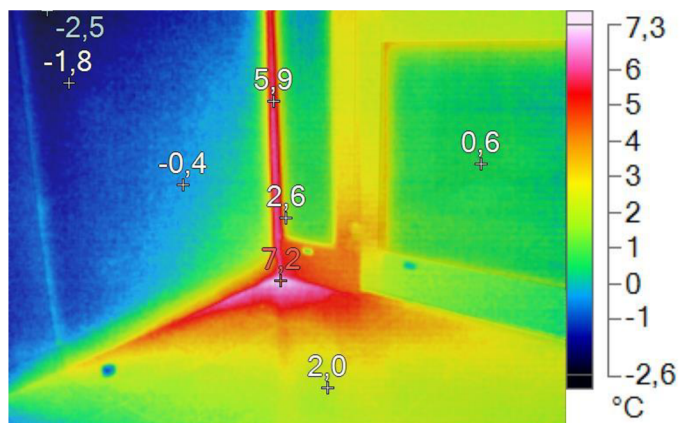
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 16:00:19

Na tomto snímku se nachází detailnější pohled na lodžii a nezateplený suterén. Fasáda objektu je zateplená, kdežto suterén zateplený není. Přes stěny a výplně otvorů v suterénu dochází k velkému úniku tepla z interiéru do exteriéru. Na snímku je vidět, že spára mezi obvodovou stěnou a přiléhající lodžií není zcela dobře zateplena. Balkón je tedy špatně napojený na obvodové stěny a vzniká zde svislý tepelný most. Dále na termografickém snímku je viditelné kotvení.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	-1,6 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	4,0 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-4,0 °C	0,92	0,0 °C
P0	-0,3 °C	0,92	0,0 °C
P1	-2,4 °C	0,92	0,0 °C
P2	-0,5 °C	0,92	0,0 °C
P3	-2,5 °C	0,92	0,0 °C
P4	-2,2 °C	0,92	0,0 °C
P5	3,0 °C	0,92	0,0 °C
P6	3,7 °C	0,92	0,0 °C
P7	-0,2 °C	0,92	0,0 °C
P8	-1,2 °C	0,92	0,0 °C
P9	0,9 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 36: Body termografického snímku – detail lodžie a suterénu



Obrázek 53: Termografický snímek - detail vstupních dveří



Obrázek 54: Detail vstupních dveří

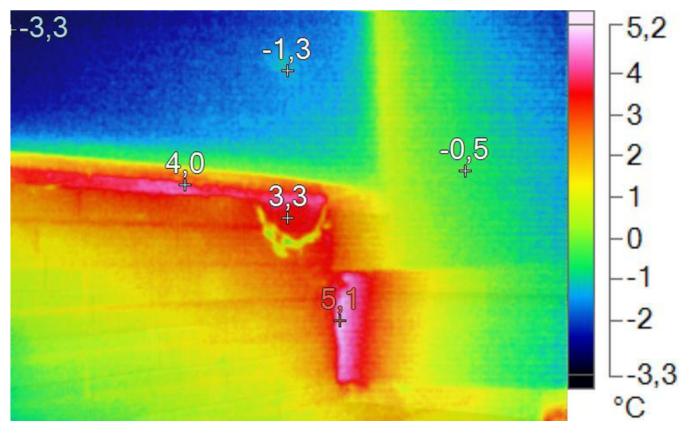
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 16:01:22

Na tomto snímku se nachází detail vstupních dveří na boční fasádě. Je zřejmé, že v koutě dochází k velkému úniku tepla z interiéru do exteriéru. Jedná se o špatné utěsnění spáry mezi stěnou a dveřmi. Tento kout není tedy dostatečně dobře zaizolovaný.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	2,6 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	7,2 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-2,5 °C	0,92	0,0 °C
P0	-0,4 °C	0,92	0,0 °C
P1	-1,8 °C	0,92	0,0 °C
P2	0,6 °C	0,92	0,0 °C
P3	2,0 °C	0,92	0,0 °C
P4	5,9 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 37: Body termografického snímku – detail vstupních dveří



Obrázek 55: Termografický snímek - detail rohu lodžie



Obrázek 56: Detail rohu lodžie

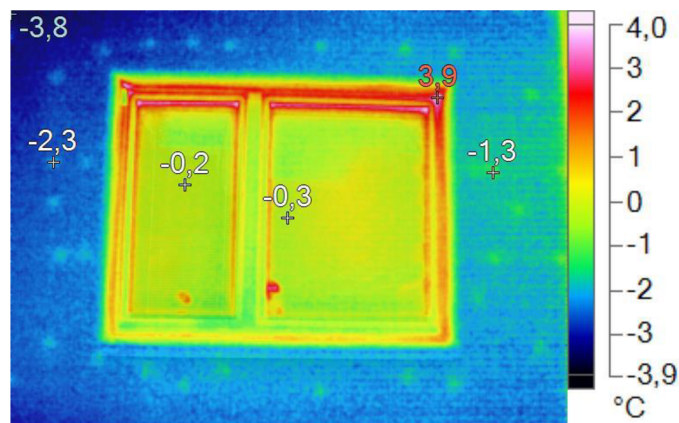
Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 16:01:22

Na tomto snímku se nachází detail rohu lodžie na zadní fasádě objektu. Na snímku je vidět přechod ze zateplené obvodové stěny na nezateplenou obvodovou stěnu suterénu. V tomto místě vzniká svislý tepelný most, přes který dochází k velkému úniku tepla.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	2,6 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	7,2 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-2,5 °C	0,92	0,0 °C
P0	-0,4 °C	0,92	0,0 °C
P1	-1,8 °C	0,92	0,0 °C
P2	0,6 °C	0,92	0,0 °C
P3	2,0 °C	0,92	0,0 °C
P4	5,9 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 38: Body termografického snímku – detail rohu lodžie



Obrázek 57: Termografický snímek - detail plastového okna



Obrázek 58: Detail plastového okna

Termografický snímek byl pořízen: Datum: 05.12.2019 Čas: 15:13:01

Na tomto snímku se nachází detail plastového okna. Okno není dostatečně dobře zaizolováno. K největšímu úniku tepla dochází nad horní hranou plastového okna. Na tomto snímku je také vidět nerovnoměrné rozmístění kotevnických prvků, které pravděpodobně nesplňuje předepsané rozmístění.

Jednotlivé body na termografickém snímku

Název	Teplota [°C]	Emisivita	Teplota pozadí [°C]
Středový bod	-0,3 °C	0,92	0,0 °C
Teplá	3,9 °C	0,92	0,0 °C
Studená	-3,8 °C	0,92	0,0 °C
P0	-0,2 °C	0,92	0,0 °C
P1	-2,3 °C	0,92	0,0 °C
P2	-1,3 °C	0,92	0,0 °C

Tabulka 39: Body termografického snímku – detail plastového okna



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Renata Bidmonová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

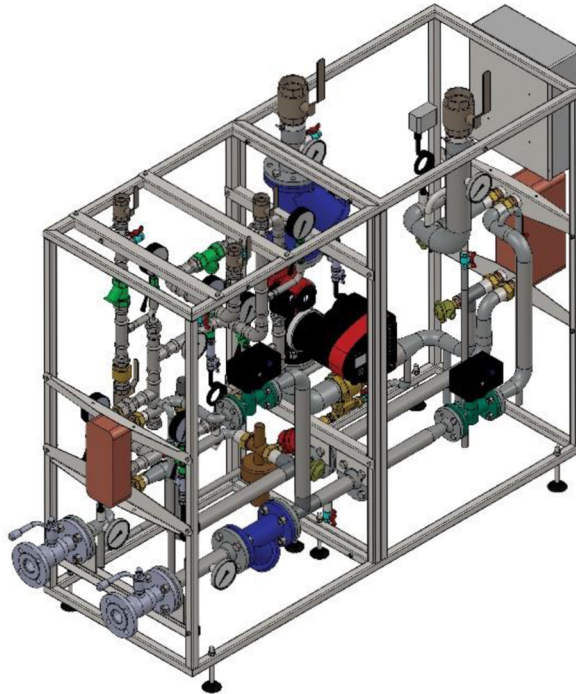
doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

BRNO 2020

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

VÝCHOZÍ STAV – CENTRALIZOVANÉ ZÁSOBOVÁNÍ TEPEM



Účel zpracování: změna dokončené budovy

Zpracovatel: Bc. Renata Bidmonová

Datum: 15. 12. 2019

Evidenční číslo: xxxxx

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Vítkov, Jiráskova 920, 749 01
Katastrální území:	782998
Parcelní číslo:	1410/3
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	Jiří Novotný
Adresa:	Lidická 612 74901 Vítkov
IČ:	
Tel./e-mail:	720 593 123 / novotny.j@seznam.cz

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	2 049,2
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 056,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,52
Celková energeticky vztázná plocha budovy A _e	[m ²]	711,5

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input checked="" type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,raj}$	Splněno		
		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]		
VYP-1 1-EXT OKNO - VÝCHOD	15,0	1,50	-	-	1,00	22,48
VYP-2 1-EXT OKNO - ZÁPAD	29,3	1,50	-	-	1,00	43,88
VYP-3 1-EXT OKNO - SEVER	15,8	1,50	-	-	1,00	23,63
VYP-4 1-EXT OKNO - JIH	13,5	1,50	-	-	1,00	20,25
VYP-6 1-EXT BALKÓNOVÉ DVEŘE - ZÁPAD	11,9	1,50	-	-	1,00	17,82
VYP-7 1-EXT DVEŘE SUTERÉN - SEVER	1,1	1,50	-	-	1,00	1,58
STN-10 1-EXT STĚNA - JIH	106,2	0,56	-	-	1,00	59,46
STN-11 1-EXT STĚNA - VÝCHOD	139,8	0,56	-	-	1,00	78,31
STN-12 1-EXT STĚNA - ZÁPAD	78,1	0,56	-	-	1,00	43,73
STN-13 1-EXT STĚNA - SEVER	140,6	0,56	-	-	1,00	78,72
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	55,11

STN(z)-8 STĚNA - ZÁPAD	1-ZEM	5,0	0,57	-	-	0,38	53,78
STN(z)-9 STĚNA - SEVER	1-ZEM	1,4	0,57	-	-		
PDL(z)-14 PODLAHA NA ZEMINĚ	1-ZEM	81,0	1,90	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		8,74
STN-29 STĚNA 2	1-3	13,1	0,54	-	-	0,33	2,33
PDL-31 STROP	1-3	98,6	1,22	-	-	0,33	39,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	3,69
STR-36 STROP	1-4	170,3	0,50	-	-	0,81	68,62
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	13,72
STN-30 STĚNA 3	1-2	155,3	0,54	-	-	0,11	9,32
VYP-32 Dveře	1-2	24,6	2,00	-	-	0,11	5,47
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	2,00
Celkem		1 100,3	-	-	-	-	652,37

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA ZZ)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{r,j}$	
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,ref,j}$	Splněno			
		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]			(ANO/NE)
VYP-2 OKNO - ZÁPAD	2-EXT	7,2	1,50	-	-	1,00	10,80
VYP-5 VSTUPNÍ DVEŘE - ZÁPAD	2-EXT	5,1	1,50	-	-	1,00	7,72

STN-25 STĚNA - ZÁPAD	2-EXT	24,7	0,56	-	-	1,00	13,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	3,71
PDL(z)-17 PODLAHA NA ZEMINĚ	2-ZEM	31,1	1,90	-	-	0,46	26,43
STN(z)-26 STĚNA - SEVER	2-ZEM	4,8	0,57	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		
VYP-27 Dveře	2-3	4,1	2,00	-	-	0,25	2,02
STN-28 STĚNA 1	2-3	29,0	0,54	-	-	0,25	3,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,82
STR-37 STROP	2-4	29,5	0,50	-	-	0,78	11,54
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	2,31
STN-30 STĚNA 3	2-1	155,3	0,54	-	-	-0,11	-9,32
VYP-32 Dveře	2-1	24,6	2,00	-	-	-0,11	-5,47
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-2,00
Celkem		315,4	-	-	-	-	69,87

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-15 DVEŘE SUTERÉN - VÝCHOD	3-EXT 2,1	1,50	-	-	1,00	3,08

VYP-19 OKNO - VÝCHOD	3-EXT	1,4	1,50	-	-	1,00	2,16
VYP-20 OKNO - JIH	3-EXT	2,9	1,50	-	-	1,00	4,32
STN-22 STĚNA - JIH	3-EXT	28,7	0,56	-	-	1,00	16,08
STN-23 STĚNA - VÝCHOD	3-EXT	25,2	0,56	-	-	1,00	14,12
STN-24 STĚNA - ZÁPAD	3-EXT	10,1	0,56	-	-	1,00	5,65
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	7,04
STN(z)-16 STĚNA - JIH	3-ZEM	7,6	0,57	-	-	0,00	0,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
PDL(z)-18 PODLAHA NA ZEMINĚ	3-ZEM	98,6	1,90	-	-	0,00	0,79
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,04
STN(z)-21 STĚNA - ZÁPAD	3-ZEM	7,3	0,57	-	-	0,00	0,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
VYP-27 Dveře	3-2	4,1	2,00	-	-	-0,25	-2,02
STN-28 STĚNA 1	3-2	29,0	0,54	-	-	-0,25	-3,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-0,82
STN-29 STĚNA 2	3-1	13,1	0,54	-	-	-0,33	-2,33
PDL-31 STROP	3-1	98,6	1,22	-	-	-0,33	-39,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-3,69
Celkem		328,5	-	-	-	-	0,88

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z4)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{r,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,r,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STR-33 4-EXT STŘECHA	199,8	2,02	-	-	1,00	403,60
STN-34 4-EXT STĚNA - ZÁPAD	17,9	2,28	-	-	1,00	40,90
STN-35 4-EXT STĚNA - VÝCHOD	3,5	2,28	-	-	1,00	8,00
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	22,13
STR-36 4-1 STROP	170,3	0,50	-	-	-0,81	-68,62
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-13,72
STR-37 4-2 STROP	29,5	0,50	-	-	-0,78	-11,54
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-2,31
Celkem	421,1	-	-	-	-	378,43

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Bytové jednotky	20,0	1701,1	0,44
zóna 2 - Schodiště	16,0	348,14	0,10

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \sum(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,53	0,38	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE <= 50%	100	35	- / -	87	85
Z2	CZT 1	CZT - OZE <= 50%	100	35	- / -	87	85

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu, ²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,sm}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Ergo-nositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{abu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - odvodní	elektrina			100	0,091	665	493

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Ergo-nositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení η_{RH-gen}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV _{sys} 1	CZT - OZE <= 50%	100	CZT-1 [35]	945.00	CZT-1 [--]	0.0078	0.1733 0.1733 0.1733

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,
²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV 1 (Z1)	CZT 1 - CZT	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Z1	100,0	$P_n = 0,610$	0,027
Zóna 2	Z2	100,0	$P_n = 0,154$ $P_{em} = 0,200$	0,026
Zóna 3	Z3	100,0	$P_n = 0,087$ $P_{em} = 0,200$	0,026
Zóna 4	Z4	100,0	$P_n = 0,201$	0,026

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.		[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	54 843	63 760	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	9 378,8	9 378,8	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	100 814	93 566	0,00	0,00	66,64	33,48	0,00	0,00	16 672	16 768	2 271,6	1 243,9
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	531,80	581,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	582,47	897,80	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	101 346	94 147	0,00	0,00	66,64	33,48	0,00	0,00	17 255	17 666	2 271,6	1 243,9
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztáhnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	142,45	132,33	0,00	0,00	0,09	0,05	0,00	0,00	24,25	24,83	3,19	1,75

c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektrina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektrina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,SC,SYs} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	2 756,37	3,2	3,0	8 820,40	8 269,12
CZT - OZE<=50%	110 333,70	1,1	1,0	121 367,07	110 333,70
Celkem	113 090,07	x	x	130 187,46	118 602,82

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	120 938,68	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		113 090,07		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	169,99		
(9)	Hodnocená budova		158,96		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	139 592,35	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		118 602,82		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	196,21		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		166,71		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	130 187,46
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	11 584,64
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	8,90

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Ekonomická proveditelnost	NE	NE	ANO	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	ANO	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Vzhledem k využití CZT jako hlavního zdroje pro vytápění a přípravu TUV se nejvíce využítí dalších alternativních zdrojů jako ekonomicky výhodné.			
Datum zpracování analýzy	1. 10. 2019			
Zpracovatel analýzy	Bc. Renata Bidmonová			
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			ANO
	energetický posudek je součástí analýzy			ANO
	datum vypracování energetického posudku			1. 10. 2019
	zpracovatel energetického posudku			Bc. Renata Bidmonová

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
OP _s 1 - ZATEPLENÍ	-	12 347,68	12 413,54
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	100,74	12 347,7	12 413,5

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Ekonomická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	V rámci úspor bylo provedeno zateplení podlahy na zemině.			
Datum vypracování doporučených opatření	1. 10. 2019			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Bc. Renata Bidmonová			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	D
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Renata Bidmonová
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	15. 12. 2019
---------------------------	--------------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/ji-ekis/
-----------------	---

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Jiráskova 920, k.ú. 782998, p.č. 1410/3**

PSČ, místo: **749 01, Vítkov**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **1055.97** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.52** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **711.45** m²

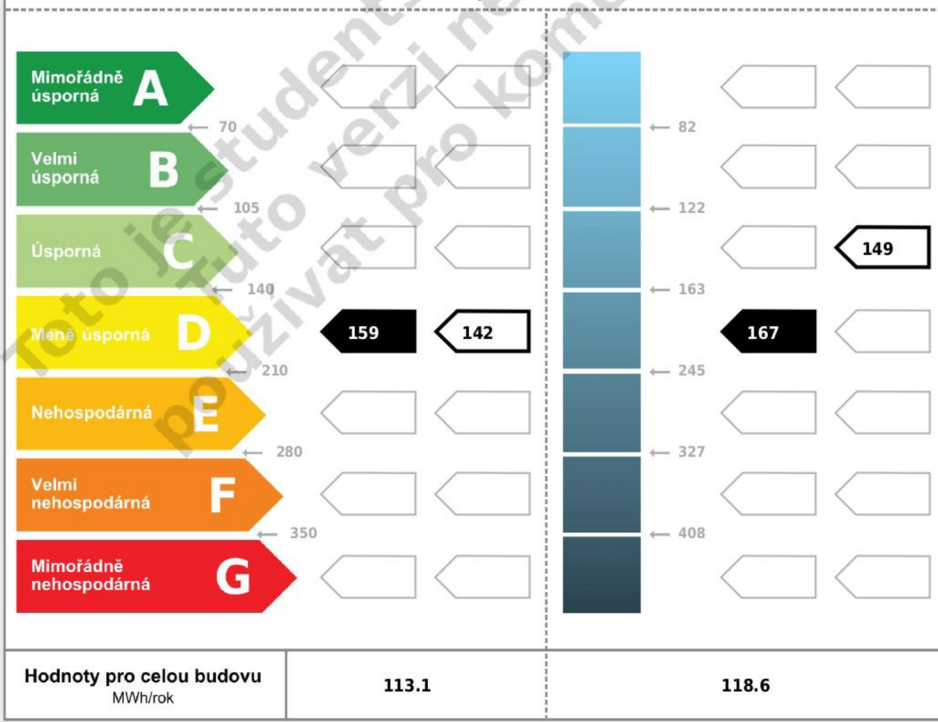


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

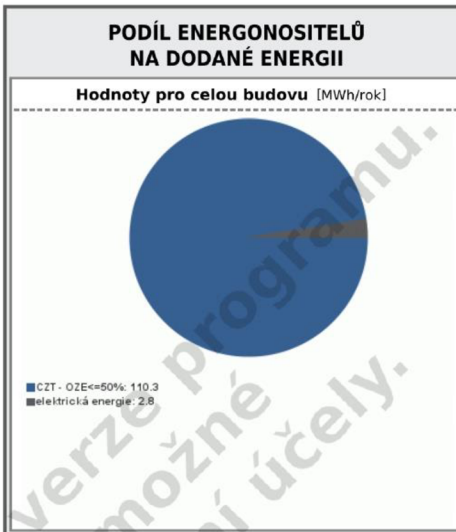
Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ	
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou **Doporučení**



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Díleč dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)
Mimořádně šetrná							
A				0.05	0.05		1.7
B							
C							
D		132	115			24.8	24.8
E	0.53	0.46					
F							
G							
Mimořádně nešetrná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		94.1		0.0		17.7	1.2

Zpracovatel: **Bc. Renata Bidmonová** Osvědčení č.:

Kontakt: **Nedvězí 30, 56992, Nedvězí** Vyhотовeno dne: **15. 12. 2019**

723 853 456 / renatabidmonova@seznam.cz Podpis:

číslo dokumentu:

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

NAVRHOVANÝ STAV – PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL



Účel zpracování: změna dokončené budovy

Zpracovatel: Bc. Renata Bidmonová

Datum: 15. 12. 2019

Evidenční číslo: xxxxx

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Vítkov, Jiráskova 920, 749 01
Katastrální území:	782998
Parcelní číslo:	1410/3
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	Jiří Novotný
Adresa:	Lidická 612 74901 Vítkov
IČ:	
Tel./e-mail:	720 593 123 / novotny.j@seznam.cz

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	2 049,2
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 056,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,52
Celková energeticky vztázná plocha budovy A _e	[m ²]	711,5

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,raj}$	Splněno		
		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]		
VYP-1 1-EXT OKNO - VÝCHOD	15,0	1,50	-	-	1,00	22,48
VYP-2 1-EXT OKNO - ZÁPAD	29,3	1,50	-	-	1,00	43,88
VYP-3 1-EXT OKNO - SEVER	15,8	1,50	-	-	1,00	23,63
VYP-4 1-EXT OKNO - JIH	13,5	1,50	-	-	1,00	20,25
VYP-6 1-EXT BALKÓNOVÉ DVEŘE - ZÁPAD	11,9	1,50	-	-	1,00	17,82
VYP-7 1-EXT DVEŘE SUTERÉN - SEVER	1,1	1,50	-	-	1,00	1,58
STN-10 1-EXT STĚNA - JIH	106,2	0,56	-	-	1,00	59,46
STN-11 1-EXT STĚNA - VÝCHOD	139,8	0,56	-	-	1,00	78,31
STN-12 1-EXT STĚNA - ZÁPAD	78,1	0,56	-	-	1,00	43,73
STN-13 1-EXT STĚNA - SEVER	140,6	0,56	-	-	1,00	78,72
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	55,11

STN(z)-8 STĚNA - ZÁPAD	1-ZEM	5,0	0,57	-	-	0,38	53,78
STN(z)-9 STĚNA - SEVER	1-ZEM	1,4	0,57	-	-		
PDL(z)-14 PODLAHA NA ZEMINĚ	1-ZEM	81,0	1,90	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		8,74
STN-29 STĚNA 2	1-3	13,1	0,54	-	-	0,33	2,33
PDL-31 STROP	1-3	98,6	1,22	-	-	0,33	39,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	3,69
STR-36 STROP	1-4	170,3	0,50	-	-	0,81	68,62
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	13,72
STN-30 STĚNA 3	1-2	155,3	0,54	-	-	0,11	9,32
VYP-32 Dveře	1-2	24,6	2,00	-	-	0,11	5,47
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	2,00
Celkem		1 100,3	-	-	-	-	652,37

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA ZZ)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{r,j}$	
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,ref,j}$	Splněno			
		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]			(ANO/NE)
VYP-2 OKNO - ZÁPAD	2-EXT	7,2	1,50	-	-	1,00	10,80
VYP-5 VSTUPNÍ DVEŘE - ZÁPAD	2-EXT	5,1	1,50	-	-	1,00	7,72

STN-25 STĚNA - ZÁPAD	2-EXT	24,7	0,56	-	-	1,00	13,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	3,71
PDL(z)-17 PODLAHA NA ZEMINĚ	2-ZEM	31,1	1,90	-	-	0,46	26,43
STN(z)-26 STĚNA - SEVER	2-ZEM	4,8	0,57	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		
VYP-27 Dveře	2-3	4,1	2,00	-	-	0,25	2,02
STN-28 STĚNA 1	2-3	29,0	0,54	-	-	0,25	3,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,82
STR-37 STROP	2-4	29,5	0,50	-	-	0,78	11,54
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	2,31
STN-30 STĚNA 3	2-1	155,3	0,54	-	-	-0,11	-9,32
VYP-32 Dveře	2-1	24,6	2,00	-	-	-0,11	-5,47
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-2,00
Celkem		315,4	-	-	-	-	69,87

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,ref,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-15 DVEŘE SUTERÉN - VÝCHOD	3-EXT 2,1	1,50	-	-	1,00	3,08

VYP-19 OKNO - VÝCHOD	3-EXT	1,4	1,50	-	-	1,00	2,16
VYP-20 OKNO - JIH	3-EXT	2,9	1,50	-	-	1,00	4,32
STN-22 STĚNA - JIH	3-EXT	28,7	0,56	-	-	1,00	16,08
STN-23 STĚNA - VÝCHOD	3-EXT	25,2	0,56	-	-	1,00	14,12
STN-24 STĚNA - ZÁPAD	3-EXT	10,1	0,56	-	-	1,00	5,65
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	7,04
STN(z)-16 STĚNA - JIH	3-ZEM	7,6	0,57	-	-	0,00	0,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
PDL(z)-18 PODLAHA NA ZEMINĚ	3-ZEM	98,6	1,90	-	-	0,00	0,79
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,04
STN(z)-21 STĚNA - ZÁPAD	3-ZEM	7,3	0,57	-	-	0,00	0,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
VYP-27 Dveře	3-2	4,1	2,00	-	-	-0,25	-2,02
STN-28 STĚNA 1	3-2	29,0	0,54	-	-	-0,25	-3,86
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-0,82
STN-29 STĚNA 2	3-1	13,1	0,54	-	-	-0,33	-2,33
PDL-31 STROP	3-1	98,6	1,22	-	-	-0,33	-39,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-3,69
Celkem		328,5	-	-	-	-	0,88

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z4)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{r,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,r,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STR-33 4-EXT STŘECHA	199,8	2,02	-	-	1,00	403,60
STN-34 4-EXT STĚNA - ZÁPAD	17,9	2,28	-	-	1,00	40,90
STN-35 4-EXT STĚNA - VÝCHOD	3,5	2,28	-	-	1,00	8,00
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	22,13
STR-36 4-1 STROP	170,3	0,50	-	-	-0,81	-68,62
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-13,72
STR-37 4-2 STROP	29,5	0,50	-	-	-0,78	-11,54
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-2,31
Celkem	421,1	-	-	-	-	378,43

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Bytové jednotky	20,0	1701,1	0,44
zóna 2 - Schodiště	16,0	348,14	0,10

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \sum(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,53	0,38	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	K 1	zemní plyn	100	35	98 / -	87	85
Z2	K 1	zemní plyn	100	35	98 / -	87	85

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla nebo $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla nebo $\eta_{H,gen,m} / COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	K 1 - Plynový kondenzační kotel	98	80	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,sm}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Ergo-nositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{abu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m³/h]	[Ws/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - odvodní	elektrina			100	0,091	665	493

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Ergo-nositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{(2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztahovaná k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,sl}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztahovaná k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(liden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV _{sys} 1	zemní plyn	100	K-1 [35]	945.00	K-1 [98/-]	0.0078	0.1733 0.1733 0.1733

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,
²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV 1 (Z1)	K 1 - Plynový kondenzační kotel	98	85	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Z1	100,0	$P_n = 0,610$	0,027
Zóna 2	Z2	100,0	$P_n = 0,154$ $P_{em} = 0,200$	0,026
Zóna 3	Z3	100,0	$P_n = 0,087$ $P_{em} = 0,200$	0,026
Zóna 4	Z4	100,0	$P_n = 0,201$	0,026

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_w	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.		[kWh/rok]	Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	54 842	63 756	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	9 378,8	9 378,8	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	100 812	87 974	0,00	0,00	66,64	33,48	0,00	0,00	16 672	15 767	2 271,6	1 243,9
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	701,47	807,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	278,62	475,13	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	101 514	88 782	0,00	0,00	66,64	33,48	0,00	0,00	16 951	16 242	2 271,6	1 243,9
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztáhnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	142,69	124,79	0,00	0,00	0,09	0,05	0,00	0,00	23,83	22,83	3,19	1,75

c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektrina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektrina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,SC,SY5} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	2 559,84	3,2	3,0	8 191,50	7 679,53
zemní plyn	103 741,41	1,1	1,1	114 115,55	114 115,55
Celkem	106 301,25	x	x	122 307,05	121 795,08

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	120 802,79	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		106 301,25		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	169,80		
(9)	Hodnocená budova		149,41		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	139 187,94	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		121 795,08		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	195,64		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		171,19		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	122 307,05
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	511,97
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	0,42

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Ekonomická proveditelnost	ANO	NE	NE	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Ze všech možných variant instalace alternativních systémů byla vybrána možnost instalace solární soustavy pro přípravu TV. V rámci návrhu bude provedena instalace solární soustavy. Soustava bude obsahovat 6 plochých solárních kolektorů, které budou napojeny na zásobník vody o objemu 945 litrů. Solární kolektory budou pokrývat přibližně 1/3 dílčí dodané energie. Soustava bude upevněna na střeše na východní či západní straně se sklonem 3°. Jedná se o sluneční kolektory KPS1. Odhad nákladů na realizaci včetně práce činí přibližně 75 000 Kč. Roční finanční úspory činí přibližně 6 651 Kč. Prosta doba návratnosti je přibližně 12 let. Ostatní systémy nejsou z technických, ekonomických či ekologických důvodů v daném objektu vhodné k instalaci.			
Datum zpracování analýzy	1. 10. 2019			
Zpracovatel analýzy	Bc. Renata Bidmonová			
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			ANO
	energetický posudek je součástí analýzy			ANO
	datum vypracování energetického posudku			1. 10. 2019
	zpracovatel energetického posudku			Bc. Renata Bidmonová

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
OP _s 1 - ZATEPLENÍ	-	11 612,02	12 835,77
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	94,69	11 612,0	12 835,8

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Ekonomická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	V rámci úspor bylo provedeno zateplení podlahy na zemině.			
Datum vypracování doporučených opatření	1. 10. 2019			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Bc. Renata Bidmonová			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	D
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Renata Bidmonová
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	15. 12. 2019
---------------------------	--------------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/ji-ekis/
-----------------	---

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Jiráskova 920, k.ú. 782998, p.č. 1410/3**

PSČ, místo: **749 01, Vítkov**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **1055.97** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.52** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **711.45** m²

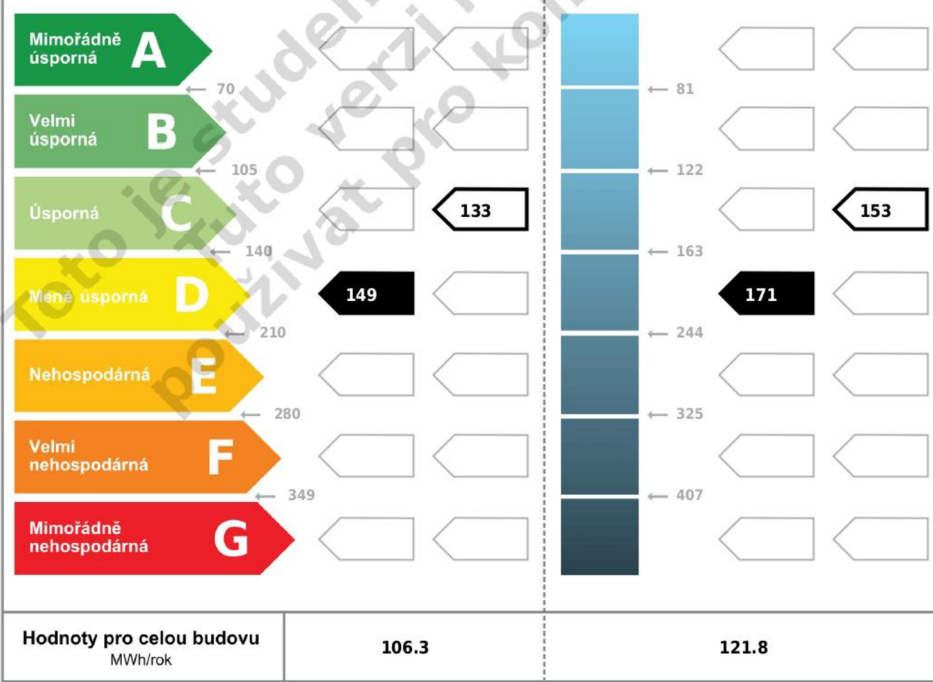


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

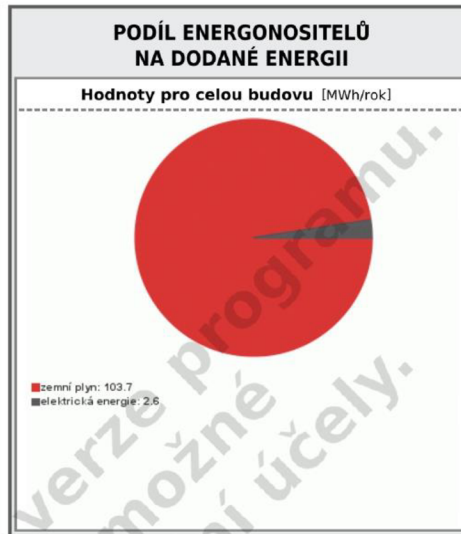
Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ	
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou **Doporučení**



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Díleč dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)
Mimořádně hospodárná							
A							
B				0.05	0.05		1.7
C		108				22.8	22.8
D		125					
E	0.53	0.46					
F							
G							
Mimořádně nevhospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		88.8		0.0		16.2	1.2

Zpracovatel: **Bc. Renata Bidmonová** Osvědčení č.:

Kontakt: **Nedvězí 30, 56992, Nedvězí** Vyhотовeno dne: **15. 12. 2019**

723 853 456 / renatabidmonova@seznam.cz Podpis:

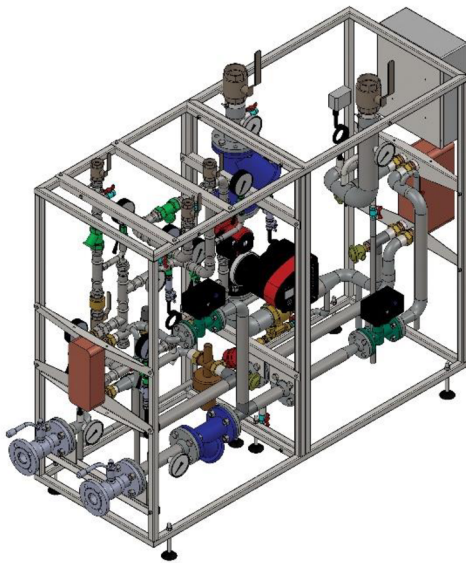
číslo dokumentu:

ENERGETICKÝ POSUDEK

Dle vyhlášky č. 480/2012 Sb. § 9a, ods. 2 b)

Předmět energetického posudku:

Odpojení objektu od CZT a nahrazení plynovým kondenzačním kotlem



Obchodní název společnosti

Energetické hodnocení budov s.r.o.

Česká 151/16

602 00 Brno

Tel.: 602 532 741

Datum vypracování: 15. 12. 2019

Energetický specialista: Bc. Renata Bidmonová

Číslo oprávnění: xxx

Evidenční číslo energetického posudku: xxx.x

Podpis, razítko:

C.1. Účel zpracování energetického posudku dle § 9a, odst. 2 b) zákona č. 406/2000 Sb.

Cílem energetického posudku je hodnocení zdroje tepla pro stávající stavbu bytového domu. Jedná se o dvě varianty zdroje tepla. Ve stávajícím stav se jedná o napojení bytového domu na CZT. V nové variantě se jedná o instalaci nového plynového kondenzačního kotle. Rozhodujícími kritérii pro výběr vhodného zdroje tepla jsou v rámci posudku tato:

1. Hodnota provozních nákladů s ohledem na pořizovací cenu,
2. produkce emisí.

C.2. Identifikační údaje

Vlastník předmětu energetického posudku

Jiří Novotný

Lidická 612

749 01 Vítkov

Tel.: 720 593 123

Email: novotny.j@seznam.cz

C.2.1. Údaje o předmětu energetického posudku

Změna dokončené stavby

Jiráskova 920

749 01 Vítkov

Katastrální území Vítkov [782998]

Kód obce 511021

Parcela číslo 1410/3

C.3. Zjištění energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

C.3.1. Charakteristika budovy

C.3.1.1 Popis budovy

Jedná se o bytový dům postavený kolem roku 1980. Bytový dům se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Objekt má tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V budově se nachází sedm bytů. Obytná část má čtvercový půdorys o rozměrech 15,6 x 13,5 m. V podzemním podlaží se nachází jeden byt, schodiště a společné nevytápěné prostory. V nadzemních podlažích se nacházejí jednotlivé byty, vždy dva byty na jednom podlaží. Hlavní vstup do budovy je orientovaný na západ. Další vstup je orientovaný na východ.

Obvodové zdivo je z betonových panelů, mezi které je vložena tepelná izolace z polystyrenu. Stropy jsou navrženy jako keramické stropní panely.

Dům je vytápěný pomocí otopných těles, otopná soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody. Zdrojem tepla pro vytápění a přípravu TV je CZT. Ohřev vody probíhá v zásobníkovém ohřivači. V objektu jsou instalovány ventilátory. Ventilátory jsou umístěny na toaletách a slouží pouze k odtahu vzduchu.

- | | |
|---|------------------------------------|
| • Objem budovy | $V = 2\,049,2\text{ m}^3$ |
| • Celková plocha obálky | $A = 1\,056\text{ m}^2$ |
| • Objemový faktor tvaru budovy | $A/V = 0,52\text{ m}^2/\text{m}^3$ |
| • Celková energeticky vztažná plocha vytápěných prostor | $A_c = 711,5\text{ m}^2$ |
| • Čistá podlahová plocha celého objektu | $A_{f,int} = 873,59\text{ m}^2$ |

C.3.1.2 Situační plán

Klimatické podmínky

Místo: Jiráskova 920

Vítkov 749 01

Katastrální území Vítkov [782998]

Kód obce 511021

Parcela číslo 1410/3

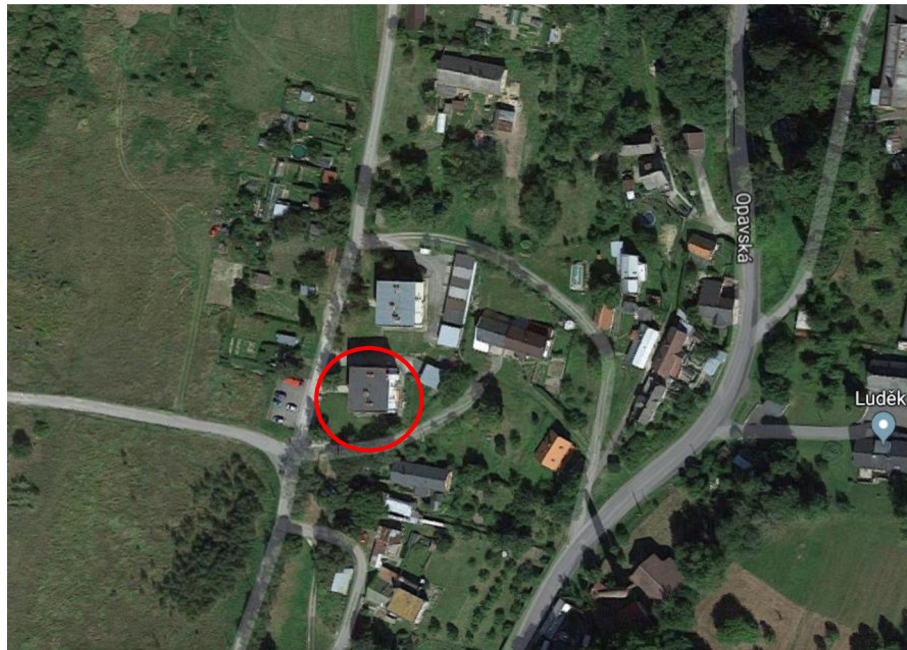
Nadmořská výška objektu: 480 m. n. m.

Venkovní výpočtová teplota pro zimní období: $-16\text{ }^\circ\text{C}$

Průměrná venkovní teplota v topné sezóně: $4,2\text{ }^\circ\text{C}$

Průměrný počet dní v topné sezóně: 245 dní

Satelitní mapa Vítkov



Obrázek 59: Satelitní mapa Vítkov

Katastrální mapa bytového domu



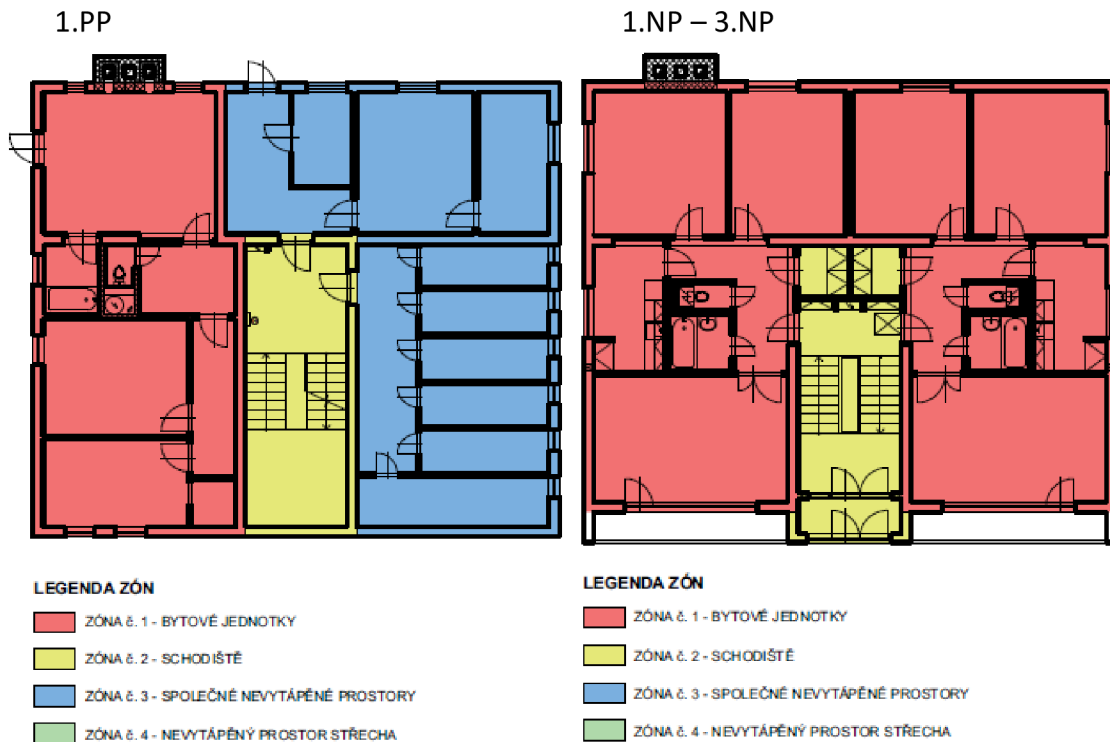
Obrázek 60: Katastrální mapa bytového domu

C.3.1.3 Rozdělení do zón

Objekt je rozdělen do čtyř zón. Pro každou zónu je předdefinovaný profil užívání zóny. Systémovou hranici zóny tvoří obvykle povrch konstrukcí, které souvisle obaluje objem zóny. U konstrukce přiléhající k terénu je systémová hranice zón vedena po vnějším povrchu poslední vrstvy započítávané do tepelného odporu konstrukce, obvykle se jedná o vnější povrch hydroizolace. Pro určení hranice mezi vnitřní zónou s upravovaným prostředím a temperovanou zónou je použit vnější rozměr směrem k temperované zóně. V případě vertikálního rozměru zóny platí horní hrana konstrukce stropu bez ohledu na tloušťku skladby podlahy v případě vnitřní konstrukce.

- Zóna č. 1: Bytové jednotky. Jedná se o vytápěnou zónu na 20 °C, která prochází všemi podlažími. Provoz zóny je definován 24 hodin denně po dobu 365 dní v roce.
- Zóna č. 2: Schodiště. Tato zóna je ve výpočtech uvažovaná jako temperovaná na 16 °C. Na schodišti je uvažováno s vytápěním. Schodiště prochází všemi podlažími. Provoz zóny je definován 24 hodin denně po dobu 365 dní v roce.
- Zóna č. 3: Společné nevytápěné prostory.
- Zóna č. 4: Nevytápěný prostor střechy.

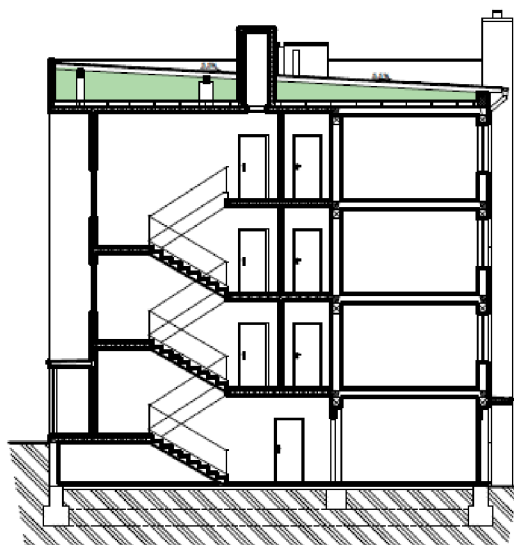
Vyznačení jednotlivých zón:



Obrázek 61: Vyznačení jednotlivých zón v 1.PP

Obrázek 62: Vyznačení jednotlivých zón v 1.NP - 3.NP

ŘEZ



LEGENDA ZÓN

- ZÓNA č. 1 - BYTOVÉ JEDNOTKY
- ZÓNA č. 2 - SCHODIŠTĚ
- ZÓNA č. 3 - SPOLEČNÉ NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY
- ZÓNA č. 4 - NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR STŘECHA

Obrázek 63: Vyznačení jednotlivých zón v řezu

C.3.1.4 Obvodové konstrukce

Stěny

Obvodové a vnitřní nosné zdivo je z betonových panelů. Jedná se 150 mm prostého betonu + 70 mm polystyren + 80 mm prostého betonu. Vnitřní nenosné zdivo se skládá z plných cihel P10 na MVC 10 nebo z tvárnic YTONG tl. 100 mm na tenkovrstvé lepidlo.

OBVODOVÁ STĚNA

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	R _{si} [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,168	0,1	0,561
2	POLYSTYREN	0,07	0,05	1,556	R _{se} [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0,04			
U= 0,561 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U= 0,561 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 40: Obvodová stěna

OBVODOVÁ STĚNA – POD ZEMINOU

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,128	0,1	0,570
2	POLYSTYREN	0,07	0,045	1,556	Rse [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0			
U = 0,57 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U = 0,57 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 41: Obvodová stěna - pod zemínou

VNITŘNÍ STĚNA MEZI ZÓNAMI

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	2,258	0,1	0,543
2	POLYSTYREN	0,07	0,045	1,556	Rse [m ² .K/W]			
3	BETON CIHLOVÝ	0,08	0,52	0,154	0,13			
U = 0,543 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,75 W/m².K => VYHOVUJE								
U = 0,543 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,5 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 42: Vnitřní stěna mezi zónami

ŠTÍTOVÁ STĚNA

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	BETON CIHLOVÝ	0,15	0,52	0,288	0,13	0,458	0,1	2,281
					Rse [m ² .K/W]			
					0,04			
U = 2,281 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U = 2,281 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,25 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 43: Štítová stěna

Stropy

Stropy jsou tvořeny keramickými stropními panely tl. 215 mm a jsou tepelně izolované plynosilikátem tl. 50 mm.

STROP NAD 1.PP

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tbk,j}$	U [W/m ² .K]
1	PVC	0,005	0,18	0,028	0,17	0,891	0,1	1,222
2	PLYNOSILIKÁT	0,05	0,2	0,250				
3	KERAM. STROPNÍ PANELE	0,215	0,82	0,262	Rse [m ² .K/W]			
4	VNITŘNÍ OMÍTKA	0,01	0,88	0,011	0,17			
U = 1,222 W/m².K ≤ U_{N,20} = 0,6 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U = 1,222 W/m².K ≤ U_{rec,20} = 0,4 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 44: Strop nad 1.PP

Podlahy

Podlaha na terénu se skládá prostého betonu 70 mm, cementového potěru 70 mm, hydroizolace SKLOBIT, prostého betonu 70 mm, cementového potěru 20 mm a nášlapné vrstvy. Nášlapnou vrstvu tvoří PVC nebo keramická dlažba. Nášlapná vrstva společných nevytápěných prostor je betonová mazanina.

PODLAHA NA ZEMINĚ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tk,j}$	U [W/m ² .K]
1	PVC	0,004	0,18	0,022	0,17	0,555	0,1	1,903
2	CEMENTOVÝ POTĚR	0,02	1,23	0,016				
3	PROSTÝ BETON	0,07	0,52	0,135				
4	HI - SKLOBIT	0,004	0,2	0,020				
5	CEMENTOVÝ POTĚR	0,07	1,23	0,057	Rse [m ² .K/W]	0		
6	PROSTÝ BETON	0,07	0,52	0,135				
7	NÁSYP							
8	PŮVODNÍ TERÉN							
U= 1,903 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,45 W/m².K => NEVYHOVUJE								
U= 1,903 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,3 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 45: Podlaha na zemině

Střecha

Střecha se skládá ze dvou pláštěů, mezi kterými se nachází podstřešní prostor. Tento půdní prostor je definovaný jako samostatná zóna číslo 4. Dolní plášť střechy je tvořen keramickými stropními panely tl. 215 mm, vyrovnávacím cementovým potěrem tl. 20 mm, plynosilikátem 150 mm a skelnou rohoží 50 mm. Horní plášť střechy je tvořen pouze bedněním a asfaltovými pásy.

STĚCHA DOLNÍ PLÁŠŤ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	Rsi [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tk,j}$	U [W/m ² .K]
1	SKELNÁ ROHOŽ	0,05	0,04	1,250	0,1	2,495	0,1	0,501
2	PLYNOSILIKÁT	0,15	0,2	0,750	Rse [m ² .K/W]			
3	VYROVNÁVACÍ CEMEN. POTĚ	0,02	1,3	0,015				
4	KERAM. STROPNÍ PANELE	0,215	0,82	0,262				
5	VNITŘNÍ OMÍTKA	0,015	0,88	0,017	0,1			
U= 0,501 W/m².K ≤ U_{N,20}= 0,6W/m².K => VYHOVUJE								
U= 0,501 W/m².K ≤ U_{rec,20}= 0,4 W/m².K => NEVYHOVUJE								

Tabulka 46: Střecha dolní plášť

STŘECHA HORNÍ PLÁŠŤ

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]	R _{si} [m ² .K/W]	ΣR [m ² .K/W]	$\Delta U_{tk,j}$	U [W/m ² .K]
1	HI-ASFALTOVÉ PÁSY	0,025	0,2	0,125	0,1	0,520	0,1	2,023
2	BEDNĚNÍ	0,025	0,098	0,255	R_{se} [m ² .K/W]			
					0,04			
U = 2,023 W/m².K ≤ U_{N,20} = BEZ POŽADAVKU W/m².K								
U = 2,023 W/m².K ≤ U_{rec,20} = BEZ POŽADAVKU W/m².K								

Tabulka 47: Střecha horní plášť

Výplně otvorů

Okna jsou plastová s dvojsklem. Vchodové dveře jsou také plastové. Hodnota součinitele prostupu tepla oken a vchodových dveří je 1,5 W/[m².K].

C.3.2. Popis stávajícího stavu

C.3.2.1 Technické zařízení budovy

Vytápění

Systém vytápění je totožný pro obě uvažované varianty. Jednotlivé varianty se liší ve zdroji tepla. Ve výchozím stavu se nachází CZT. V navrhované variantě se nachází nový plynový kondenzační kotel.

Otopná soustava je navržena jako nízkoteplotní s teplotním spádem 55/45 °C. Soustava je uzavíratelná, dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody. Jako distribuční prvek se v objektu nachází desková otopná tělesa osazená termostatickými hlavicemi. Posouzení vhodnosti zdroje tepla jednotlivých variant je předmětem tohoto posudku.

Příprava TV

Ohřev teplé vody je zajištěný pomocí zásobníkového ohřivače. Objem zásobníku je 945 l. Integrovaný trojcestný ventil přepíná mezi otopnou soustavou a zásobníkovým ohřivačem. Voda je ohřívána na teplotu 55 °C. Po dosažení teploty 55 °C je voda přesměrována do otopné soustavy. Při poklesu teploty v zásobníku pod 50 °C je zahájen ohřev teplé vody. V objektu se nachází cirkulace.

Větrání

Větrání objektu je přirozené, tedy okny. Na všech toaletách se nacházejí odtahové ventilátory. Jednotlivé ventilátory mají příkon 13 W a jmenovitý objemový průtok 95 m³/h. V daném objektu se nachází 7 ventilátorů, v každém bytě jeden.



Obrázek 64: Axiální ventilátor, [62]

Osvětlení

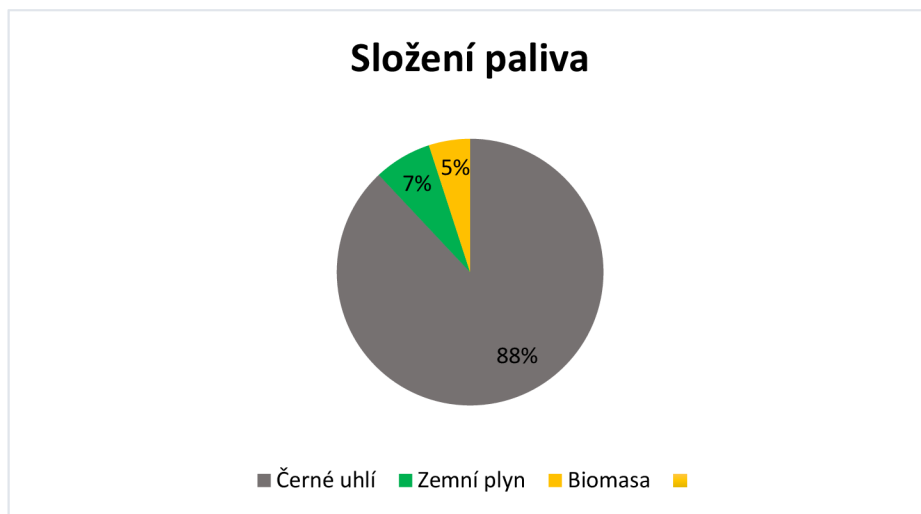
Objekt je napojen na elektrickou přípojku. Osvětlení je zajištěno LED svítidly v bytových jednotkách. Na schodišti a ve společných nevytápěných prostorech pomocí halogenových žárovek.

Popis zdroje

CZT – centralizované zásobování teplem.

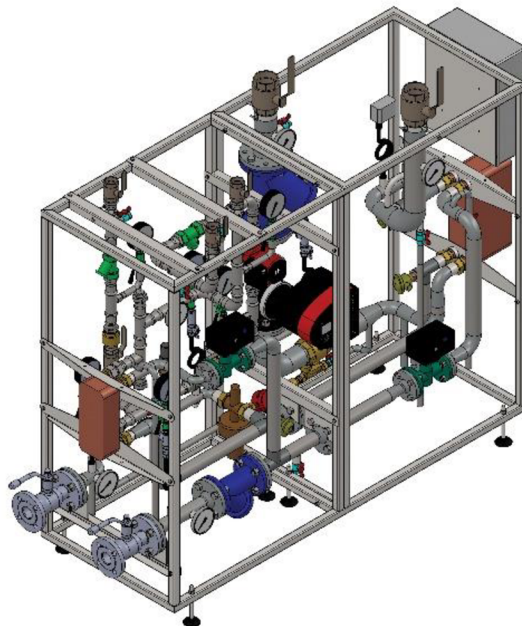
Teplo je dodáváno z teplárny v blízkosti objektu. Objekt se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Cena za dodané teplo činí 629,9 Kč/GJ. Palivo v dané teplárně je složeno z méně než 50 % obnovitelných zdrojů energie. Předávací stanice je umístěna v kotelně v 1.PP. Předávací stanice je napojena na stávající otopnou soustavu.

Byl zjištěn v rámci průzkumu energetický mix teplárny.



Graf 16: Složení paliva teplárny

Na obrázku je uveden 3D model předávací stanice.



Obrázek 65: 3D model předávací stanice, [59]

Technické parametry	
Jmenovitá účinnost předávací stanice	95 %
Maximální tepelný výkon předávací stanice	35 kW
Měření dodávaného tepla z CZT	na patě objektu
Sezónní účinnost zdroje přeměny vstupní energie na teplo	95 %
Typ regulace předávací stanice	automatická
Činitel regulace předávací stanice	0,97
Výsledná sezónní účinnost předání tepla	92,15 %

Tabulka 48: Technické parametry předávací stanice

Výhody

- Cena tepla je konečná cena, s odběrem nejsou spojeny žádné další výdaje,
- odběr tepla je zajištěn 24 hodin denně,
- absolutním snížením množství znečišťujících látek centralizací a následným čištěním vypouštěných produktů spalování s předpokladem lepšího monitoringu výstupních emisí,
- u propojených soustav CZT s více zdroji zajištění zálohování při výpadku jednoho zdroje.

Nevýhody

- Palivová základna CZT v dané lokalitě,
- náklady na provoz a údržbu zvyšují cenu tepla pro konečné zákazníky,
- odpojením zákazníka ze soustavy rostou fixní náklady pro zbývající odběratele,
- náklady na provoz sítí a jejich ztráty nemůže zákazník ovlivnit,
- problém při havárii, při poruše zdroje tepla nebo havárii tepelné sítě odříznuti všichni zákazníci od dodávek tepla a horké vody.

Zásobník TV

Teplá voda je připravována v externím nepřímotopném zásobníku Therm OKC 1000 NTR/BP. Stacionární zásobník teplé vody s boční přírubou a jedním výměníkem, který je vhodný k mnoha různým zdrojům tepla.



Obrázek 66: Therm OKC 1000 NTR/BP, [61]

Kontrola objemu stávajícího zásobníkového ohřivače vody dle odběrové špičky:

Objem zásobníkového ohřivače

$$V_z = q_{TV,max} \cdot n \cdot k_{TV} \cdot \psi$$

Kde: $q_{TV,max}$ – je maximální specifická potřeba teplé vody na osobu a den, pro bytové domy 60 [l/(osoba . den)],

n – počet osob, pro které je ohřivač nebo zásobník určen, $n = 26$ osob,

k_{TV} – součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody [den],

ψ – součinitel mrtvého prostoru [-], stojatý zásobníkový ohřivač bez mrtvého prostoru $\psi = 1,15$.

Doba ohřevu vody v ohřivači z [h]	k_{TV}
0,5	0,21
1	0,22
2	0,34
3	0,45

Tabulka 49: Doba ohřevu vody v zásobníku z [h], [21]

Výkon topné vložky zásobníku

$$P_z = (V_z \cdot c \cdot \Delta t) / (z \cdot 3600) + q_c$$

Kde: V_z – objem zásobníkového ohřivače [l],

c – měrná tepelná kapacita vody [kJ/(kg.K)], $c = 4,2$ [kJ/(kg.K)],

Δt – rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody [K], $\Delta t = 50 - 10$ K,

z – doba ohřevu vody v ohřivači [h],

q_c – tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody [kW], $q_c = 300$ W.

Výpočet

Doba ohřevu z [h]	Součinitel k_{TV} [-]	Objem zásobníku V_z [l]	Potřebný topný výkon [kW]
0,5	0,21	376,74	35,46
1	0,22	394,68	18,72
2	0,34	609,96	14,53
3	0,45	807,30	12,86

Tabulka 50: Výpočet objemu zásobníku a potřebného topného výkonu pro jednotlivé doby dohřevu [h]

⇒ **Návrh = Therm OKC 1000 NTR/BP, objem 945 l.**

Technické parametry	
Typ	Therm OKC 1000 NTR/BP
Objem	945 l
Třída energetické účinnosti	C
Výška zásobníku	2050 mm
Průměr zásobníku	1010 mm
Statická ztráta	140 W

Tabulka 51: Technické parametry stacionárního zásobníku teplé vody

C.3.3. Posouzení návrhu nového zdroje tepla

C.3.3.1 Technické zařízení budovy – plynový kondenzační kotel

Popis zdroje

Zdrojem tepla pro vytápění i přípravu TV byl zvolen plynový kondenzační kotel Thermona THERM 35 KDZ. Tepelný výkon kotle se pohybuje v rozmezí 3,4 – 37,0 kW. Při vysoké účinnosti procesu spalování a kondenzace přináší maximální úsporu plynu v objektech s větší tepelnou potřebou. Pod kotel lze osadit trojcestný ventil, který umožňuje řešit ohřev vody v nepřímoohřívaném zásobníku. Stávající systém CZT bude demontován.



Obrázek 67: Thermona THERM 35 KDZ, [60]

Technické parametry	
Třída sezónní energetické účinnosti topení	A
Maximální tepelný příkon	35 kW
Minimální a maximální tepelný výkon na vytápění	3,4 – 37,0 kW
Účinnost kotle	98 %
Maximální výstupní teplota otopné vody	80 °C
Palivo	zemní plyn
Průměr kouřovodu	60/100, 80/125, 2x80 mm
Rozměry (v/š/h)	725/430/280 mm
Hmotnost kotle	28 kg

Tabulka 52: Technické parametry plynového kondenzačního kotle

Výhody

- Nezávislost, spotřebitel si sám ovládá zdroj tepla,
- energetický úsporný režim,
- šetrnost k životnímu prostředí,
- poměrně rychlá finanční návratnost investice,
- jednoduché instalace,
- instalace kotle bez nutnosti výstavby zděného komínu,
- odpadá starost o zajišťování a dovoz paliva,
- plynulá regulace výkonu,
- tichý provoz,
- čistě plně automatický provoz,
- malé rozměry,
- snadná obsluha.

Nevýhody

- Dodatečné náklady na revize, kontroly, odborní prohlídky,
- náklady na opravy a údržbu zařízení,
- nutnost vybudování plynové přípojky,
- náročnější údržba než u CZT.

Součástí instalace zdroje tepla bude vybudování nového komínového tělesa. Jedná se o nerezový třísložkový komín. Třísložkový komínový průduch tvoří potrubí z nerezové oceli obalené tepelnou izolací a vnější nosný plášť z nerezové oceli. Tento typ komínu je vhodný u staveb, kde je nutné vybudovat další komín a postavení zděného nebo keramického komínu je možné jen s velkými omezeními prostorové dispozice.

Byl navržen komín Schiedel KeraStar.

Komín Schiedel KeraStar nevyžaduje dodatečné opláštění.

Technické parametry	
Průměr komínových dílů	200 mm
Tepelná izolace	60 mm
Záruka	30 let
Pořizovací cena včetně práce	30 000 Kč

Tabulka 53: Technické parametry komínu

V tabulce se nachází rozpočet výměny zdroje tepla.

Požizovací náklady	
Plynový kondenzační kotel	50 000 Kč
Ekvitermní set	2 600 Kč
Potrubní oddělovač	10 000 Kč
Zapojení kotle, revize, napuštění, vypuštění	10 000 Kč
Odkouření včetně práce	5 000 Kč
Komín po fasádě – třísložkový	30 000 Kč
Rozdělovač a sběrač, včetně oběhových čerpadel a armatur	40 000 Kč
HVDT	2 500 Kč
Expanzní nádoba 25 l	2 000 Kč
Práce za instalaci kotle	15 000 Kč
Celkem	167 100 Kč

Tabulka 54: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny

C.3.4. Posouzení technické proveditelnosti

Výchozí stav – centralizované zásobování teplem

V blízkosti objektu se musí nacházet tepelná síť s tepelným zdrojem. Posuzovaný objekt je napojený na teplárnu v blízkosti dané oblasti.

Navrhovaný stav – plynový kondenzační kotel

Technicky je možné odstavit stávající zdroj tepla a připojit plynový kondenzační kotel. V rámci instalace nového zdroje tepla je třeba provést tyto úpravy:

- Vybudování nového komínu po fasádě,
- zajištění odkouření,
- zajištění odvodu kondenzátu, odtok kondenzátu musí být zakončen výtokem, který je umístěný nad kalichem se zápachovou uzávěrkou,
- materiál kondenzačního potrubí musí být odolný vůči nízkému pH.

C.3.5. Posouzení ekonomické proveditelnosti

Ekonomické posouzení bylo vyhodnoceno na základě čisté současné hodnoty (NPV), reálné doby návratnosti (T_{sd}) a vnitřního výnosového procenta (IRR). Při výpočtu je použita hodnota diskontu 1,04 %. Životnost instalovaných zařízení je 20 let dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Ve výpočtu uvažuji, že v daném objektu se nachází přípojka plynu, která se používala již dříve na vaření.

Ve výchozím stavu je uvažováno s vypočtenou spotřebou energie na vytápění 93,566 MWh/r, na přípravu teplé vody 16,768 MWh/r, na větrání 0,0335 MWh/r a na osvětlení 1,244 MWh/r. Pomocná energie na vytápění je 581,22 kWh/r a na přípravu teplé vody 897,8 kWh/r.

V tabulce se nachází celková spotřeba a náklady na energii.

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Energie	113,09 MWh/r	106,30 MWh/r	-6,79 MWh/r
Náklady	262,90 tis.Kč/r	137,33 tis.Kč/r	-125,57 tis.Kč/r

Tabulka 55: Celková spotřeba a náklady na energii

V tabulce jsou uvedeny ceny energií, ze kterých vychází energetický posudek.

Ceny energií		
CZT	629,9	[Kč/GJ]
Zemní plyn	1,21	[Kč/kWh]
Elektrická energie	jednotarifová sazba	4,609 [Kč/kWh]
	dvoutarifová sazba	3,61/2,81 [Kč/kWh]

Tabulka 56: Ceny uvažovaných energií

V tabulce jsou uvedeny ceny za servisní práce, ze kterých vychází energetický posudek.

Servisní práce	Cena [Kč]	Četnost
Čistění a seřizování kondenzačního kotle	1300	1 x za rok
Čištění komína	300	3 x za rok
Kontroly a revize	Cena [Kč]	Četnost
Kontrola komína	300	1 x za rok
Revize kotle	1500	1 x za 3 roky
Suma ročních nákladů	2200	Kč/ rok

Tabulka 57: Ceny za servisní práce

V tabulce se nachází ekonomické vyhodnocení, které je předmětem energetického posudku.

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	Kč	-	-125 574
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč	-	-
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	167 100
z toho:		-	-
Náklady na přípravu projektu	Kč	-	3 342
Náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	163 758
Náklady na přípojky	Kč	-	-
Provozní náklady celkem	Kč/rok	262 899	137 325
z toho:		-	-
Náklady na energii	Kč/rok	262 899	137 325
Náklady na opravu a údržbu	Kč/rok	-	2 200
Osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok	-	-
Ostatní provozní náklady	Kč/rok	-	-
Náklady na emise a odpady	Kč/rok	-	-
Doba hodnocení	roky	20	20
Diskont	-	-	1,04 %
NPV	tis. Kč	-	2 781 997
T _{sd}	roky	-	2
IRR	%	-	77

Tabulka 58: Ekonomické vyhodnocení

Závěr

V ekonomickém hodnocení jsem hodnotila čistou současnou hodnotu (NPV), reálnou dobu návratnosti (T_{sd}) a vnitřní výnosové procenta (IRR). Při výpočtu je použita hodnota diskontu 1,04 % dle vyhlášky č. 480/2012 Sb. Životnost instalovaných zařízení je 20 let.

Ve výchozím stavu se počítá s CZT. Pořizovací náklady na novou kotelnu s plynovým kondenzačním kotlem činí **167 100 Kč**. Čistá současná hodnota činí 2 781 997 Kč. Čistá současná hodnota je v dnešní době jedním z nejvhodnějších kritérií. Je v ní zahrnuta celá doba životnosti projektu i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Reálná doba návratnosti činí 2 roky. Čím je doba návratnosti kratší, tím více lze projekt doporučit k realizaci. Vnitřní výnosové procento činí 77 %. Čím je vnitřní výnosové procento vyšší, tím více lze projekt doporučit k realizaci. Jedná se o trvalý roční výnos investice.

Z ekonomického hlediska vychází, že navrhovaná varianta s plynovým kondenzačním kotlem je mnohem úspornější než výchozí stav s CZT systémem. Náklady na energii ve výchozím stavu vycházejí 262 899 Kč/rok a v navrhované variantě s plynovým kondenzačním kotlem 137 325 Kč/rok. Za jeden rok se tedy jedná o úspory 125 574 Kč/rok. Při odhadu pořizovacích nákladů na novou kotelnu 167 100 Kč dojde k návratnosti investice za 2 roky.

Je však nutné počítat s tím, že výpočet je proveden pro průměrné hodnoty paliv v dané oblasti, kde se objekt nachází. Také cena tepla se liší dle lokality a daného zdroje tepla. Také byly zvoleny konkrétní výrobky s danou účinností, kde u CZT systému se počítá s tím, že se jedná o starší domovní výměňkovou stanici. Účinnost klesá s časem a také závisí na průtoku. Jedná se o nezměřitelnou hodnotu.

Projekt je vysoce efektivní z pohledu ekonomiky provozu, dle výsledných parametrů ekonomické analýzy.

C.3.6. Posouzení ekologické proveditelnosti

V tabulce se nachází dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů pro stávající a navrhovaný stav.

	CZT									
	100%	88 % černé uhlí			7 % zemní plyn			5 % biomasa		
	kWh/rok	kWh/rok	t/rok	GJ/rok	kWh/rok	m ³ /rok	GJ/rok	kWh/rok	t/rok	GJ/rok
Výchozí stav	110333,70	97093,66	12,71	349,54	7723,36	732,07	27,80	5516,69	1,05	19,86
Navrhovaný stav	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabulka 59: Dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů - stávající stav

V tabulce se nachází dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů pro stávající a navrhovaný stav.

	Zemní plyn			Elektřina		
	kWh/rok	m ³ /rok	GJ/rok	kWh/rok	MWh/rok	GJ/rok
Výchozí stav	-	-	-	2756,37	2,76	9,92
Navrhovaný stav	103741,41	9833,31	373,47	2559,84	2,56	9,22

Tabulka 60: Dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů - navrhovaný stav

V tabulce se nacházejí vstupní emisní faktory jednotlivých energonositelů.

Parametr	CZT = OZE ≤ 50 %			Zemní plyn	Elektřina
	88 % černé uhlí	7 % zemní plyn	5 % biomasa		
	kg/t	kg/[10 ⁶ .m ³]	kg/t	kg/[10 ⁶ .m ³]	kg/MWh
Tuhé znečišťující látky (TZL)	1,23	6,9	1,15	6,9	0,0368
PM ₁₀	1,22754	6,9	0,97	6,9	0
PM _{2,5}	1,20663	6,9	0,81	6,9	0,02208
SO ₂	4,8	0,032	0	0,032	0,84124
NO _x	4,77	595	3,03	595	0,56764
NH ₃					
VOC			1,14		0,00249
CO ₂	kg/GJ	kg/GJ	kg/GJ	kg/GJ	kg/GJ
	92,4	55,4	0	55,4	281

Tabulka 61: Vstupní emisní faktory jednotlivých energonositelů, [8]

V tabulce se nachází ekologické vyhodnocení, které je předmětem energetického posudku.

Parametr	Výchozí stav	Navrhovaný stav	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,01693670	0,00016205	-0,01677465
PM ₁₀	0,01661586	0,00006785	-0,01654801
PM _{2,5}	0,01624380	0,00012437	-0,01611943
SO ₂	0,06330674	0,00215375	-0,06115298
NO _x	0,06577414	0,00730389	-0,05847025
NH ₃			
VOC	0,00119847	0,00000637	-0,00119209
CO ₂	36,62592434	23,27972095	-13,3462034

Tabulka 62: Ekologické vyhodnocení

Závěr

Ekologické hodnocení bylo provedeno na základě emisních faktorů, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 480/2012 Sb. a Věštníku Ministerstva životního prostředí z roku 2017.

Elektřina je jako energonositel příčinou vysokých emisí CO₂. V dané objektu se spotřebuje pouze malé množství kWh elektřiny za rok.

Z ekologického hlediska vyplývá, že navrhovaná varianta s plynovým kondenzačním kotlem je mnohem více ekologičtější než výchozí stav, ve kterém se nachází CZT. Toto hodnocení je ovlivněno lokalitou, ve které se posuzovaný objekt nachází. Objekt se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Složení paliva v teplárně, které přivádí teplo do města Vítkov je především z černého uhlí. Černé uhlí je oproti zemnímu plynu velkým zdrojem SO₂. Jedná se o bezbarvý, jedovatý plyn. Také CO₂ je prakticky dvojnásobné u černého uhlí než u zemnímu plynu. Naopak spalováním zemního plynu dochází k uvolňování mnohonásobně více NO_x než u černého uhlí.

Stejně jako u ekonomického hlediska je nutné počítat s tím, že výpočet emisí se může lišit dle zvolené lokality posuzovaného objektu. Především se jedná o složení paliva v dané teplárně, které je odlišné po celé České republice. Je zřejmé, že by ekonomické hodnocení vyšlo úplně jinak, jestliže by místo 88 % černého uhlí bylo například 88 % biomasy.

Z pohledu produkce emisí je jednoznačně lepší varianta s plynovým kondenzačním kotlem.

C.4. Doporučení energetického specialisty

Cílem energetického posudku je zjistit, zda se u zadaného objektu vyplatí z hlediska ekonomického a ekologického hodnocení odpojit od stávajícího napojení na CZT. V daném objektu je navržena nová kotelna s plynovým kondenzačním kotlem. Rozhodujícím kritériem je tedy ekonomické a ekologické hodnocení.

U zadaného objektu doporučuji realizaci navržené nové kotelny s plynovým kondenzačním kotlem Thermona THERM 35 KDZ. Tato varianta splňuje hlavní hodnotící kritérium energetického posudku. Provozní náklady na nové vybavení kotelny činí 167 100 Kč.

Plynový kondenzační kotel je již kompaktní zařízení, které obsahuje veškeré komponenty, jako je například trojcestný ventil, oběhové čerpadlo a expanzní nádobu. Plynový kotel vyžaduje pouze osazení na místo a napojení na otopnou soustavu a systém odkouření.

Při zvolení této varianty s plynovým kondenzačním kotlem dojde za jeden rok k úspoře 125 574 Kč/rok. Při odhadu pořizovacích nákladů na novou kotelnu 167 100 Kč dojde k návratnosti investice za pouhé 2 roky.

Z ekologického hlediska vyplývá, že navrhovaná varianta s plynovým kondenzačním kotlem je mnohem více ekologičtější než výchozí stav, ve kterém se nachází CZT.

Doporučuji instalaci plynového kondenzačního kotle místo stávajícího systému CZT.

C.4.1. Podmínky proveditelnosti

Tento posudek vychází z níže uvedených podmínek. Jedná se o klimatické údaje, ceny energií a náklady na pořízení nové plynové kotelny.

C.4.2. Klimatické okrajové podmínky

Nadmořská výška objektu: 480 m. n. m.

Venkovní výpočtová teplota pro zimní období: -16 °C

Průměrná venkovní teplota v topné sezóně: 4,2 °C

Průměrný počet dní v topné sezóně: 245 dní

C.4.3. Ekonomické podmínky

V tabulce jsou uvedeny ceny energií, ze kterých vychází energetický posudek.

Ceny energií		
CZT	629,9	[Kč/GJ]
Zemní plyn	1,21	[Kč/kWh]
Elektrická energie	jednotarifová sazba	4,609 [Kč/kWh]
	dvoutarifová sazba	3,61/2,81 [Kč/kWh]

Tabulka 63: Ceny uvažovaných energií

V tabulce jsou uvedeny ceny za servisní práce, ze kterých vychází energetický posudek.

Servisní práce	Cena [Kč]	Četnost
Čistění a seřizování kondenzačního kotle	1300	1 x za rok
Čištění komína	300	3 x za rok
Kontroly a revize	Cena [Kč]	Četnost
Kontrola komína	300	1 x za rok
Revize kotle	1500	1 x za 3 roky

Tabulka 64: Ceny za servisní práce

V tabulce se nachází rozpočet výměny zdroje tepla.

Pořizovací náklady	
Plynový kondenzační kotel	50 000 Kč
Ekvitermní set	2 600 Kč
Potrubní oddělovač	10 000 Kč
Zapojení kotle, revize, napuštění, vypuštění	10 000 Kč
Odkouření včetně práce	5 000 Kč
Komín po fasádě – třísložkový	30 000 Kč
Rozdělovač a sběrač, včetně oběhových čerpadel a armatur	40 000 Kč
HVDT	2 500 Kč
Expanzní nádoba 25 l	2 000 Kč
Práce za instalaci kotle	15 000 Kč
Celkem	167 100 Kč

Tabulka 65: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny

C.5. Evidenční list energetického posudku

Evidenční list energetického posudku
podle §9a odst. 1 písm. f), § 9a odst. 2 písm. b), c) a d) zákona č. 406/2000 Sb., o
hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo	XXXXX / X
-----------------	-----------

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména) příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EP			
Jiří Novotný			
2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, popřípadě adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Lidická	612 /		
d) obec	e) PSČ	f) e-mail	g) telefon
Vítkov	749 01	novotny.j@seznam.cz	720 593 123
3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno	b) kontakt		
Jiří Novotný	720 593 123		
5. Předmět energetického posudku			
a) název	Odpojení objektu od CZT a nahrazení plynovým kondenzačním kotlem		
b) adresa nebo umístění	parcela č. 1410/3, katastrální území Vítkov		
c) popis předmětu EP			

Jedná se o bytový dům postavený kolem roku 1980. Bytový dům se nachází ve městě Vítkov okres Opava. Objekt má 3 nadzemní a jedno podzemní podlaží. V budově se nachází 7 bytů. Obytná část má čtvercový půdorys o rozměrech 15,6 x 13,5 m. Katastrální území Vítkov, parcela číslo 1410/3. Předmětem energetického posudku je odpojení od CZT a nahrazení plynovým kondenzačním kotlem. Rozhodujícím kritériem vhodnosti odpojení od CZT je ekonomické a ekologické hodnocení.

2. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření energetického specialisty oprávněného zpracovat energetický posudek

Doporučuji navrhovanou variantu - použití plynového kondenzačního kotle. Tato varianta je oproti výchozímu stavu lepší z ekonomického i ekologického hodnocení.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii – celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	113,09	MWh/r	106,3	MWh/r	- 6,79	MWh/r
Náklady	262,9	tis. Kč/r	137,33	tis. Kč/r	- 125,57	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Vytápění	93,566	MWh/r	87,974	MWh/r	- 5,592	MWh/r
Chlazení		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Příprava TV	16,768	MWh/r	15,767	MWh/r	-1,001	MWh/r
Větrání	0,0335	MWh/r	0,0335	MWh/r		MWh/r
Úprava vlhkosti		MWh/r		MWh/r		MWh/r
Osvětlení	1,244	MWh/r	1,244	MWh/r		MWh/r
Technologie		MWh/r		MWh/r		MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektrina	2,7564	MWh	2,5598	MWh	- 0,1966	MWh
SZTE	110,3337	MWh		MWh		MWh
ZP		MWh	103,7414	MWh		MWh
TO		MWh		MWh		MWh
Uhlí		MWh		MWh		MWh
OZE		MWh		MWh		MWh
Ostatní		MWh		MWh		MWh

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření (%)

Náklady při výrobě energie

Náklady při distribuci energie

OZE		Rozvody tepla	
KVET		Ostatní	
Ostatní	167 100		

Náklady při spotřebě energie (%)

Budovy - úprava obálky	84	Technologie	
Budovy - technické systémy	16	Ostatní	

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	1,04	%
NPV	2 781,997	tis. Kč	investiční náklady	167,1	tis. Kč
reálná návratnost	2	roků	cash flow	125,574	tis. Kč/r
IRR	77	%	NPV	2 781,997	tis. Kč
rok realizace	2019				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
----------	--------------	------------	--------	-------------	--------

	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,01694	0,00016	- 0,01677		
PM ₁₀	0,01662	0,00007	- 0,01655		
PM _{2,5}	0,01624	0,00012	- 0,01612		
SO ₂	0,06331	0,00215	- 0,06115		
NO _x	0,06577	0,00730	- 0,05847		
NH ₃					
VOC	0,00120	0,000006	- 0,00119		
CO ₂	36,6259	23,2797	- 13,3462		

3. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Renata Bidmonová	Bc.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
xxxxx.x	xx.xx.xxxx
4. Podpis	5. Datum

ZÁVĚR

Diplomová práce se skládá ze tří částí. Pro výpočet průkazu energetické náročnosti budovy jsem použila studentskou verzi výpočetního softwaru Energetika ze stavebního programu DEKSOFT.

V části A jsem vysvětlila základní definice a rozdělení dané problematiky podle platných zákonů, vyhlášek a norem. Téma teoretické části je centralizované zásobování teplem.

V části B jsem vypracovala detailnější popis jednotlivých vztahů a postupů výpočtů, které slouží ke zpracování průkazu energetické náročnosti budovy. Analyzovala jsem energetické potřeby a toky budovy, stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí. Dále jsem navrhla opatření na zlepšení energetické náročnosti budovy. Navrhla jsem jednotlivé zařízení nové kotelny. Dále jsem v této části provedla experimentální měření. Jednalo se o termografické měření a vyhodnocení jednotlivých termografických snímků.

V části C jsem zpracovala průkaz energetické náročnosti budovy výchozího stavu, ve kterém se v objektu nachází centralizované zásobování teplem. Dále také průkaz energetické náročnosti budovy navrhovaného stavu, ve kterém se v objektu nachází plynový kondenzační kotel. Hlavní částí diplomové práce je zpracování energetického posudku dle náležitostí daných vyhláškou č. 480/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Rozhodujícím kritériem pro výběr vhodné varianty byla hodnota provozních nákladů s ohledem na pořizovací cenu a produkce emisí. Na základě výsledků energetického posudku jsem doporučila instalaci plynového kondenzačního kotle.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Zákony, vyhlášky, normy

- [1] ČSN 06 0830. *Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2014.
- [2] ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [3] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [5] ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [6] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [7] ČSN EN 15459-1: *Energetická náročnost budov – Postup pro ekonomické hodnocení energetických soustav v budovách – Část 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [8] ČSN EN 13187. *Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov – Infračervená metoda*.
- [9] Věstník Ministerstva životního prostředí, Ministerstvo životního prostředí, ročník XXVII, leden 2017.
- [10] Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. In: *Sbírka zákonů*. 2013, ve znění pozdějších předpisů.
- [11] Vyhláška č. 193/2007 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu, 2007.
- [12] Vyhláška č. 230/2015 Sb. kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.
- [13] Vyhláška č. 309/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku.
- [14] Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku, 2012.
- [15] Zákon č. 103/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.
- [16] Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. In: *Sbírka zákonů*. 2000, ve znění pozdějších předpisů.

Literatura

- [17] CIHLÁŘ, Jiří, Günter GEBAUER a Marcela POČINKOVÁ. *Technická zařízení budov: ústřední vytápění I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1998. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 80-214-1142-2.
- [18] JELÍNEK, Vladimír a Karel KABELE. *Technická zařízení budov II: vytápění, přednášky*: Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01938-1.
- [19] KOTRBATÝ, Miroslav, Ondřej HOJER a Zuzana KOVÁŘOVÁ. *Hospodaření teplem: "nejlevnější energie je energie ušetřená"*. Praha: ČSTZ, 2009. ISBN 978-80-86028-41-5.
- [20] DUFKA, Jaroslav. *Vytápění: pro 3. ročník učebního oboru instalatér. 2., přeprac. vyd.* Praha: Sobotáles, 2011. ISBN 978-80-86817-43-9.
- [21] Renata Bidmonová *Energetické hodnocení budovy*. Brno, 2018. 113 s., 11 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Internetové zdroje

- [22] Programy. DEKSOFT. [online]. Copyright © 2016 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <http://stavebni-fyzika.cz/programy/energetika>.
- [23] VRÁNA, Jakub. Doplnkové učební texty. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j/>.
- [24] HORÁK, Petr. *Audit budov*. Brno, 2019.
- [25] Testo.com [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/Hodnoty+emisivit+nejd%C5%AFle%C5%BEit%C4%9Bj%C5%A1%C3%ADch+materi%C3%A1l%C5%AF/services+knowledgeable+thermography+emissivity+table>.
- [26] *Fakulta stavební VUT v Brně* [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C9.pdf?fbclid=IwAR3OgqG5tXXfWkM4e-9t0iT106gJxhcQ3s12aiRZbNx10VDfc1XuK14QPLE.
- [27] *Manuál pro využití výpočetního nástroje NKN. Katedra technických zařízení budov K11125*. [online]. Září 2010 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/nastroje/Methodika/nkn-pomucka_k_vyuce.pdf.
- [28] *Archiv počasí – 05.12.2019 | In-pocasi. Počasí – předpověď počasí, aktuální informace | In – počasí* [online]. Copyright © 2019 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/archiv.php?historie=2019-12-05®ion=2>.
- [29] *Termokamera Fluke Ti300 – revizeshop.cz. Revizeshop.cz | Prodej měřicí techniky, termokamer, revizních přístrojů* [online]. Copyright © [cit. 17. 12.

- 2019]. Dostupné z: <https://www.revizeshop.cz/Termokamera-Fluke-Ti300-d341.htm>.
- [30] Návrh EU pro vytápění upřednostňuje OZE a dálkové vytápění [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/navrh-eu-pro-vytapeni-uprednostnuje-oze-a-dalkove-vytapeni>.
- [31] Jak funguje soustava centrálního zásobování teplem c ČR? [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/jak-funguje-soustava-centralniho-zasobovani-teplem-v-cr>.
- [32] Dálkové vytápění – ekologické teplo bez starosti. *Z čeho se cena tepla skládá.* [online]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=1005&1569857438>.
- [33] Technický katalog Tlakově nezávislé stanice LOGOpress, LOGOmax – PDF Stažení zdarma. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/24656785-Technicky-katalog-tlakove-nezavisle-stanice-logopress-logomax.html>.
- [34] THERM 35 KDZ – Thermona. Plynové kondenzační kotle, elektrokotle a kaskádové kotelny – Thermona [online]. Copyright © 2017 Thermona, spol. s.r.o. [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/s-pripojenim-na-externi-zasobnik/therm-35-kdz>.
- [35] OKC NTR/BP – Ohříváče a zásobníky teplé vody Dražice. Ohříváče a zásobníky teplé vody, bojler DZ Dražice – Ohříváče a zásobníky teplé vody Dražice [online]. Copyright © 2019 Družstevní [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp>.
- [36] Ventilátor DECOR 100 CRZ IPX4 | CZVzduchotechnika.cz CZVzduchotechnika.cz | Vzduchotechnika a ventilátory [online]. Dostupné z: <https://www.czvzduchotechnika.cz/ventilator-decor-100-crz-ipx4/>.
- [37] Sluneční kolektor KPS: Regulus. Regulus – Úsporné řešení pro vaše topení [online]. Copyright © Copyright Regulus s.r.o. 2015 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/slunecni-kolektor-kps1>.
- [38] Topení, Voda, Plyn, Sanita, Kanalizace | TOPENILEVNE.CZ [online]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/reflex-ng-25-6-p2572/#gallery>.
- [39] Katalog produktů – HVDT hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [online]. Dostupné z: <http://katalog.aquaproduct.cz/?id=hvdt-hydraulicky-vyrovnavac-dynamicky-tlaku>.
- [40] ETL | Katalog výrobků. ETL – Ekotherm a.s. [online]. Copyright © 2016 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/katalog-vyrobku>.
- [41] Schiedel KareStar – třívrstvý nerezový komínový systém a keramickou vložkou. Schiedel [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z:

<https://www.schiedel.com/cz/produkty/nerezove-kominove-systemy/kerastar/>.

- [42] CHADIM, Tomáš. Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *Tzbinfo* [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>.
- [43] FIEDLER, Jan. Centrální systémy zásobování teplem nebo tepelná čerpadla? *Tzbinfo* [online]. Copyright © 2014 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/teplarenstvi/11552-centralni-systemy-zasobovani-teplem-nebo-tepelna-cerpadla>.
- [44] SCHINDLER, Jan. Fixace cen zemního plynu nebo elektřiny, ano nebo ne? *Tzbinfo* [online]. Copyright © 2013 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/9547-fixace-cen-zemniho-plynu-nebo-elektřiny-ano-nebo-ne>.
- [45] *Elektrina.cz – vše co potřebujete vědět v oblasti energetiky a technologií* [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/cena-elektřiny-za-kwh-2019-cez-eon-pre-a-dalsi-dodavatele>.

Zdroje obrázků

- [46] POČINKOVÁ, Marcela. Vybrané statě z vytápění: Teplárenství. Brno, 2019.
- [47] Hlavní strana | EVK Kašperské Hory s.r.o.. Hlavní strana | EVK Kašperské Hory s.r.o. [online]. Copyright © 2017 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://evk.kasphory.cz/>.
- [48] Veolia postaví v Karviné první multipalivový kotel v ČR | Veolia Czech Republic. Redirecting to <https://www.veolis.cz/cs> [online]. Copyright © 2019 Veolia [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.veolia.cz/cs/media/press-releases/veolia-postavi-v-karvine-prvni-multipalivovy-kotel-v-cr>.
- [49] Elektrárna Dětmarovice je v provozu 40 let_ | iUHLLI.cz. iUHLLI.cz [online]. Copyright © 2018 pHmedia Czech Republic, s.r.o. [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://iuhli.cz/elektrarna-detmarovice-je-v-provozu-40-let/>.
- [50] SAKO Brno – Wikipedie [online]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/SAKO_Brno.
- [51] Návrh EU pro vytápění upřednostňuje OZE a dálkové vytápění [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/navrh-eu-pro-vytapeni-uprednostnuje-oze-a-dalkove-vytapeni>.
- [52] Mosty | Moravské montáže s.r.o.. Moravské Montáže s.r.o – Výroba a montáž ocelových konstrukcí [online]. Copyright © 2019 Moravské Montáže, s.r.o. [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <http://www.mmo-sro.cz/galerie/mosty/>.
- [53] THERMOPLUS, s.r.o._ | projektování a realizace tepelných sítí, výměníkových a předávacích stanic [online]. Dostupné z: <http://www.thermoplus.cz/reference#&gid=11&pid=2>.

- [54] COLLECTORS – TSB. *Technické sítě Brno, akciová společnost* [online]. Copyright © 2019 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.tsb.cz/en/gallery/collectors/>.
- [55] Ústav energetiky fakulty strojní 12115 – ČVUT V Praze [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <http://energetika.cvut.cz/wp-content/uploads/2018/06/Katalog-predizolovaneho-potrubi-a-prislusenstvi-06-2013-CZ-4.pdf>.
- [56] POČINKOVÁ, Marcela. *Vybrané statě z vytápění: Předávací stanice*. Brno, 2019.
- [57] G-MAR PLUS s.r.o.. G-MAR PLUS s.r.o. [online]. Copyright © 2014 G [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.g-mar.cz/pajene-vyменiky/>.
- [58] CIHLÁŘ, Jiří, Günter GEBAUER a Marcela POČINKOVÁ. *Technická zařízení budov: ústřední vytápění I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1998. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 80-214-1142-2.
- [59] Avos Vyškov – tlakově závislá předávací stanice sérioparalelní – OPS TZSP [online]. Dostupné z: <https://www.avos.cz/tlakove-zavisla-predavaci-stance-serioparalelni-%E2%80%93-ops-tzsp/>.
- [60] Avos Vyškov – tlakově nezávislá předávací stanice pára/voda – regulace škrcením páry – OPS TNPV [online]. Dostupné z: <https://www.avos.cz/tlakove-nezavisla-predavaci-stance-paravoda-regulace-skrce-nim-pary-%E2%80%93-ops-tnpv/>.
- [61] MIEBES s.r.o. | Domovní stanice LOGOmax HW AF T-H B pro vytápění a přípravu teplé vody. *MEIBES s.r.o. | spolehlivé systémy pro kotelny* [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <http://www.meibes.cz/bytove-a-domovni-vyменikove-stance-logotherm/domovni-stance-logomax/domovni-stance-logomax-hw-af-t-h-b-pro-vytapeni-a-pripravu-teple-vody>.
- [62] THERM 35 KDZ – Thermona. Plynové kondenzační kotle, elektrokotle a kaskádové kotelny – Thermona [online]. Copyright © 2017 Thermona, spol. s.r.o. [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/s-pripojenim-na-externi-zasobnik/therm-35-kdz>.
- [63] OKC NTR/BP – Ohříváče a zásobníky teplé vody Dražice. Ohříváče a zásobníky teplé vody, bojler DZ Dražice – Ohříváče a zásobníky teplé vody Dražice [online]. Copyright © 2019 Družstevní [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/nepriomotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp>.
- [64] Ventilátor DECOR 100 CRZ IPX4 | CZVzduchotechnika.cz CZVzduchotechnika.cz | Vzduchotechnika a ventilátory [online]. Dostupné z: <https://www.czvzduchotechnika.cz/ventilator-decor-100-crz-ipx4/>.
- [65] Sluneční kolektor KPS: Regulus. Regulus – Úsporné řešení pro vaše topení [online]. Copyright © Copyright Regulus s.r.o. 2015 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/slunecni-kolektor-kps1>.

- [66] Regulus – Úsporné řešení pro vaše topení [online]. Copyright © [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_techicky-list_kps1.pdf.
- [67] Topení, Voda, Plyn, Sanita, Kanalizace | TOPENILEVNE.CZ [online]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/reflex-ng-25-6-p2572/#gallery>.
- [68] Katalog produktů – HVDT hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [online]. Dostupné z: <http://katalog.aquaproduct.cz/?id=hvdt-hydraulicky-vyrovnac-dynamicky-tlaku>.
- [69] ETL | Katalog výrobků. ETL – Ekotherm a.s. [online]. Copyright © 2016 [cit. 17. 12. 2019]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/katalog-vyrobku>.

Fotografie, u kterých není uvedený zdroj pořizovala autorka diplomové práce Bc. Renata Bidmonová.

Použité programy

ARCHICAD 21

AutoCAD 2020

MS Excel 2019

MS Word 2019

DEKSOFT

SMARTVIEW 4.3

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratky

- BD – Bytový dům
- CO₂ – Oxid uhličitý
- CZT – Centralizované zásobování teplem
- ČR – Česká republika
- ČSN – Česká státní norma
- DCZT – Decentralizované zásobování teplem
- DPH – Daň z přidané hodnoty
- EA – Energetický audit
- EHB – Energetické hodnocení budov
- EN – Energetická náročnost
- ENB – Energetická náročnost budovy
- EP – Energetický posudek
- ERÚ – Energetický regulační úřad
- EŠOB – Energetický štítek obálky budov
- EU – Evropská unie
- LED – Light Emitting Diode
- NH₃ – Amoniak
- NO_x – Oxidy dusíku
- NP – Nadzemní podlaží
- OZE – Obnovitelné zdroje energie
- PENB – Průkaz energetické náročnosti budov
- PP – Podzemní podlaží
- PST – Předávací stanice
- PVC – Polyvinylchlorid
- RD – Rodinný dům
- SO₂ – Oxid siřičitý

SVJ – Společenství vlastníků jednotek

TNI – Technická normalizační informace

TV – Teplá voda

TZL – Tuhá znečišťující látka

TZB – Technická zařízení budov

VOC – Volatile organic compounds, Těkavá organické látka

Symboly

A – Plocha obálky budovy [m^2]

A_c – Celková podlahová plocha [m^2]

$A_{f,int}$ – Čistá podlahová plocha celého objektu [m^2]

c – Měrná tepelná kapacita vody [$kJ/(kg.K)$]

d – Tloušťka [m]

d – Průměr expanzního potrubí [mm]

DN – Jmenovitý vnitřní průměr potrubí = světlost potrubí [mm]

f_{Rsi} – Teplotní faktor [-]

$f_{Rsi,N}$ – Požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

g – Tíhové zrychlení [m/s^2]

h_{MR} – Výška manometrické roviny [m]

H_T – Měrná ztráta prostupem tepla stanovená ze součinitelů prostupu tepla všech
teploměrných konstrukcí, které tvoří obálku budovy [W/K]

$i_{LV,N}$ – Požadovaná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti

IN – Počáteční investice

I_o – Celková hodnota investic

IRR – Vnitřní výnosové procento

k_{TV} – Součinitel nerovnoměrnosti potřeby teplé vody [den]

n – Počet osob

n – Součinitel zvětšení objemu [-]

N – Počet pracovních dnů soustavy [den]

NPV – Čistá současná hodnota

NPVQ – Koeficient čisté současné hodnoty

p_{hdov} – Nejvyšší dovolený přetlak soustavy [kPa]

p_{ddov} – Nejnižší dovolený provozní přetlak [kPa]

P_z – Výkon topné vložky zásobníku [kW]

Q – Instalovaný výkon [kW]

q_c – Tepelné ztráty potrubí při cirkulaci teplé vody [kW]

$Q_{fuel,tot}$ – Celková roční energie obsažená zásobujících budovu [GJ]

Q_p – Výkon kotle [kW]

Q_{PRIP} – Požadovaný výkon zdroje [kW]

Q_{TECH} – Potřeba tepla pro ostatní technologie [kW]

$Q_{TUT,d}$ – Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/den]

$Q_{TUT,r}$ – Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody [MWh/rok]

Q_{TV} – Potřeba tepla pro ohřev teplé vody [kW]

$q_{TV,max}$ – Maximální specifická potřeba teplé vody na osobu a den [l/(osoba . den)]

$Q_{ÚT}$ – Nejvyšší potřeba tepla pro vytápění [kW]

Q_{VYT} – Nejvyšší potřeba tepla pro vytápění [kW]

Q_{VZT} – Nejvyšší potřeba pro vzduchotechniku [kW]

r – Diskont

R – Tepelný odpor konstrukce [(m².K)/W]

R_{si} – Tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [(m².K)/W]

R_{se} – Tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [(m².K)/W]

U – Součinitel prostupu tepla [W/(m².K)]

U_{em} – Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy [W/(m².K)]

$U_{em,N}$ – požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [W/(m².K)]

$U_{N,20}$ – Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m².K)]

$U_{pas,20}$ – Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy [W/(m².K)]

$U_{rec,20}$ – Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [W/(m².K)]

V – Objemový průtok [m^3/h]
 V – Objem budovy [m^3]
 V_e – Expanzní objem [m^3]
 V_{ep} – Předběžný objem expanzní nádoby [m^3]
 V_K – Objem kotle [m^3]
 V_O – Objem vody v soustavě [m^3]
 V_{OT} – Objem otopných těles – desková tělesa [m^3]
 V_{OTK} – Objem otopných těles – konvektory [m^3]
 V_{OTT} – Objem otopných těles – trubková tělesa [m^3]
 V_P – Objem potrubí [m^3]
 V_z – Objem zásobníkového ohřívače [l]
 V_{2p} – Potřeba vody [m^3/den]
 t_{max} – Maximální teplota otopné vody [$^{\circ}\text{C}$]
 T_s – Doba návratnosti
 T_{sd} – Reálná doba návratnosti
 t_{svl} – Teplota studené vody v létě [$^{\circ}\text{C}$]
 t_{svz} – Teplota studené vody v zimě [$^{\circ}\text{C}$]
 t_{sv} – Teplota studené vody [$^{\circ}\text{C}$]
 t_{tv} – Teplota teplé vody [$^{\circ}\text{C}$]
 T_z – doba živostnosti (hodnocení) projektu
 z – Doba ohřevu vody v ohřívači [h]
 z – Koefficient energetických ztrát systému [-]
 ΣR – Celkový tepelný odpor konstrukce [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$]
 $\Sigma \Delta U$ – Celkové zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem netěsností, mezer
 α_i – Součinitel přestupu tepla na vnitřní straně [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
 α_e – Součinitel přestupu tepla na vnější straně [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
 $\Delta U_{tbk,j}$ – Vliv tepelných mostů a vazeb [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]
 Δt – Rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody [K]

- Θ_{ai} – Návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]
- Θ_e – Návrhová teplota vnějšího vzduchu [°C]
- Θ_i – cílová teplota na vytápění v provozní dobu [°C]
- Θ_{si} – Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce [°C]
- $\Phi_{H,nd}$ – Orientační celkové tepelné ztráty [kW]
- λ – Součinitel tepelné vodivosti [W/(m .K)]
- ξ_{Rsi} – Poměrný teplotní rozdíl vnitřního povrchu [-]
- ρ – Hustota vody [kg/m³]
- ψ – Součinitel mrtvého prostoru [-]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Decentralizované zásobování teplem, [44]	15
Obrázek 2: Princip dálkového vytápění, [44]	15
Obrázek 3: EVK Kašperské Hory, [45]	17
Obrázek 4: Teplárna v Karviné, [46].....	17
Obrázek 5: Elektrárna Dětmorovice, [47]	18
Obrázek 6: Spalovna SAKO Brno, [47]	18
Obrázek 7: Teplárny Brno	19
Obrázek 8: Paprsková tepelná síť s jedním zdrojem, [44]	20
Obrázek 9: Kruhová tepelná síť se dvěma zdroji, [44]	21
Obrázek 10: Mřížová tepelná síť, [44]	21
Obrázek 11: Jednotrubkové potrubí, [44]	22
Obrázek 12: Dvoutrubkové potrubí, [44].....	22
Obrázek 13: Třítrubkové potrubí, [44].....	22
Obrázek 14: Nadzemní potrubí, [49]	23
Obrázek 15: Potrubní most Baška, [50]	23
Obrázek 16: Uložení potrubí v kanále, [44]	23
Obrázek 17: Uložení potrubí přímo v zemi, [51].....	23
Obrázek 18: Vedení potrubí v podzemních kolektorech, [52].....	24
Obrázek 19: Potrubí v podzemních kolektorech, [52]	24
Obrázek 20: Jednotlivé potrubí v plášti, [53].....	24
Obrázek 21: Dvojice potrubí v plášti, [44]	24
Obrázek 22: Soustava centralizovaného zásobování teplem, [54].....	25
Obrázek 23: Schéma proudění deskovým výměníkem, [55]	27
Obrázek 24: Směšovací ejektor, [56]	27
Obrázek 25: Tlakově závislé předávací stanice, [57]	29
Obrázek 26: Tlakově nezávislé předávací stanice, [58]	31
Obrázek 27: Regulace výkonu zaplavováním na straně kondenzátu, [54]	32
Obrázek 28: Regulace výkonu škrcením na straně páry, [54]	32
Obrázek 29: 3D hodnoceného objektu	37
Obrázek 30: Vyznačení jednotlivých zón v 1.PP	39
Obrázek 31: Vyznačení jednotlivých zón v 1.NP – 3.NP.....	39
Obrázek 32: Vyznačení jednotlivých zón v řezu.....	39
Obrázek 33: Grafická část energetického štítku obálky budovy	44
Obrázek 34: 3D model předávací stanice, [59].....	46
Obrázek 35: Thermona THERM 35 KDZ, [60].....	47
Obrázek 36: Therm OKC 1000 NTR/BP, [61].....	50
Obrázek 37: Axiální ventilátor, [62]	52
Obrázek 38: Solární kolektor KPS1, [63]	69
Obrázek 39: Technický list - solární kolektor KPS1, [64].....	70
Obrázek 40: Thermona THERM 35 KDZ, [60].....	71

Obrázek 41: Expanzní nádoba, [65]	73
Obrázek 42: HVDT, [66]	74
Obrázek 43: Schéma zapojení R+S, [67]	75
Obrázek 44: Termokamera Fluke Ti300.....	76
Obrázek 45: Termografický snímek - přední fasáda	78
Obrázek 46: Přední fasáda	78
Obrázek 47: Termografický snímek - zadní fasáda	79
Obrázek 48: Zadní fasáda.....	79
Obrázek 49: Termografický snímek - boční pohled	80
Obrázek 50: Boční pohled	80
Obrázek 51: Termografický snímek - detail lodžie a suterénu	81
Obrázek 52: Detail lodžie a suterénu.....	81
Obrázek 53: Termografický snímek - detail vstupních dveří	82
Obrázek 54: Detail vstupních dveří.....	82
Obrázek 55: Termografický snímek - detail rohu lodžie	83
Obrázek 56: Detail rohu lodžie	83
Obrázek 57: Termografický snímek - detail plastového okna	84
Obrázek 58: Detail plastového okna	84
Obrázek 59: Satelitní mapa Vítkov.....	127
Obrázek 60: Katastrální mapa bytového domu	127
Obrázek 61: Vyznačení jednotlivých zón v 1.PP	128
Obrázek 62: Vyznačení jednotlivých zón v 1.NP - 3.NP	128
Obrázek 63: Vyznačení jednotlivých zón v řezu.....	129
Obrázek 64: Axiální ventilátor, [62]	133
Obrázek 65: 3D model předávací stanice, [59].....	134
Obrázek 66: Therm OKC 1000 NTR/BP, [61].....	136
Obrázek 67: Thermona THERM 35 KDZ, [60].....	138

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Podíl jednotlivých nákladů na ceně tepla bez DPH	33
Tabulka 2: Způsoby vytápění domácnosti v České republice	35
Tabulka 3: Obvodová stěna	40
Tabulka 4: Obvodová stěna – pod zeminou	40
Tabulka 5: Vnitřní stěna mezi zónami.....	40
Tabulka 6: Štítová stěna.....	41
Tabulka 7: Strop nad 1.PP.....	41
Tabulka 8: Podlaha na zemině	42
Tabulka 9: Střecha dolní plášť.....	42
Tabulka 10: Střecha horní plášť	42
Tabulka 11: Porovnání součinitele prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou	43
Tabulka 12: Technické parametry předávací stanice	46
Tabulka 13: Technické parametry plynového kondenzačního kotle	47
Tabulka 14: Technické parametry komínu	48
Tabulka 15: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny.....	49
Tabulka 16: Doba ohřevu vody v ohřívaci z [h], [21]	51
Tabulka 17: Výpočet objemu zásobníku a potřebného topného výkonu pro jednotlivé doby ohřevu z [h]	51
Tabulka 18: Technické parametry stacionárního zásobníku teplé vody	51
Tabulka 19: Dodaná energie pro spotřebu	54
Tabulka 20: Rozdělení dodané energie - stávající stav	60
Tabulka 21: Rozdělení dodané energie - navrhovaný stav.....	61
Tabulka 22: Ceny uvažovaných energií.....	62
Tabulka 23: Porovnání ročních provozních nákladů.....	62
Tabulka 24: Návrh úsporných opatření - obvodová stěna	63
Tabulka 25: Návrh úsporných opatření - střecha	64
Tabulka 26: Návrh úsporných opatření - podlaha na zemině.....	65
Tabulka 27: Návrh úsporných opatření - podlaha v 1.NP.....	66
Tabulka 28: Návrh úsporných opatření - výměna výplní tvorů	67
Tabulka 29: Návrh úsporných opatření - celkové opatření	68
Tabulka 30: Tabulka typů expanzních nádob, [36]	73
Tabulka 31: Tabulka typů HVDT, [37]	74
Tabulka 32: Tabulka modulů R+S, [38]	75
Tabulka 33: Body termografického snímku - přední fasáda.....	78
Tabulka 34: Body termografického snímku – zadní fasáda	79
Tabulka 35: Body termografického snímku - boční pohled.....	80
Tabulka 36: Body termografického snímku – detail lodžie a suterénu	81
Tabulka 37: Body termografického snímku – detail vstupních dveří	82
Tabulka 38: Body termografického snímku – detail rohu lodžie.....	83

Tabulka 39: Body termografického snímku – detail plastového okna	84
Tabulka 40: Obvodová stěna	129
Tabulka 41: Obvodová stěna - pod zeminou	130
Tabulka 42: Vnitřní stěna mezi zónami.....	130
Tabulka 43: Štítová stěna.....	130
Tabulka 44: Strop nad 1.PP.....	130
Tabulka 45: Podlaha na zemině	131
Tabulka 46: Střecha dolní plášť.....	131
Tabulka 47: Střecha horní plášť	132
Tabulka 48: Technické parametry předávací stanice	135
Tabulka 49: Doba ohřevu vody v zásobníku z [h], [21].....	136
Tabulka 50: Výpočet objemu zásobníku a potřebného topného výkonu pro jednotlivé doby dohřevu [h]	137
Tabulka 51: Technické parametry stacionárního zásobníku teplé vody	137
Tabulka 52: Technické parametry plynového kondenzačního kotle	138
Tabulka 53: Technické parametry komínu	139
Tabulka 54: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny.....	140
Tabulka 55: Celková spotřeba a náklady na energie	141
Tabulka 56: Ceny uvažovaných energií.....	141
Tabulka 57: Ceny za servisní práce	141
Tabulka 58: Ekonomické vyhodnocení	142
Tabulka 59: Dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů - stávající stav.....	144
Tabulka 60: Dílčí vypočtená spotřeba energie dle energonositelů - navrhovaný stav.	144
Tabulka 61: Vstupní emisní faktory jednotlivých energonositelů, [8].....	144
Tabulka 62: Ekologické vyhodnocení.....	145
Tabulka 63: Ceny uvažovaných energií.....	147
Tabulka 64: Ceny za servisní práce	147
Tabulka 65: Pořizovací náklady na nové zařízení kotelny.....	148

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Podíl nákladů v ceně dodávaného tepla z hnědého uhlí včetně DPH	34
Graf 2: Podíl nákladů v ceně dodávaného tepla ze zemního plynu včetně DPH	34
Graf 3: Složení paliva teplárny	45
Graf 4: Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1	53
Graf 5: Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 2	53
Graf 6: Dodaná energie pro spotřebu.....	54
Graf 7: Spotřeba tepla na vytápění.....	55
Graf 8: Tepelné zisky pro režim vytápění	56
Graf 9: Tepelné ztráty bez vlivu tepelných zisků pro režim vytápění	57
Graf 10: Spotřeba elektrické energie na provoz vzduchotechniky.....	58
Graf 11: Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení - stávající stav.....	59
Graf 12: Spotřeba elektrické energie pro umělé osvětlení - navrhovaný stav	59
Graf 13: Podíl energonositelů na dodané energii - stávající stav	60
Graf 14: Podíl energonositelů na dodané energii - navrhovaný stav	61
Graf 15: Porovnání ročních provozních nákladů	62
Graf 16: Složení paliva teplárny	134

SEZNAM PŘÍLOH

P1 – Půdorys 1.PP, Řez A – A´

P2 – Půdorys 1.NP – 3.NP

P3 – Východní a západní pohled

P4 – Severní a jižní pohled

P5 – Půdorys technické místnosti

P6 – Schéma zapojení předávací stanice

P7 – Schéma zapojení plynového kotle