



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI DOMU S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATE BUILDINGS WITH NEARLY ZERO ENERGY
CONSUMPTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Odstrčilíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Aneta Odstrčilíková
Název	Průkaz energetické náročnosti domu s téměř nulovou spotřebou energie
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 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. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah až 15 stran

B. Výpočtová část

B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

- specifikace energetických systémů budovy
- stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

B2. Energetické hodnocení budovy

- potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
- výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě

C. Projekt – PENB

o) závěr,

p) seznam použitých zdrojů,

q) seznam použitých zkratk a symbolů,

r) seznam příloh,

s) přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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).

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá hodnocením energetické náročnosti bytového domu v Brně. Teoretická část se zaměřuje na solární kolektory a jejich rozdělení. Ve výpočtové části porovnává neobnovitelnou primární energii a celkovou dodanou primární energii u posuzovaných variant. Dále analyzuje energetické potřeby a toky budovy. V části C se nachází dva průkazy PENB – pro výchozí a navržený stav.

KLÍČOVÁ SLOVA

Průkaz energetické náročnosti budovy, téměř nulová spotřeba energie, bytový dům, neobnovitelné zdroje energie, primární energie, energetické hodnocení, celková dodaná energie, solární kolektor

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the evaluation of the energy performance of the residential building in Brno. The theoretical part is about solar collectors and their distribution. In the computational part, it compares the non-renewable primary energy and the total supplied primary energy for the designed variants. It analyzes the energy needs and flows of the building. In part C there are two energy performance certificate of building – for the initial state and the designed state.

KEYWORDS

Energy performance certificate of building, nearly zero energy consumption, residential building, non-renewable energy sources, primary energy, building energy rating, total energy supplied to the building, solar collector

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Aneta Odstrčilíková *Průkaz energetické náročnosti domu s téměř nulovou spotřebou energie*. Brno, 2020. 97 s., 30 s. příl. Bakalářská 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 bakalářské práce s názvem *Průkaz energetické náročnosti domu s téměř nulovou spotřebou energie* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 4. 6. 2020

Aneta Odstrčilíková
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Průkaz energetické náročnosti domu s téměř nulovou spotřebou energie* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 4. 6. 2020

Aneta Odstrčilíková
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu doc. Ing. Petru Horákovi za odborné vedení bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	11
A TEORETICKÁ ČÁST	13
1 Energie ze Slunce	13
1.1 Slunce jako zdroj energie	13
1.2 Sluneční konstanta.....	13
1.3 Vliv atmosféry na sluneční záření	13
1.4 Parametry určující polohu slunce nad obzorem.....	14
1.5 Přímé a difúzní záření	14
1.6 Základní veličiny popisující sluneční záření	15
2 Parametry solárních kolektorů	16
2.1 Vztažná plocha.....	16
2.2 Účinnost kolektorů.....	16
3 Typy solárních kolektorů	18
3.1 Rozdělení dle teplosné látky:	18
3.2 Rozdělení dle dalších hledisek a základní typy kolektorů	18
3.3 Ploché kolektory	19
3.3.1 Ploché nekryté kolektory	19
3.3.2 Ploché neselektivní kolektory.....	19
3.3.3 Ploché selektivní kolektory	19
3.3.4 Ploché vakuové kolektory.....	20
3.4 Trubkové vakuové kolektory	20
3.4.1 Rozdělení dle konstrukčního spořádání	21
3.4.2 Rozdělení dle konstrukce	21
3.4.3 Trubkové jednostěnné vakuové kolektory	22
3.4.4 Trubkové dvojtěnné (Sydney) vakuové kolektory	22
3.4.5 Soustřeďující (koncentrační) kolektor	23
4 Solární tepelné soustavy ve světě	24
4.1 Trh s kolektory ve světě	24
4.2 Trh s kolektory v České republice	25
4.3 Podíl jednotlivých druhů kolektorů v ČR.....	26
4.4 Nezasklené solární kolektory ve světě a 3.místo ČR.....	26
B VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	28
1. Základní informace, rozdělení do zón.....	28
1.1 Základní informace o objektu	28
1.2 Zóny	28
1.2.1 Zóna č. 1 – Obytné prostory.....	28

1.2.2 Zóna č. 2 – Společné komunikace (schodiště)	28
1.2.3 Zóna č. 3 – Suterén.....	28
1.2.4 Znázornění zón bytového domu.....	29
2. Specifikace energetických systémů budovy	30
2.1 Vytápění.....	30
2.1.1 Zdroj	30
2.1.2 Rozvody	30
2.1.3 Otopná plocha	31
2.2 Příprava teplé vody	31
2.3 Vzduchotechnika	31
2.4. Systém Měření a Regulace	32
2.5 Technologie.....	32
2.6 Elektroinstalace	32
2.7 Osvětlovací soustava.....	32
2.8 Další významné spotřebiče energie	32
3. Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí – stávající stav	33
3.1 Popis stávajících konstrukcí.....	33
3.2 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí.....	34
3.2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla – stávající stav	34
3.2.2 Porovnání vypočtených součinitelů prostupu tepla – stávající stav	36
4. Analýza energetických potřeb a toků budovy	36
5. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB	37
5.1 Dílčí dodané energie	37
5.2 Potřeba tepla na vytápění	37
6. Návrh úsporných opatření	38
6.1 Opatření č. 1 – zateplení konstrukcí, výměna oken	38
6.1.1 Výpočet tloušťky materiálů pro zateplení konstrukcí. ...	38
6.1.2 Popis navržených materiálů včetně tloušťky.....	38
6.1.3 Výpočet součinitele prostupu tepla – nový stav.....	39
6.1.4 Porovnání vypočtených součinitelů prostupu tepla- nový stav.....	40
6.1.5 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla	41
6.1.6 Štítek obálky budovy – nový stav	41
6.1.7 Investice, výpočet prosté návratnosti – varianty I.....	42
6.2 Opatření č. 2 – výměna osvětlení.....	42
6.3 Opatření č. 3 – předávací stanice.....	42

6.4 Opatření č. 4 – solární ohřev TV.....	43
6.4.1 Návrh počtu kolektorů.....	43
6.4.2 Schéma rozmístění solárních kolektorů na střeše.....	43
6.4.3 Návrh solárních kolektorů.....	44
6.4.4 Bilance solárních termických systémů.....	45
6.4.4 Doba návratnosti.....	45
7 Definování a porovnání variant.....	46
7.1 Definování variant.....	46
7.2 Porovnání stávajícího stavu a navržených variant.....	46
7.2.1 Celková dodaná a neobnovitelná energie.....	46
7.2.2 Dílčí dodaná energie.....	47
7.2.3 Porovnání energonositelů.....	48
8 Průkazy energetické náročnosti budovy.....	48
9 Porovnání stávajícího stavu a navržené varianty.....	51
9.1 Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB.....	51
9.2 Dodaná energie na vytápění, přípravu TV, osvětlení.....	51
C POJEKT PENB.....	54
ZÁVĚR.....	89
ZDROJE.....	90
SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK.....	92
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	93
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	94
SEZNAM TABULEK.....	96
SEZNAM GRAFŮ.....	96
SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je zpracování průkazu energetické náročnosti bytového domu v Brně-Bystrci. Nejprve se zpracovává PENB pro stávající stav. Následně jsou navržena opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a zpracován PENB s téměř nulovou spotřebou energie. Bakalářská práce je rozdělena do 3 základních částí:

Teoretická část pojednává o solárních kolektorech. Zabývá se jejich rozdělením dle různých kritérií a vývojem trhu v minulosti a v současnosti.

Ve výpočtové části popisují stavební řešení objektu, tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí a specifikují energetické systémy budovy. Navrhují zde úsporná opatření a navrhují možné varianty. Porovnávám zde původní a navržená řešení z hlediska ekonomického, snížení energetické náročnosti budovy a neobnovitelné primární energie.

Ve třetí části bakalářské práce se nachází PENB stávajícího a navrženého stavu. Průkazy byly zpracovány v programu Energetika od společnosti Deksoft.



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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Odstrčilíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

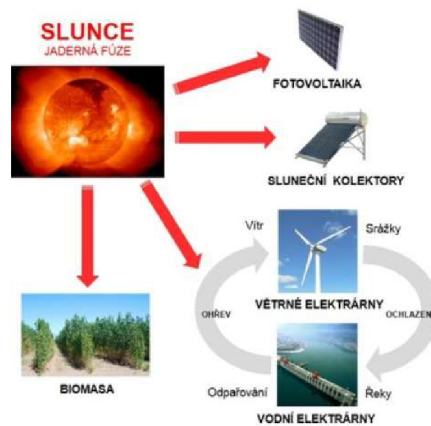
A TEORETICKÁ ČÁST

1 Energie ze Slunce

1.1 Slunce jako zdroj energie

Slunce je nám nejbližší a nejdůležitější hvězdou. Hustota toku energie vyzařované z povrchu Slunce je okolo 60 MW/m^2 . Stáří Slunce lze odhadnout na zhruba 5 miliard let a předpokládá se, že jaderná fúze bude pokračovat ještě dalších 5 až 10 miliard let. Z naší lidské perspektivy je tedy energie vyzařovaná Sluncem nevyčerpatelným a trvalým zdrojem energie. [1]

Většina obnovitelných zdrojů přímo či nepřímo získává energii ze slunečního záření. Fotovoltaická a solární tepelná energie jsou na slunečním záření závislé přímo. [6]



Obrázek 1 Obnovitelné zdroje přeměňující energii jaderné fúze [6]

1.2 Sluneční konstanta

Hustota zářivého toku sluneční energie na jednotku plochy kolmé ke směru šíření záření, dopadající při střední vzdálenosti Slunce od Země na vnější povrch zemské atmosféry, se nazývá sluneční konstanta. Na základě dlouhodobých družicových měření se hodnota sluneční konstanty uvádí 1367 W/m^2 . [1]

1.3 Vliv atmosféry na sluneční záření

Vliv atmosféry závisí na těchto faktorech:

- výška Slunce nad obzorem a s ní související tloušťka vrstvy vzduchu (viz kapitola 1.4);
- nadmořská výška místa;
- míra znečištění atmosféry - nad městy a ve velkých průmyslových agloracích je zřetelně větší obsah aerosolů a tuhých částic, a díky tomu i menší intenzita slunečního záření;
- oblačná pokrývka - největší překážkou jsou mraky. [2]

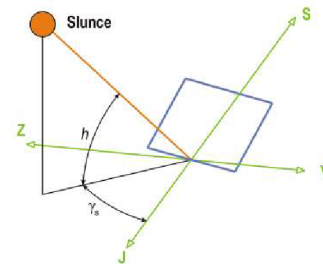
1.4 Parametry určující polohu slunce nad obzorem

Směr dopadu slunečních paprsků je dán vzájemnou polohou slunce nad obzorem (vzhledem k zemi) a osluněné plochy. Zatímco u osluněné plochy jde zpravidla o stálou polohu určenou orientací plochy ke světovým stranám a úhlem sklonu od vodorovné roviny, mění se poloha slunce nad obzorem v závislosti s časem. V každém okamžiku pak je poloha slunce dána jeho výškou nad obzorem h a jeho azimutem a a pro tyto dva parametry platí vztahy:

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos \tau$$

a

$$\sin a = \frac{\cos \delta}{\cos h} \sin \tau,$$



Obrázek 2 Geometrické charakteristiky pohybu Slunce [8]

kde δ – sluneční deklinace, tj. zeměpisná šířka, kde v daný den ve 12 h;

φ – zeměpisná šířka;

τ – čas (časový úhel) v obloukových stupních, měřený od 12. h v poledne (jedné hodině odpovídá úhel 15°). [3]

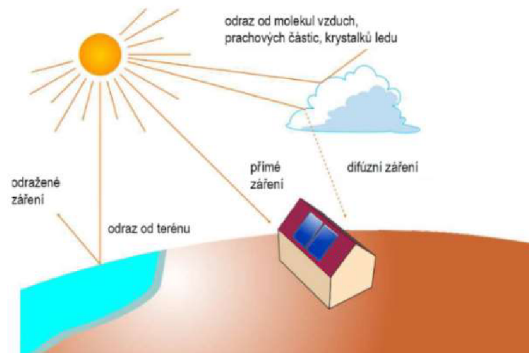
1.5 Přímé a difúzní záření

Na vnější povrch atmosféry dopadá sluneční záření v nerozptýlené formě. Průchodem atmosférou dochází k jeho rozptýlení na částicích prachu, krystalcích ledu či kapičkách vody. [1]

Difúzní sluneční záření

Záření, které se v atmosféře rozptýlí odrazem o molekuly plynů ve vzduchu, částičky prachů a mraky, proniká k povrchu Země. [3]

Na osluněnou plochu také dopadá část přímého záření, která se odrazí od okolních ploch, také toto odražené záření se počítá k záření difúznímu. [3]

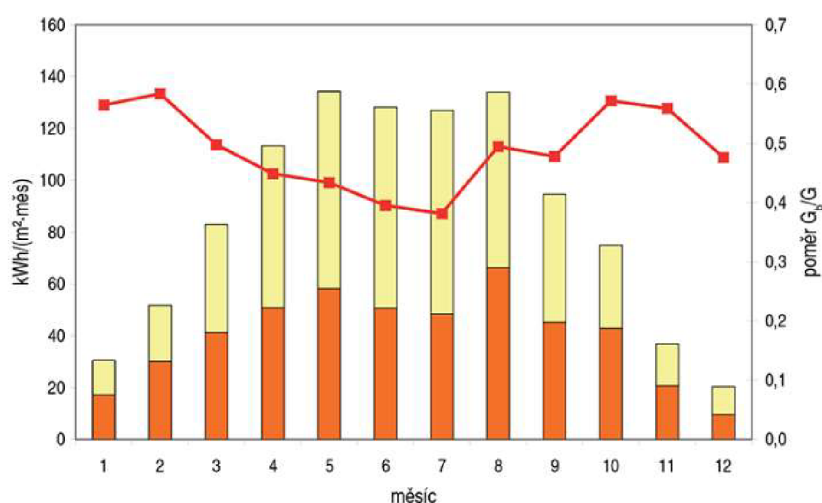


Obrázek 3 Znázornění přímého a difúzního záření [7]

Přímé slunečního záření

Má výrazně směrový charakter. Zjednodušeně lze konstatovat, že přímé sluneční záření přichází tehdy, je-li viditelný sluneční kotouč.

Výkonová hustota přímého slunečního záření je oproti difuznímu značně závislá na úhlu dopadu. Vychází se z předpokladu, že naprostá většina povrchů v přírodě jsou povrchy difuzní, tzn. že i přímé úhlově závislé sluneční záření dopadající na takový povrch se odrazí do všech stran více či méně se stejnou intenzitou (všesměrově). V prostředí měst s výrazným podílem lesklých ploch tento předpoklad platí omezeně. [1]



Obrázek 4 Podíl přímého (tmavá) a difuzního (světlá) záření – typický rok, Praha [1]

1.6 Základní veličiny popisující sluneční záření

Rozlišují se dvě základní veličiny popisující energetický obsah slunečního záření: jednak výkonová hustota zářivého toku slunečního záření, označovaná jako sluneční ozáření G ve W/m^2 a dále hustota dopadající energie za časový úsek, označovaná jako dávka slunečního ozáření H v kWh/m^2 .

V tabulce jsou uvedeny typické hodnoty celkového slunečního ozáření G pro různé stavy oblačnosti. Celkové sluneční ozáření G je součtem přímého slunečního ozáření G_b a difuzního slunečního ozáření G_d . Úrovně slunečního ozáření jsou podmíněny ročním obdobím pouze částečně, zejména však aktuální oblačností a sklonem přijímající plochy. [1]

	$G = G_b + G_d$	poměr G_d / G
Jasná obloha	700–1 000 W/m^2	10–20 %
Lehce zataženo	200–700 W/m^2	20–80 %
Silně zataženo	100–200 W/m^2	80–100 %

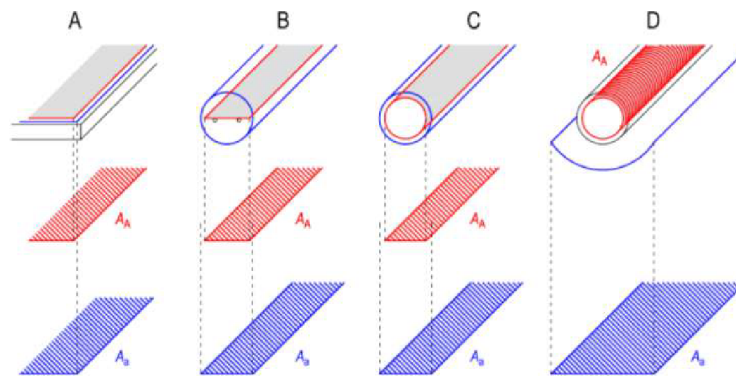
Obrázek 5 Hodnoty celkového slunečního záření [1]

2 Parametry solárních kolektorů

2.1 Vztažná plocha

U solárních kolektorů se rozlišují celkem tři plochy, ke kterým se vztahují parametry, především účinnost kolektoru:

- plocha absorberu A_A - plocha, na které dochází k přeměně slunečního záření v teplo;
- plocha apertury A_a - plocha průmětu otvoru, kterým vstupuje do kolektoru nesoustředěné sluneční záření, zpravidla plocha průmětu zasklení nebo reflektoru;
- celková obrysová (hrubá) plocha A_G - plocha průmětu celkového obrysu solárního kolektoru. [13]



Obrázek 6 Plocha apertury a absorberu solárních kolektorů [13]

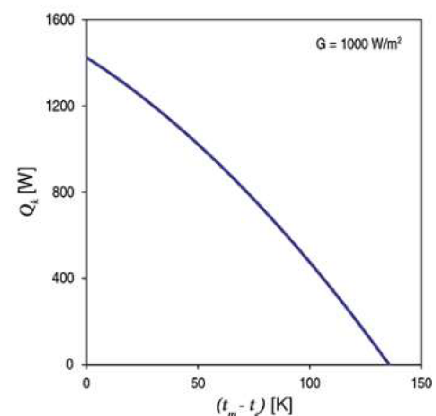
Značení: A) plochý; B) trubkový s plochým absorberem; C) trubkový s válcovým absorberem; D) trubkový s válcovým absorberem a reflektorem.

2.2 Účinnost kolektorů

Účinnost solárního kolektoru η je za ustálených podmínek definována jako poměr tepelného výkonu odváděného teplonosnou kapalinou z kolektoru Q_k k "příkonu" slunečního záření (zářivému toku) dopadajícího na kolektor

$$\eta = \frac{Q_k}{G \cdot A_k}$$

kde G sluneční ozáření, ve W/m^2 ;
 A_k vztažná plocha kolektoru, v m^2 . [13]



Obrázek 7 Křivka tepelného výkonu solárního kolektoru [1]

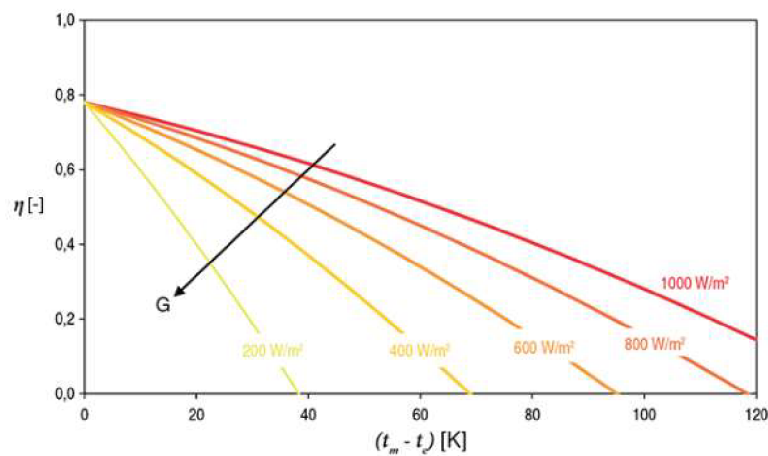
Účinnost solárního kolektoru je závislá na venkovních klimatických podmínkách (sluneční ozáření G , venkovní teplota t_e) a provozních podmínkách (střední teplota teplotnosné kapaliny t_m). Vyhodnocuje se experimentální zkouškou v souladu s ČSN EN 12975

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \frac{(t_m - t_e)^2}{G}$$

kde η_0 je účinnost solárního kolektoru při nulovém teplotním spádu mezi střední teplotou teplotnosné kapaliny t_m a okolím t_e (nulové tepelné ztráty), zjednodušeně označována jako "optická účinnost";
 a_1 lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru, ve $W/(m^2 \cdot K)$;
 a_2 kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru (vyjadřuje teplotní závislost), ve $W/(m^2 \cdot K^2)$. [13]

Závislost na teplotním rozdílu teplot

Na následujícím obrázku je zobrazeno vyjádření účinnosti solárního kolektoru v závislosti na teplotním rozdílu mezi teplotnosnou kapalinou a okolím. Jednotlivé křivky pak odpovídají různým hladinám slunečního ozáření G . [1]



Obrázek 8 Účinnost solárního kolektoru v závislosti na teplotním rozdílu mezi teplotnosnou kapalinou a okolím. [1]

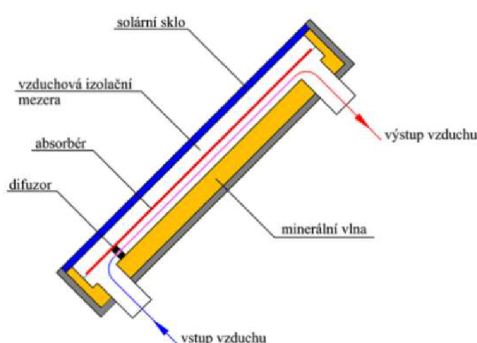
Z grafu je patrné, že při nízkých úrovních slunečního ozáření klesá účinnost kolektoru výrazně dolů. Čím nižší je tepelná ztráta kolektoru, tím je pokles účinnosti s klesajícím teplotním rozdílem méně výrazný. Jednotlivé křivky pak odpovídají různým hladinám slunečního ozáření G . [1]

3 Typy solárních kolektorů

3.1 Rozdělení dle teplotné látky:

Solární kolektory je možné rozlišit podle řady hledisek. Nejčastější rozdělení kolektorů je uvedeno v na obrázku 10. Základním kriteriem rozlišení je druh použité teplotné látky. [1]

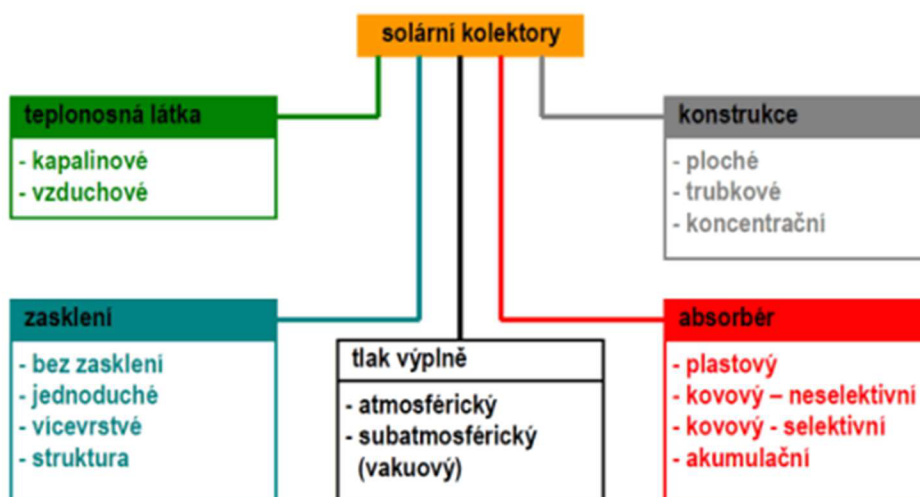
Solární vzduchové kolektory jsou v ČR využívány pouze okrajově pro předehřev čerstvého vzduchu pro větrání nebo oběhového vzduchu pro cirkulační vytápění (teplotovzdušné, sálavé - hypokaustické). [4]



Obrázek 9 Konstrukce vzduchového solárního kolektoru [14]

Kapalinové kolektory jsou takové kolektory, kde je jako teplotná látka používána kapalina (voda, nemrznoucí směs vody a propylenglykolu). Kapalinové kolektory mají absorpér zpravidla tvořený trubkami, protékajícími teplotnou kapalinou, která odvádí teplo z povrchu absorpéru. Využívají se pro naprostou většinu aplikací v budovách. [1]

3.2 Rozdělení dle dalších hledisek a základní typy kolektorů



Obrázek 10 Rozdělení solárních kolektorů [4]

Z uvedeného rozdělení vyplývají konstrukční kombinace, se kterými je možné se v praxi setkat - viz další kapitoly. [4]

3.3 Ploché kolektory

3.3.1 Ploché nekryté kolektory

Zpravidla plastová rohož bez zasklení s vysokými tepelnými ztrátami závislými na venkovních podmínkách, zvláště na rychlosti proudění větru. Jsou proto určeny hlavně pro sezónní ohřev bazénové vody o nízké teplotní úrovni. [4]

Vyrábějí se zpravidla z plastu odolného vůči UV záření (EPDM, polypropylen). Nevýhodou použití plastů je omezená odolnost takových kolektorů vůči extrémním podmínkám a celková trvanlivost. [1]



Obrázek 11 Plastová bazénová rohož [1]

3.3.2 Ploché neselektivní kolektory

Zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně neselektivním povlakem (např. černým pohltivým nátěrem).

Pouze pro sezónní přehřev vody při nízké teplotní úrovni vzhledem ke značným tepelným ztrátám vlivem sálání absorbéru v zimním období.

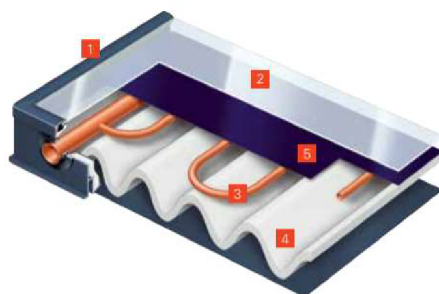
Na trhu se v současné době příliš nevyskytují. [4]

3.3.3 Ploché selektivní kolektory

Zasklený deskový kolektor s kovovým absorbérem se spektrálně selektivním povlakem a s tepelnou izolací na boční a zadní straně kolektorové skříně.

Využívají se pro solární ohřev vody a vytápění celoročně vzhledem k výrazně sníženým tepelným ztrátám sáláním absorbéru.

Tvoří naprostou většinu zasklených kolektorů na trhu. [4]



- 1 Celoodvodově ohýbaný hliníkový rám se zasklívací lištou
- 2 Stabilní vysoce transparentní kryt ze speciálního skla s ThermProtect
- 3 Absorbér meandrovitého tvaru
- 4 Vysoce účinná tepelná izolace
- 5 Plech absorbéru s vrstvou ThermProtect s automatickým vypínáním teploty

Obrázek 12 Plochý selektivní kolektor [9]

3.3.4 Ploché vakuové kolektory

Zasklený deskový kolektor v těsném provedení s kovovým absorberem se spektrálně selektivním povlakem a tlakem uvnitř kolektoru nižším než atmosférický tlak v okolí kolektoru (absolutní tlak cca 1 až 10 kPa) pro zajištění nízké celkové tepelné ztráty. [4]

Jsou určeny pro celoroční solární ohřev vody a vytápění, případně průmyslové aplikace s provozními teplotami okolo 100 °C. [4]

Neobsahují tepelnou izolaci na zadní straně absorberu. Mezi zadní stranou absorberu a povrchem vany kolektoru dochází k přenosu tepla sáláním, snižuje se použitím nízkoemisivních povlaků na obou površích. [1]



Obrázek 13 Konstrukce plochého vakuového kolektoru [1]

3.4 Trubkové vakuové kolektory

Trubkové vakuové solární kolektory jsou obecně kolektory s válcovým zasklením, u kterých je prostor mezi absorberem a zasklením vakuován na extrémně nízký tlak pod 1 mPa. [4]

Dosahují extrémně nízkých tepelných ztrát i při vysokých rozdílech teplot mezi absorberem a okolním prostředím kombinací vakuové izolace a nízkoemisivního povrchu absorberu. [1]

Využití slunečního záření i při vysokých provozních teplotách nad 100 °C, např. v oblasti průmyslového tepla nebo solárního chlazení. [1]

Nízká tepelná ztráta se může v některých případech projevit negativně. V případě námrazy nebo zapadání sněhem je kolektor v podstatě mimo provoz i přes slunečné počasí. [1]



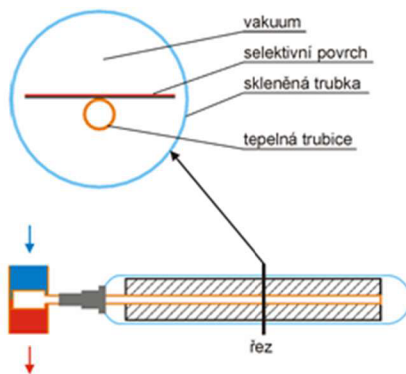
Obrázek 14 Solární vakuové trubkové kolektory [10]

3.4.1 Rozdělení dle konstrukčního spořádání

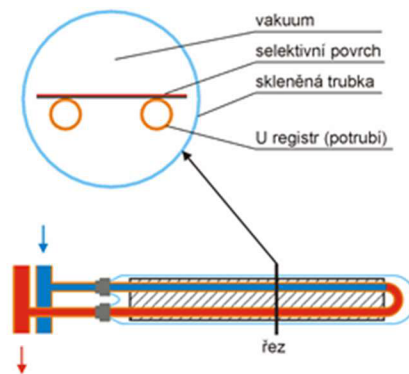
- přímo protékané – absorber je vodivě spojen s potrubím přímo protékaným teplotonosnou kapalinou
 - koncentrické potrubí jako trubka v trubce – vnitřní trubkou se přivádí teplotonosná kapalina, ve vnějším meziprostoru se ohřívá a odvádí
 - potrubí ve tvaru U-registru s přívodní a vratnou trubicí
- s tepelnou trubicí – absorber je vodivě spojen s výparníkem, kde se vypařuje pracovní látka
 - suché napojení – kondenzátor tepelné trubice uchycený v pouzdru omývaném teplotonosnou kapalinou
 - mokré napojení – kondenzátor tepelné trubice přímo omývaný teplotonosnou kapalinou [1]

3.4.2 Rozdělení dle konstrukce

- trubkové kolektory s jednotěnou trubicí a plochým absorberem – starší tradiční typ, původně vyráběný v Evropě a USA [1]

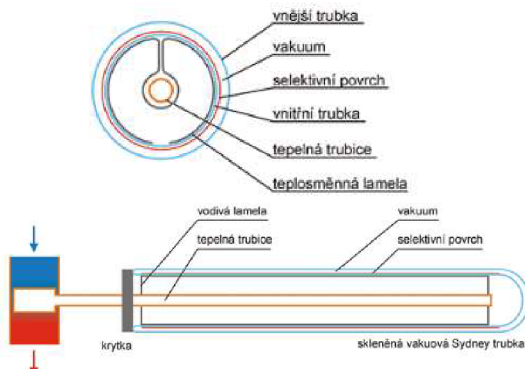


Obrázek 16 Jednotěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí [5]

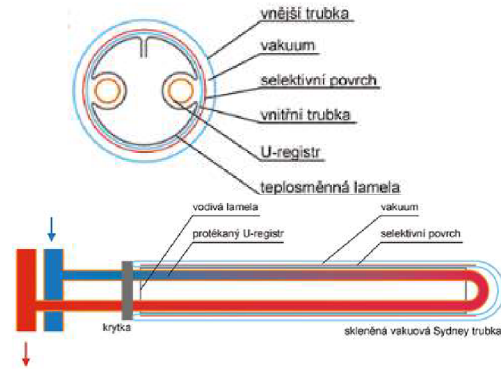


Obrázek 15 Jednotěnný trubkový vakuový kolektor s přímo protékanou U-smyčkou [5]

- trubkové kolektory s dvojtěnou trubicí a válcovým absorberem (Sydney) – „čínský“ typ, v současnosti převážně vyráběný v Číně [1]



Obrázek 17 Dvojtěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí [1]



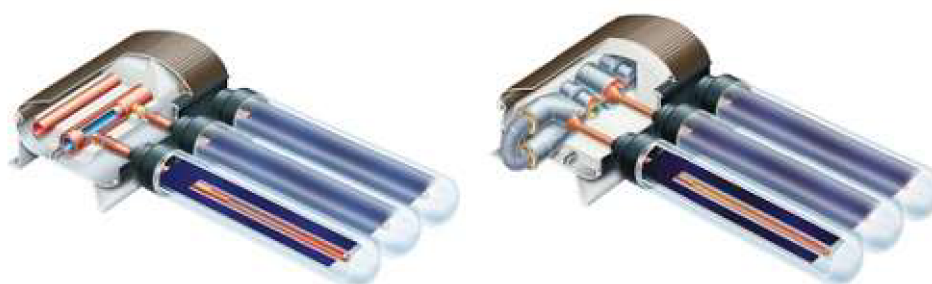
Obrázek 18 Dvojtěnný trubkový vakuový kolektor s přímo protékanou U-smyčkou [1]

3.4.3 Trubkové jednostěnné vakuové kolektory

Kolektor s plochým spektrálně selektivním absorberem umístěným ve vakuované skleněné trubce (absolutní tlak $< 10^{-3}$ Pa).

Výrazné omezení tepelných ztrát (nízkoemisivní absorber, vakuová izolace) a vysoký přenos tepla z absorberu do teplotnosné kapaliny svařovaným spojem poskytuje vysokou účinnost kolektoru v celém teplotním rozsahu.

Kolektor je použitelný pro většinu aplikací, avšak vzhledem k relativně vysoké ceně především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad 100 °C). [4]



Obrázek 19 Trubkové jednostěnné vakuových kolektory: s přímo protékáním koncentrickým potrubím (vlevo), s tepelnou trubicí (vpravo) [1]

3.4.4 Trubkové dvojtěnné (Sydney) vakuové kolektory

Kolektor s válcovým spektrálně selektivním absorberem (absorpční skleněná trubka) umístěným ve vakuované skleněné trubce (absolutní tlak $< 10^{-3}$ Pa).

Sydney kolektory vyznačují obecně nižší účinností při nízkých teplotách (např. oproti plochým kolektorům) vzhledem k problematickému zajištění přenosu tepla z absorpční trubky do teplotnosné kapaliny pomocí hliníkové teplosměnné lamely.

Používají se především pro kombinované soustavy pro vytápění či průmyslové vysokoteplotní aplikace (provozní teploty nad 100 °C). [4]



Obrázek 20 Vakuová skleněná Sydney trubka (vlevo), U-registr z měděného potrubí s hliníkovou lamelou (vpravo) [1]

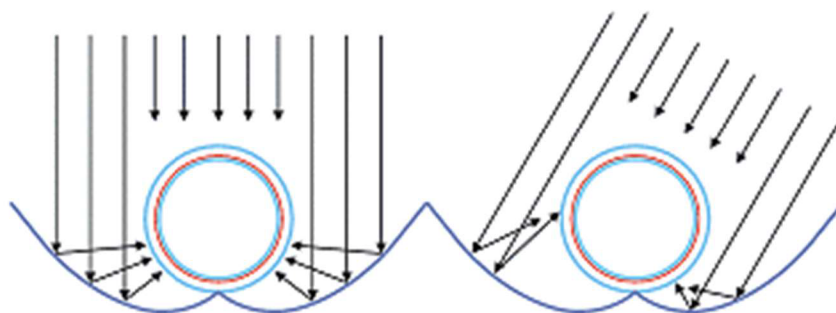
3.4.5 Soustředující (koncentrační) kolektor

Obecně kolektor, ve kterém jsou použita zrcadla (reflektory), čočky (refraktoři) nebo další optické prvky k usměrnění a soustředění přímého slunečního záření, procházejícího aperturou kolektoru, do ohniska (absorbéru) o výrazně menší ploše než je vlastní plocha apertury. [4]



Obrázek 21 Paraboloidní reflektor [1]

Ploché kolektory vybavené vnějším zrcadlem nebo kolektory s vakuovanými Sydney trubkami opatřené reflektorem jsou rovněž považovány za soustředující kolektory. Pro účinné použití koncentračních kolektorů je základní podmínkou dostatek energie přímého slunečního záření během roku. [4]



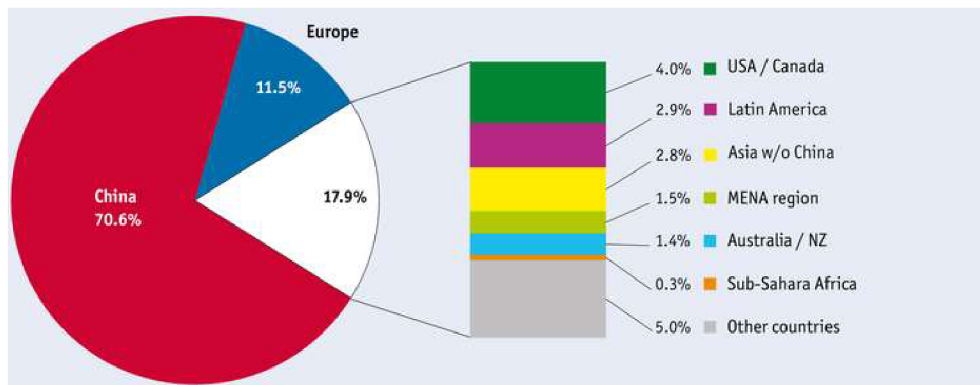
Obrázek 22 Koncentrační solární kolektory pro aplikace v budovách: trubkový Sydney kolektor s reflektorem [4]

4 Solární tepelné soustavy ve světě

4.1 Trh s kolektory ve světě

Ke konci roku 2018 bylo v provozu 686 milionů m² kolektorů s tepelným výkonem 480 GW_t. Jejich energetický přínos v roce 2018 činil 396 TWh, což odpovídá úsporám ve výši 42,6 milionu tun ropy a 137,5 milionů tun CO₂.

Největší podíl instalovaného výkonu tvoří Čína (334,5 GW_t) a Evropa (54,3 GW_t). [16]



Obrázek 23 Podíl solárních kolektorů v provozu podle oblasti světa [16]

Čína

Z obrázku je patrné, že naprostá většina světového trhu (70 %) leží v Číně. Celosvětově tam vedou trubkové vakuové solární kolektory před plochými zasklenými a plochými nezasklenými. Vzduchové solární tepelné kolektory tvoří stále marginální část trhu.

Evropa

V Evropě se od skončení finanční krize v roce 2009 sice více než zdvojnásobila instalovaná plocha solárních tepelných kolektorů na 77 milionů m², nicméně růst instalací se zastavil na 2 %. V Evropě dominují ploché zasklené kolektory (přes 80 % výkonu instalací).

Podíl zemí na evropském trhu:

- 30 % a 25 % trhu – Turecko a Německo
- 27 % trhu – Rakousko, Řecko, Španělsko, Itálie a Francie
- 18 % trhu – ostatní evropské země, stávají se stále důležitějšími vzhledem k jejich rychlému růstu.

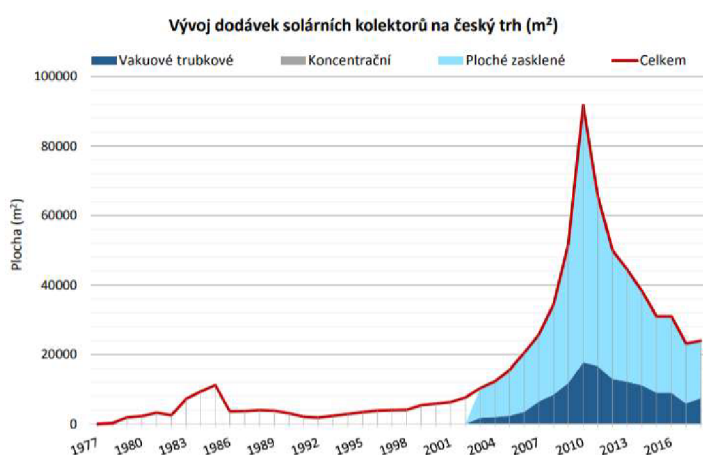
USA

V USA téměř 90 % instalací využívá nezasklené kolektory. [16]

4.2 Trh s kolektory v České republice

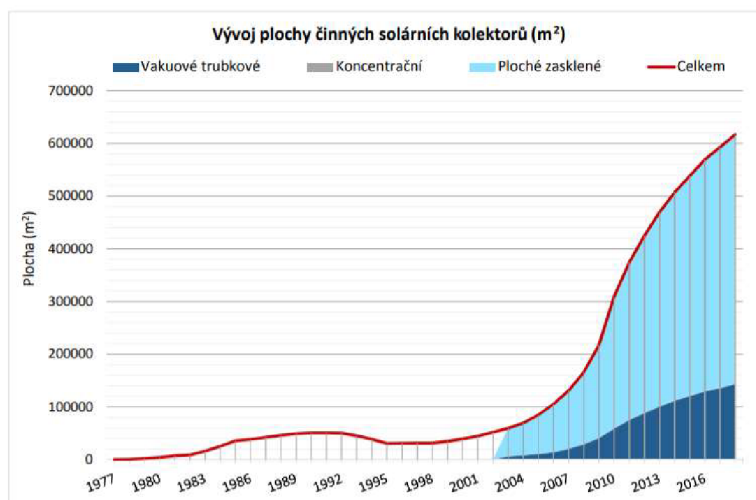
Trh se solárními kolektory v ČR vykazoval trvalý růst v období před finanční krizí. V té době začal působit Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie a později přibyla i podpora z evropských fondů. Narůst plochy instalací solárních kolektorů průměrně dosahoval 25 % ročně.

Velkým stimulem, který v období krize evropského trhu se solárními kolektory v letech 2009 až 2010 udržel rostoucí trh v ČR, byl program podpory Zelená úsporám. [17]



Obrázek 24 Vývoj dodávek solárních kolektorů na český trh [15]

Následně, po skokovém přerušení programu v letech 2011 a 2012, začal trh se solárními kolektory postupně klesat a od dalšího poklesu ho nezachránilo ani zavedení nového dotačního programu Nová Zelená úsporám v roce 2013. Podle zveřejněných údajů za rok 2017 růst instalací v České republice dosáhl pouze 2 %. [17]

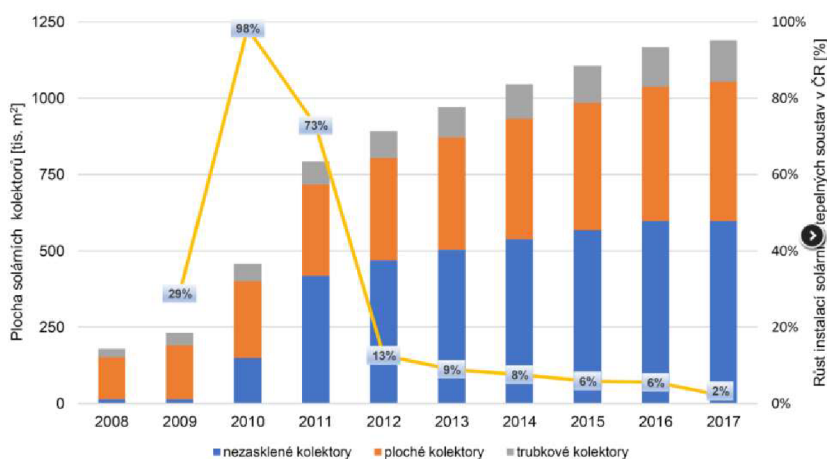


Obrázek 25 Vývoj plochy činných solárních kolektorů [15]

4.3 Podíl jednotlivých druhů kolektorů v ČR

Celková instalovaná plocha činných solárních soustav v roce 2017 byla okolo 1,2 mil. m², což představuje instalovaný tepelný výkon 825 MWt. Instalovaná plocha solárních kolektorů se pohybovala okolo 113 m²/1 000 obyvatel.

Naproti tomu se například pro Rakousko uvádí, že bylo instalováno okolo 590 m²/1 000 obyvatel nebo v Německu 237 m²/1 000 obyvatel. [16]



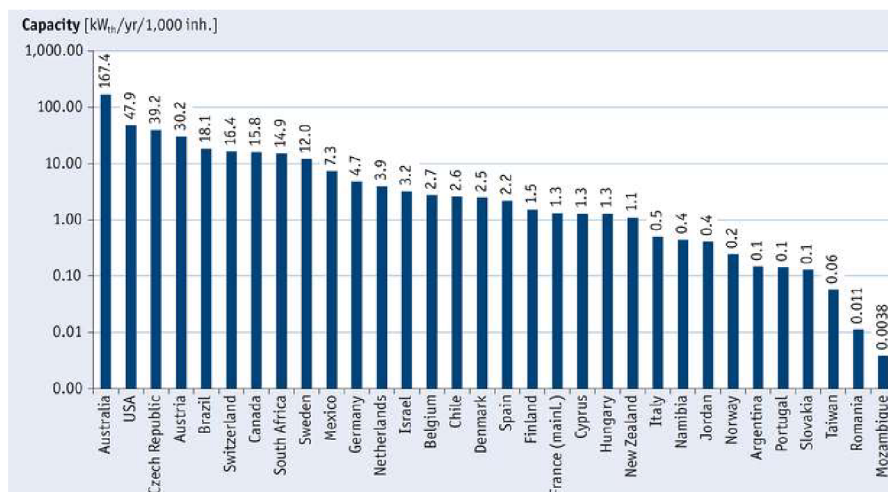
Obrázek 26 Trh se solárními kolektory v České republice [16]

Mezi instalovanými solárními kolektory v ČR jsou nejčastější nezasklené kolektory (50 %) a ploché zasklené kolektory (38 %). Podíl trubkových vakuových kolektorů tvoří pouze 12 %. [16]

4.4 Nezasklené solární kolektory ve světě a 3.místo ČR

Zajímavým faktem je, že z pohledu instalovaného výkonu nezasklených solárních kolektorů na 1 000 obyvatel Česko celosvětově obsadilo třetí příčku za Austrálií a USA. Důvodem velké popularity nezasklených solárních kolektorů v České republice je jejich využití pro solární ohřev bazénů. [16]

Údaje z roku 2018:



Obrázek 27 Výkon nezasklených solárních kolektorů na 1000 obyvatel [16]



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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Odstrčilíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Základní informace, rozdělení do zón

1.1 Základní informace o objektu

Bytový dům se nachází v Brně-Bystrci. Je postaven v panelové technologii T06B-KDU (Jihomoravská varianta). Jedná se o struskokeramzitbetonový panelový systém. Výstavba objektu probíhala 1975–1977. Objekt má plochou střechu a výlez na ni. Celková podlahová plocha činí 3023,22 m². Energeticky vztažná plocha činí 2703,65 m². Bytový dům má 1 podzemní podlaží a 8 typických podlaží. Nachází se zde 32 bytů 3+1 a 8 bytů 1+kk. V objektu bydlí přibližně 84 obyvatel.



Obrázek 28 Mapa - umístění bytového domu



Obrázek 29 Východní pohled na fasádu

1.2 Zóny

Objekt je rozdělen do 3 zón dle způsobu užívání.

1.2.1 Zóna č. 1 – Obytné prostory

V této zóně se nachází všechny bytové jednotky v bytovém domě, které jsou vytápěny. Energeticky vztažná plocha zóny činí 2405,83 m².

1.2.2 Zóna č. 2 – Společné komunikace (schodiště)

Zóna zahrnuje schodiškový prostor, navazující chodbu před vstupem do bytů v jednotlivých patrech a výlez na střechu. Zóna prochází všemi podlažími a celková podlahová plocha činí 297,82 m².




1.2.3 Zóna č. 3 – Suterén

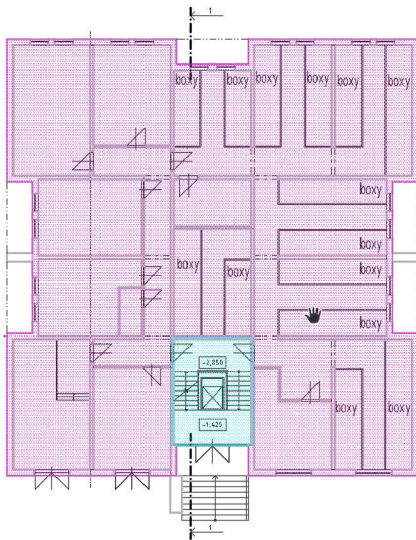
Součástí zóny jsou všechny prostory v suterénu (sklepní kóje a boxy), kromě společné komunikace procházející suterénem. Prostor není vytápěn. Celková podlahová plocha zóny činí 319,57 m².

1.2.4 Znázornění zón bytového domu

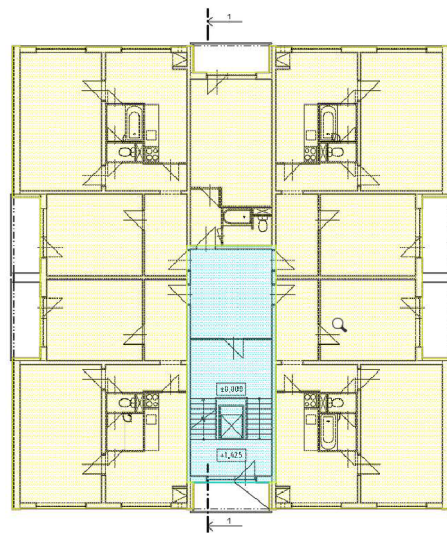
Na následujících obrazcích je znázorněno rozdělení bytového domu do jednotlivých zón.

Legenda:

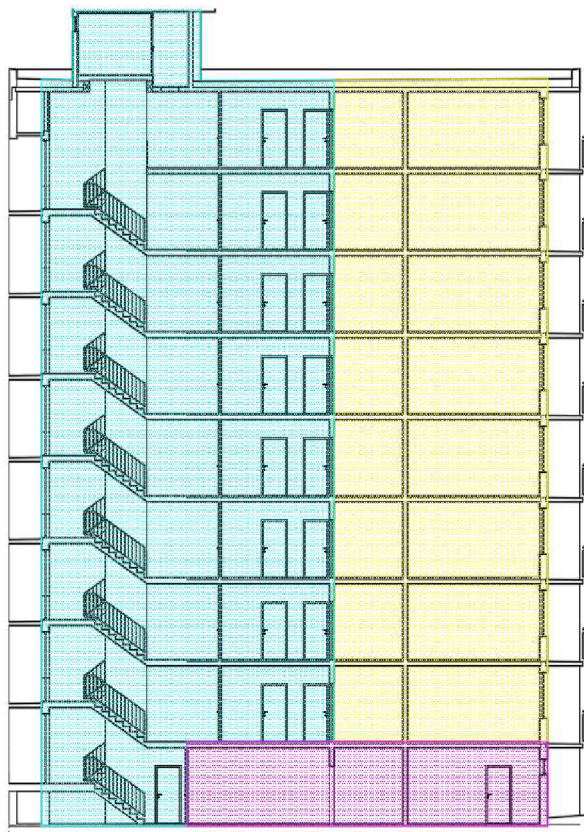
-  Zóna č. 1 – Obytné prostory
-  Zóna č. 2 – Společné komunikace
-  Zóna č. 3 – Suterén



Obrázek 32 Bytový dům – 1. PP



Obrázek 30 Bytový dům – 1. NP – 8. NP



Obrázek 31 Bytový dům – řez

2. Specifikace energetických systémů budovy

2.1 Vytápění

2.1.1 Zdroj

Teplo je do objektu dodáváno prostřednictvím centrálního zásobování teplem (CZT). Dům je připojen podzemní přípojkou z nedaleké plynové kotelny.

V objektu je jedno napojovací místo, kde je použit systém dvoutrubkový. Připojovací bod je opatřen uzavírací a měřící armaturou. Zdroj napájí topný systém a zároveň ohřívá zásobník TV.



Obrázek 33 Regulační bod

2.1.2 Rozvody

Rozvody jsou vedeny v suterénu pod stropem, uložené na závěsech. Topný systém je řešen jako dvoutrubkový. Jedná se o symetrickou otopnou soustavu z ocelového potrubí. Teplotní spád topné vody je 90/70 °C. Na vratu vytápění je umístěn regulátor diferenčního tlaku v počtu 2 kusů. Dále je na vratném potrubí umístěn regulační ventil. Rozvody jsou opatřeny tepelnou izolací, která je tvořena Mirelonem nebo minerální vlnou v kombinaci se sádrou. Na potrubí je použito kulových ventilů a šoupátek. Zhruba před deseti lety byly vyměněny stoupačí potrubí TV.



Obrázek 34 Rozvody v suterénu

2.1.3 Otopná plocha

V objektu jsou otopná tělesa litinová, článková typu Kalor. Každé těleso je vybaveno přímým nebo rohovým termostatickým ventilem s termostatickou hlavicí Oventrop. V objektu je celkem 109 termostatických ventilů. Dále je zde několik otopných registrů v technickém podlaží.



Obrázek 35 Otopné těleso v bytě

2.2 Příprava teplé vody

Teplá voda je ohřívána z CZT v zásobníku ACV JUMBO 800 o objemu 675/125 l. Regulace výkonu je prováděna na straně topné vody pomocí elektricky ovládaného uzavíracího ventilu.



Obrázek 36 Ohříváč teplé vody

2.3 Vzduchotechnika

V objektu není významné vzduchotechnické zařízení, pouze je provedeno centrální šachtové v koupelně a WC.

2.4. Systém Měření a Regulace

Ve vratném potrubí je umístěna měřící armatura topné vody Multical Kamstrup, která je napojena na odečítač tepla Calec HCL 200.S. V kombinaci s tímto zařízením je na přívodním potrubí napojen elektronický průtokoměr. Spotřeba teplé vody je měřena bytovými vodoměry. Součástí regulace jsou rovněž termostatické ventily. Teplota přívodní vody je regulována ekvitermně. Je provedeno hydraulické vyvážení otopné soustavy pomocí regulátorů diferenčního tlaku.



Obrázek 37 Měřící zařízení

2.5 Technologie

V objektu není žádná významná technologie.

2.6 Elektroinstalace

Ke zpracování této kapitoly se vycházelo z obhlídky stávajícího stavu. Projektová dokumentace nebyla dána k dispozici.

Objekt je připojen k distribuční kabelové síti NN E.ON Distribuce, a.s.

2.7 Osvětlovací soustava

Budova je vybavena žárovkovými a zářivkovými svítidly. V bytech jsou použity žárovky i zářivky. Optický systém svítidel je vyhovující, poskytující poměrně vysokou účinnost stávajících svítidel.

2.8 Další významné spotřebiče energie

V budově je výtah. V objektu je celkem 7 elektromotorů s celkovým příkonem 10,5 kW.

3. Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí – stávající stav

3.1 Popis stávajících konstrukcí

Budova je postavena v panelové technologii T06B-KDU (Jihomoravská varianta). Jedná se o struskokeramzitbetonový panelový systém.

Průčelní a štítové obvodové prvky jsou jednovrstvé a tvoří je panely ze struskokeramzitbetonu tl. 300 mm. Pouze štíty budovy jsou zatepleny pěnovým polystyrenem tl. 50 mm, vnější krycí vrstvu tvoří trapézový plech.

Stropní konstrukce tvoří železobetonové panely tl. 250 mm, na kterých je proveden cementový potěr v tl. 100 mm. Neobsahuje tepelnou či akustickou izolaci.

Nášlapné vrstvy jsou řešeny převážně z PVC, popř. dlažby a parket.

Budovu zastřešuje klasická plochá jednoplášťová střecha. Nosná část je tvořena železobetonovou stropní konstrukcí. Tepelně–izolační vrstvu tvoří izolace POLSID tl. 50 mm. Hydroizolační souvrství je tvořeno natavenými asfaltovými pásy.

V plášti budovy jsou osazena převážně původní zdvojená dřevěná okna, část oken byla v nedávné době vyměněna za nová s izolačním dvojsklem v plastovém rámu (cca 6 bytů). Vstupní dveře do budovy jsou ocelové, prosklené jedním sklem.

Pohledy na fasádu



Obrázek 38 Západní pohled



Obrázek 39 Jižní pohled



Obrázek 40 Severní pohled

3.2 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

3.2.1 Výpočet součinitele prostupu tepla – stávající stav

Na základě získaných podkladů jsem vypočítala součinitel prostupu tepla U pro jednotlivé konstrukce. Pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka $U \leq U_{N,20}$ [$W/(m^2 \cdot K)$], kde U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U_N je jeho normou požadovaná hodnota ve $W/(m^2 \cdot K)$.

Tabulka 1 Střecha – stávající stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [$W/(m \cdot K)$]	R	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[$m^2 \cdot K/W$]				
1	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,04	1,407	0,1	0,811
2	Železobeton	0,250	1,740	0,144				
3	A 400 H (lepenka)	0,001	0,210	0,003	R _{si}			
4	Písek	0,050	0,950	0,053	0,10			
5	Pěnový polystyren	0,050	0,051	0,980				
6	Sklobit (asf. pás)	0,015	0,210	0,071				
$U_{N,20}=0,24 W/(m^2 \cdot K)$				$U_{rec,20}=0,16 W/(m^2 \cdot K)$				

Tabulka 2 Obvodová stěna, částečně zateplená – stávající stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [$W/(m \cdot K)$]	R	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[$m^2 \cdot K/W$]				
1	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,04	1,701	0,1	0,688
2	Keramzit-beton	0,300	0,560	0,536	R _{si}			
3	Pěnový polystyren	0,050	0,051	0,980	0,13			
4	Trapézový plech	0,001	50	0,000				
$U_{N,20}=0,30 W/(m^2 \cdot K)$				$U_{rec,20}=0,25 W/(m^2 \cdot K)$				

Tabulka 3 Obvodová stěna – stávající stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				
1	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,04	0,74	0,1	1,459
2	Keramzitbeton	0,300	0,560	0,536	R _{si}			
3	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,13			
$U_{N,20}=0,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ $U_{\text{rec},20}=0,25 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								

Tabulka 4 Podlaha v 1.NP – stávající stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{se}	R _T	ΔU	U
				[m ² ·K/W]				
1	Parkety	0,020	0,220	0,091	0,17	0,902	0,1	1,208
2	Cementový potěr	0,050	1,160	0,043				
3	Písek	0,015	0,950	0,016	R _{si}			
4	Železobeton	0,100	1,740	0,057				
5	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,17			
$U_{N,20}=0,60 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ $U_{\text{rec},20}=0,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								

Okna a balkónové dveře

Okna a dveře jsou dřevěné zdvojené s dvojitým zasklením a čirým sklem. Součinitel prostupu tepla je $U=2,4 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Vchodové dveře

Dveře tvoří ocelový rám, jednoduché zasklení a čiré sklo. Součinitel prostupu tepla je $U=5,65 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

3.2.2 Porovnání vypočtených součinitelů prostupu tepla – stávající stav

Vypočtené součinitele prostupu tepla U_{vyp} jsem porovnávala s požadovanými $U_{N,20}$ a doporučenými $U_{rec,20}$ hodnotami. Žádná z uvedených konstrukcí nespĺňuje normami požadované součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$.

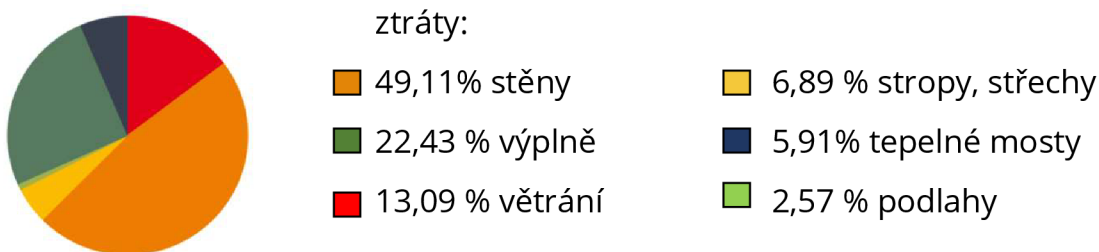
Tabulka 5 Porovnání součinitelů prostupů tepla – stávající stav

Název skladby	U_{vyp}	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{vyp} < U_{N,20}$
	[W/(m ² ·K)]			
Střecha	0,811	0,24	0,16	NEVYHOVUJE
Obvodová stěna (štít)	0,688	0,30	0,25	NEVYHOVUJE
Obvodová stěna (průčelí, lodžie)	1,459	0,30	0,25	NEVYHOVUJE
Podlaha v 1.NP (nad nevytápěným prostorem)	1,208	0,60	0,40	NEVYHOVUJE
Okna a balkonové dveře dřevěné zdvojené	2,40	1,50	1,20	NEVYHOVUJE
Dveře ocelové prosklené	5,65	3,50	2,30	NEVYHOVUJE

4. Analýza energetických potřeb a toků budovy

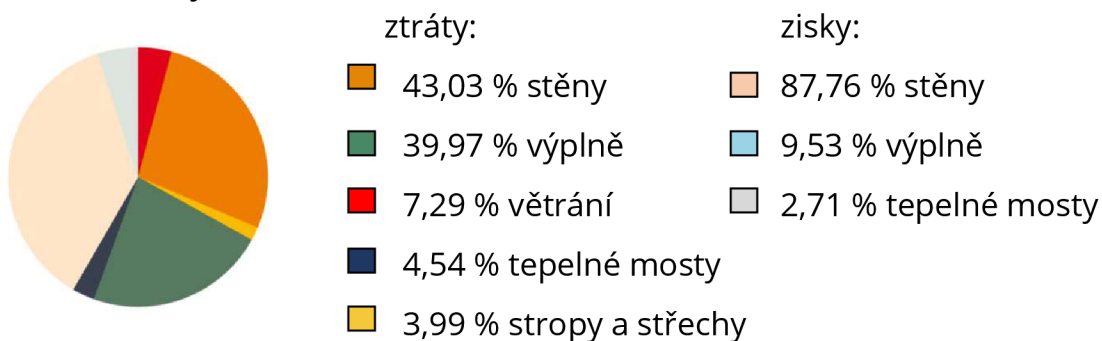
Následující grafy znázorňují tepelné ztráty a zisky prostupy konstrukcí a větráním zón – zpracováno pro zónu 1,2 a to pro stávající a nový stav. Největší ztráty ve stávajícím stavu jsou stěnami.

Zóna 1 – stávající stav:



Graf 1 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 1 – stávající

Zóna 2 – stávající stav:



Graf 2 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním v zóně 2 – stávající stav

5. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB

5.1 Dílčí dodané energie

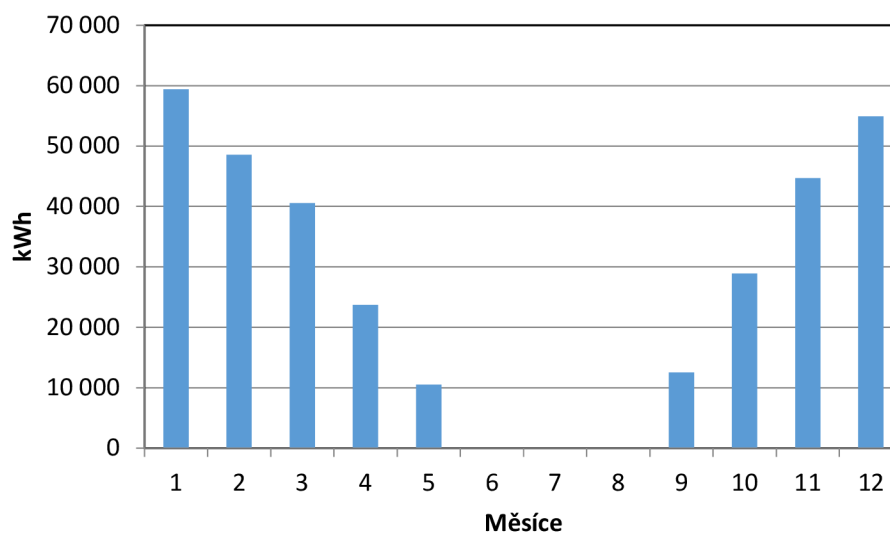
Celková dodaná energie činí 580 MWh/rok. Následující graf nám znázorňuje dílčí dodané energie pro systémy TZB. Z grafu je patrné, že největší podíl (88 %) dodané energie spotřebuje vytápění.



Graf 3 Dílčí dodané energie

5.2 Potřeba tepla na vytápění

V předchozím grafu byla nejvýraznější spotřeba dodané energie na vytápění, proto jsem se rozhodla sestavit další graf, který ukazuje spotřebu energie v jednotlivých měsících. Nejvyšší potřeba tepla na vytápění vyšla v lednu, kde potřeba činí skoro 60 MWh. Od června do srpna je spotřeba energie na vytápění nulová, jelikož není otopné období. Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku.



Graf 4 Potřeba tepla na vytápění – původní stav

6. Návrh úsporných opatření

6.1 Opatření č. 1 – zateplení konstrukcí, výměna oken

6.1.1 Výpočet tloušťky materiálů pro zateplení konstrukcí.

Pro nově navržené konstrukce uvažuji přírážku na tepelné vazby $\Delta U=0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, která je pro konstrukce s mírnými tepelnými vazbami.

$$UN \geq U + \Delta U$$

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{d_{TI}}{\lambda_{TI}}$$

$$d_{TI} \geq \left(\frac{1}{(U_N - \Delta U)} - R_{se} - R_{si} - \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \right) \times (\lambda \times 1,1)$$

6.1.2 Popis navrhnutých materiálů včetně tloušťky

Z výše uvedených grafů (v kapitole 4) vyplývá, že největší ztráta je prostupem tepla konstrukcemi, proto jsem navrhla zateplení konstrukcí.

Zateplení střechy

U střechy navrhuji zateplit konstrukci EPS 100 F – 2×140mm s návrhovým součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u=0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Zateplení stěn

Obvodové konstrukce navrhuji zateplit minerální vatou o tloušťce 200mm s návrhovým součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u=0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (deklarovaný součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D=0,034 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

Zateplení stropu nad suterénem

Strop navrhuji zateplit EPS o tloušťce 120 mm s návrhovým součinitelem tepelné vodivosti $\lambda_u=0,041 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (deklarovaný součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D=0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

Výměna oken

Navrhuji vyměnit stará dřevěná zdvojená okna a balkónové dveře za nová plastová okna s trojsklem. Okno má nízký součinitel prostupu tepla zasklením $U_g=0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Součinitel prostupu tepla je $U_f=1,00 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Součinitel prostupu celého okna pro typické okno v bytech:

$$U_w=(U_f \times A_f + U_g \times A_g + \Psi_g \times I_g)/(A_f + A_g)$$

$$U_w=(1,00 \times 0,917 + 0,6 \times 2,443 + 0,030 \times 9,044)/3,36=0,79 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

Výměna dveří

Navrhuji vyměnit staré ocelové prosklené dveře za nové plastové dveře. Součinitel prostupu tepla dveřmi činí $U_d=1,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

6.1.3 Výpočet součinitele prostupu tepla – nový stav

Tabulka 6 Střecha – nový stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{se}	R _T	ΔU [W/(m ² ·K)]	U
				[m ² ·K/W]				
1	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	0,04	9,012	0,02	0,131
2	Železobeton	0,250	1,740	0,144				
3	A 400 H	0,001	0,210	0,003	R _{si}			
4	Písek	0,050	0,950	0,053	0,10			
5	Pěnový polystyren	0,050	0,051	0,980				
6	Sklobit	0,015	0,210	0,071				
7	Pěnový polystyren EPS 100 F	0,280	0,037	7,568				
8	2xSBS pás modifikovaný	0,004	0,210	0,038				
$U_{N,20}=0,24$ W/(m ² ·K)				$U_{rec,20}=0,16$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 7 Obvodová stěna – nový stav

č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{se}	R _T	ΔU [W/(m ² ·K)]	U
				[m ² ·K/W]				
1	Omítka	0,015	0,990	0,015	0,04	6,13 9	0,02	0,183
2	Keramzit-beton	0,300	0,560	0,536				
3	lepící malta	0,005	0,935	0,005	R _{si}			
4	Minerální vata	0,200	0,037	5,405	0,13			
5	Stěrka + perlínka	0,003	0,935	0,003				
6	silikátová omítka	0,003	0,671	0,004				
$U_{N,20}=0,30$ W/(m ² ·K)				$U_{rec,20}=0,25$ W/(m ² ·K)				

Tabulka 8 Strop nad nevytápěným prostorem

č.	název vrstvy	d [m]	λ [W/(m·K)]	R	R _{se}	R _T	ΔU [W/(m ² ·K)]	U
				[m ² ·K/W]				
1	Parkety	0,020	0,220	0,091	0,17	3,697	0,02	0,291
2	Cementový potěr	0,050	1,160	0,043				
3	Písek	0,015	0,950	0,016				
4	Železobeton	0,100	1,740	0,057				
5	Omítka vápeno-cementová	0,015	0,990	0,015	R _{si}			
6	lepící malta	0,005	0,935	0,005				
7	tepelná izolace EPS	0,120	0,041	2,948	0,17			
8	jádrová omítka	0,015	1,430	0,010				
$U_{N,20}=0,60 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ $U_{rec,20}=0,40 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$								

6.1.4 Porovnání vypočtených součinitelů prostupu tepla– nový stav

Všechny navržené konstrukce vyhovují normami daným požadavkům – součinitelům prostupu tepla, a to požadovaným i doporučeným.

Tabulka 9 Porovnání součinitelů prostupu tepla- stávající stav

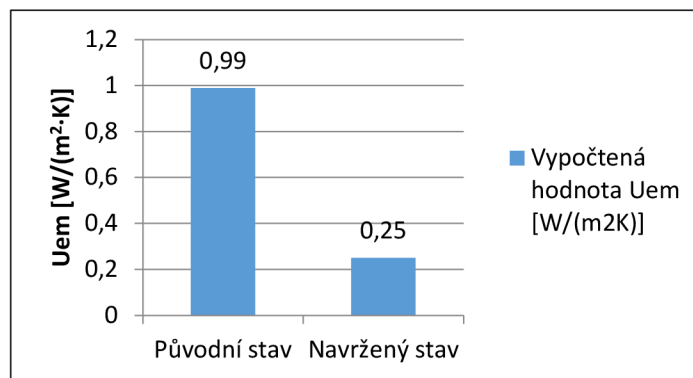
Název skladby	U _{vyp}	U _{N,20}	U _{rec,20}	U _{vyp} <U _{N,20}	U _{vyp} <U _{rec,20}
	[W/(m ² ·K)]				
Střecha	0,131	0,24	0,16	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Obvodová stěna (štít, průčelí, lodžie)	0,183	0,30	0,25	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Podlaha v 1.NP (nad nevytápěným prostorem)	0,291	0,60	0,40	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Okna a balkonové dveře	0,79	1,50	1,20	VYHOVUJE	VYHOVUJE
Dveře ocelové prosklené	1,40	3,50	2,30	VYHOVUJE	VYHOVUJE

6.1.5 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla

Zde nabízím porovnání vypočteného a požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} . Budova jako celek vyhovuje průměrnému součiniteli obálky budovy $U_{em}=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \leq U_{em,N}=0,38 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Tabulka 10 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla

	Vypočtená hodnota U_{em} [W/(m ² ·K)]	Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ [W/(m ² ·K)]	Klasifikační třída obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 přílohy C
	Původní stav	0,99	
Navržený stav	0,25	0,38	Třída B – úsporná



Graf 5 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla

6.1.6 Štítek obálky budovy – nový stav

program ENERGETIKA verze 5.0.0 DEKSOFT

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:	Bytový dům					
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Černého 781 63500, Brno-Bystrc					
Katastrální území:	611778					
Parcelní číslo:	5932					
Celková podlahová plocha $A_v = 2826,15 \text{ [m}^2\text{]}$	stávající	doporučení				
CI veškerá						
0,50						
0,75						
1,00						
1,50						
2,00						
2,50						
mimořádně ne hospodárná						
KLASIFIKACE	B	B				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² ·K)] $U_{em}=H_v/A$	0,25	0,25				
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ [W/(m ² ·K)]	0,38	0,38				
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,19	0,29	0,38	0,58	0,77	0,96
Přítomnost štítku do (datum):	4.6.2030 (nebo do změny obálky budovy)					
Jméno a příjmení:	Aneta Odstrčilková					

Obrázek 41 Štítek obálky budovy – nový stav

6.1.7 Investice, výpočet prosté návratnosti – varianty I

Investice

Pro každou konstrukci jsem uvažovala měrnou cenu za m². Z toho jsem vypočítala celkovou investici.

Tabulka 11 Investice do obvodových konstrukcí

Konstrukce	Investice za m ²	Plocha konstrukce m ²	Celková investice (IN)
Obvodové konstrukce	2 300 Kč	1702,7	3 916 210 Kč
Okna	5 000 Kč	405,16	2 025 800 Kč
Okna ve sklepě	4 000 Kč	10,64	42 560 Kč
Střecha	2 200 Kč	362,22	796 884 Kč
Strop nad suterénem	1 000 Kč	300,29	300 290 Kč
Dveře	7 000 Kč	9,275	64 925 Kč
		IN=	7 146 669 Kč

Výpočet prosté návratnosti

Celková investice (IN): 7 146 669 Kč

Úspora: 354 089 kWh/rok=1274,72 GJ

Úspora (Cf): cca 550 368 Kč (uvažovaná cena 600Kč/GJ)

Prostá návratnost (Ts): $Ts = IN / Cf = 7\,146\,669 / 550\,368$

$Ts = 13$ let

Z celkové investice a předpokládané úspory jsem spočítala prostou návratnost 13 let. Předpokládá se životnost konstrukcí 30 let, proto považuji tuto investici za velmi výhodnou.

6.2 Opatření č. 2 – výměna osvětlení

V bytovém domě byly instalovány žárovky a zářivky. Vzhledem k tomu, že nebyly hospodárné, navrhla jsem výměnu za LED světla. Tato světla podstatně sníží spotřebu elektrické energie. V rámci posouzení je uvažována výměna osvětlení ve společných prostorech i v bytech.

6.3 Opatření č. 3 – předávací stanice

Navrhuji v suterénu instalovat blokovou předávací stanici (PS) – tlakově nezávislou. Tlakově nezávislé připojení otopných soustav znamená úplné hydraulické oddělení částí soustav přes teplosměnný výměník. Z hlediska řízení a regulace je tento způsob výhodnější. Regulací jednotlivých větví snížíme teplotní spád na nižší (např. 55/45).

6.4 Opatření č. 4 – solární ohřev TV

6.4.1 Návrh počtu kolektorů

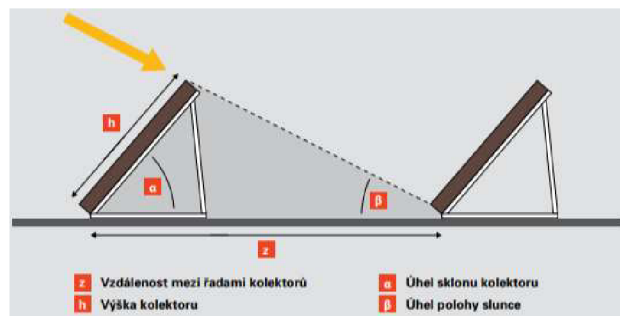
V této variantě jsem navrhla obnovitelný zdroj energie – ploché sluneční kolektory .

Na střechu jsem navrhla 40 ks plochých solárních kolektorů orientovaných na jižní stranu pod úhlem 45°. K solárnímu systému jsem navrhla stratifikační zásobník o objemu 5000l. Při návrhu jsem dbala na to, aby si vzájemně kolektory nestínili. U výrobce solárních kolektorů jsem si našla vztah pro výpočet vzdálenosti z : $\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin \beta}$.

Spočítala jsem si vzdálenost mezi řadami kolektorů

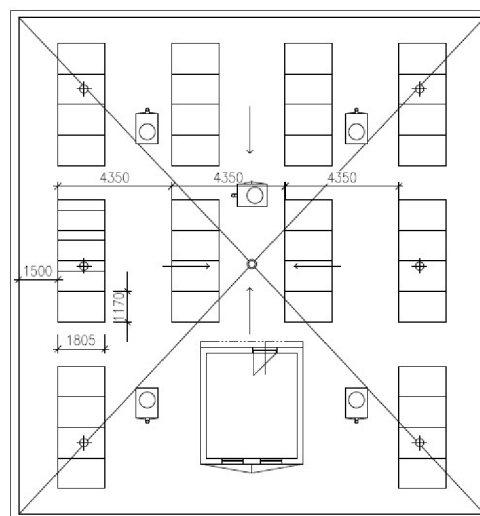
- pro prosinec $\frac{z}{2,150} = \frac{\sin(180^\circ - (45 + 16,5))}{\sin 16,5}$ a z toho $z = 6,64$ m
- pro únor, říjen $\frac{z}{2,150} = \frac{\sin(180^\circ - (45 + 29))}{\sin 29}$ a z toho $z = 4,26$ m

Jelikož je zisk solárních kolektorů v zimě velmi nízké a na střechu by se mohly umístit pouze 3 řady kolektorů, rozhodla jsem se pro vzdálenost $z = 4,35$ m (4 řady kolektorů).



Obrázek 42 Stínění kolektorů [12]

6.4.2 Schéma rozmístění solárních kolektorů na střechě



Obrázek 43 Schéma rozmístění solárních kolektorů na střechě

6.4.3 Návrh solárních kolektorů

Pro návrh kolektorů jsem použila excel – Bilance solárních termických systému pro potřeby programu Nová zelená úsporám. [18]

Soubor je přiložen v přílohách.

Tabulka 12 Solární systém a počet osob

Počet osob	84	Osob
Spotřeba na osobu	40	l/os-den (při 55°C)

Tabulka 13 Příprava teplé vody

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	3360	l/den
Teplota studené vody t_{SV}	10	°C
Teplota teplé vody t_{TV}	55	°C
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,135	
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	0,3	
Typ solárního zásobníku	Stratifikační zásobník	
Objem solárního zásobníku	5000	L

Tabulka 14 Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0	0,786	
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,747	W/m ² ·K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0048	W/m ² ·K ²
Počet kolektorů	40	Ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	2,392	m ²
Celková plocha apertury solárních kolektorů A_k	95,68	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	37,6	°C
Sklon solárního kolektoru β	45	°
Azimut solárního kolektoru γ (jih=0°)	0	°

Tabulka 15 Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	83443	kWh/rok
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$	545	kWh/m ² ·rok
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$	52236	kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	62	%
Minimální požadovaný objem solárního zásobníku	4305	L

6.4.4 Bilance solárních termických systémů

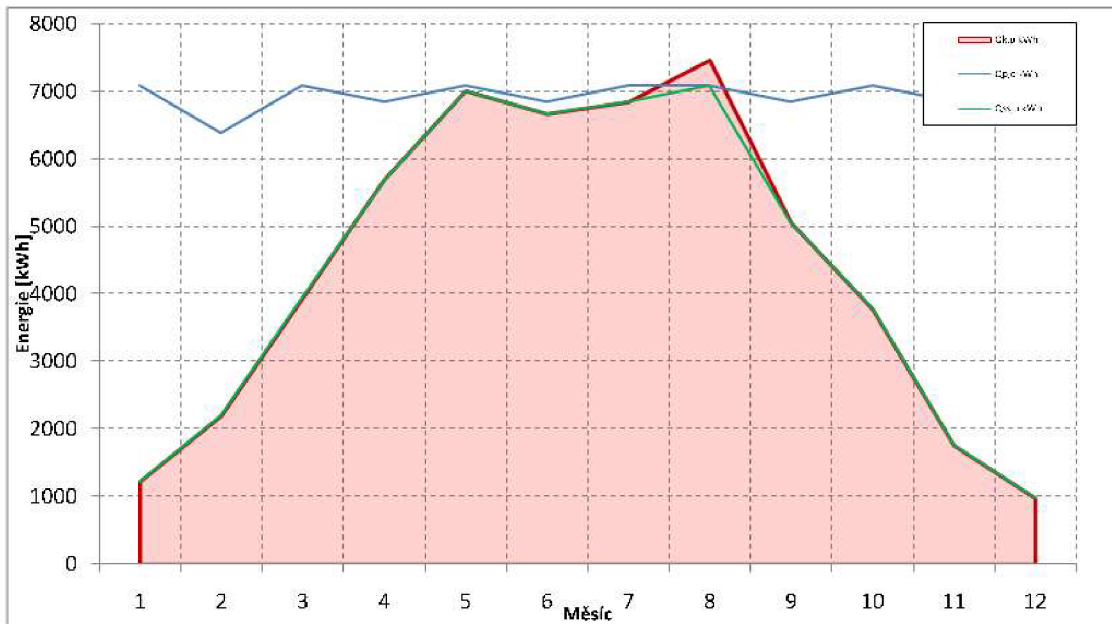
V následujícím grafu je znázorněná celková potřeba tepla a teoretické pokrytí solárním systémem

Vysvětlivky k grafu:

$Q_{k,u}$ – teoreticky využitelné tepelné zisky solárních kolektorů

$Q_{p,c}$ – celková potřeba tepla

$Q_{ss,u}$ – celkový využitelný zisk solárního systému



Graf 6 Bilance solárních termických systémů a potřeba tepla na přípravu TV

6.4.4 Doba návratnosti

- CZT: 600 Kč/GJ, plocha 95,68 m²
- investice 1,44 mil Kč (15 tis. Kč/m²)
- Úspora 50 MWh=180 GJ=108000 Kč

Úsporu jsem určila podle následující kapitoly.

Pro výpočet doby návratnosti jsem využila online výpočet. [11]

Prostá doba návratnosti vyšla 13 let.

Diskontová doba návratnosti vyšla 10,1 let

Celkový využitý zisk soustavy	52236	kWh/rok ???
Investiční náklady na soustavu	1440000	Kč ???
Dotace	0	Kč ???
Investice s dotací	1440000	Kč ???
Diskontní míra	1	% ???
Tempo růstu cen energie	5	% ???
Cena energie	600	Kč/GJ ▾
Účinnost zdroje	100	% ???
Roční úspora (1. rok)	112830	Kč
Prostá doba návratnosti		
12.8 let		
Diskontovaná doba návratnosti		
10.1 let		

Obrázek 44 Výpočet návratnosti solárních kolektorů

7 Definování a porovnání variant

7.1 Definování variant

V programu Deksoft jsem definovala následující varianty:

- původní stav
- varianta I – zateplení konstrukcí, výměna svítidel
- varianta II – zateplení konstrukcí, předávací stanice, výměna svítidel
- varianta III – zateplení konstrukcí, předávací stanice, výměna svítidel, solární ohřev TV (OZE)

Tabulka 16 Navržené varianty

	Opatření č. 1	Opatření č. 2	Opatření č. 3	Opatření č. 4	POŽADAVEK
	Zateplení konstrukcí	Předávací stanice	solární ohřev TV	Výměna svítidel	Dům s téměř nulovou spotřebou energie
Původní stav	x	x	x	x	NESPLNĚN
Varianta I	ano	x	x	ano	SPLNĚN
Varianta II	ano	ano	x	ano	SPLNĚN
varianta III	ano	ano	ano	ano	SPLNĚN

Poznámka: Výměna osvětlení není v následujících variantách vypisována do tabulek, ale zahrnují ji všechny varianty.

7.2 Porovnání stávajícího stavu a navržených variant

7.2.1 Celková dodaná a neobnovitelná energie

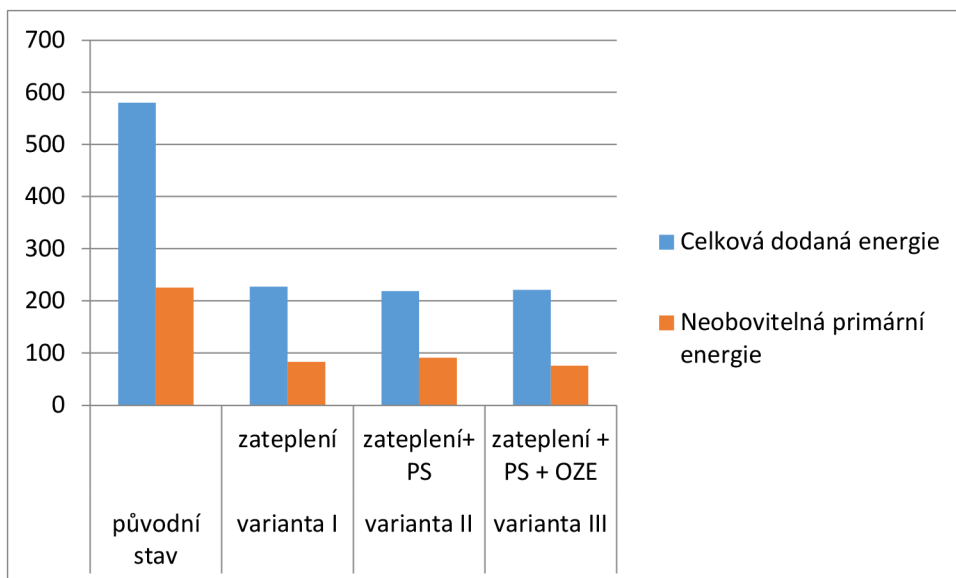
V následujících tabulkách uvádím a porovnávám hodnoty pro původní stav a jednotlivé varianty I, II a III. Ve všech variantách došlo k výraznému poklesu celkové dodané i neobnovitelné energie oproti původnímu stavu.

Ve variantě II klesla celková dodaná energie, ale mírně se zvýšila neobnovitelná primární energie. Ke zvýšení došlo vlivem vyšší potřeby elektrické energie na čerpadla a dalších nově instalovaných prvků v technické místnosti. Naopak celková dodaná energie klesla, jelikož došlo k větší úspoře dodané energie na vytápění.

Ve variantě III neobnovitelná primární energie klesla o dalších 17 %, jelikož jsou zde uvažovány solární kolektory, které využívají obnovitelnou primární energii.

Tabulka 17 Porovnání celkové dodané a neobnovitelné energie ve všech variantách

	Energetická náročnost budovy [MWh/rok]			
	původní stav	varianta I zateplení	varianta II zateplení+ PS	varianta III zateplení + PS + OZE
Celková dodaná energie	580,1	227,1	218,7	221
Neobnovitelná primární energie	225,2	82,7	91	75,7



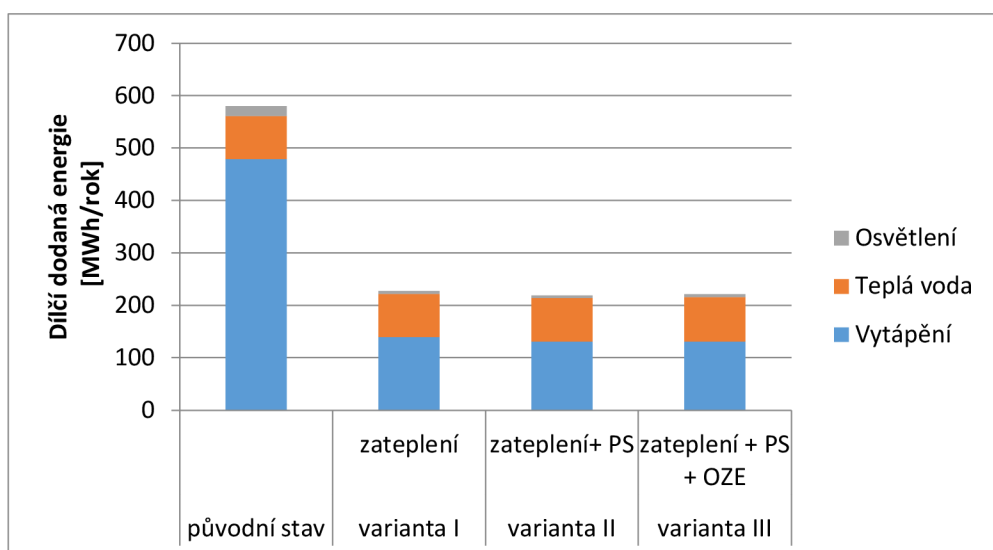
Graf 7 Porovnání celkové dodané a neobnovitelné energie

7.2.2 Dílčí dodaná energie

Pro vyšší úsporu energie je potřeba po zateplení bytového domu ještě regulovat otopnou soustavu a instalovat do objektu předávací stanici. Vyšší úsporu dodané energie na vytápění znázorňuje následující tabulka a graf.

Tabulka 18 Dílčí dodaná energie

	Dílčí dodaná energie [MWh/rok]			
	původní stav	varianta I zateplení	varianta II zateplení+ PS	varianta III zateplení + PS + OZE
Vytápění	478,6	139,3	130,9	130,9
Teplá voda	82,7	82,7	82,7	84,9
Osvětlení	18,7	5,2	5,2	5,2



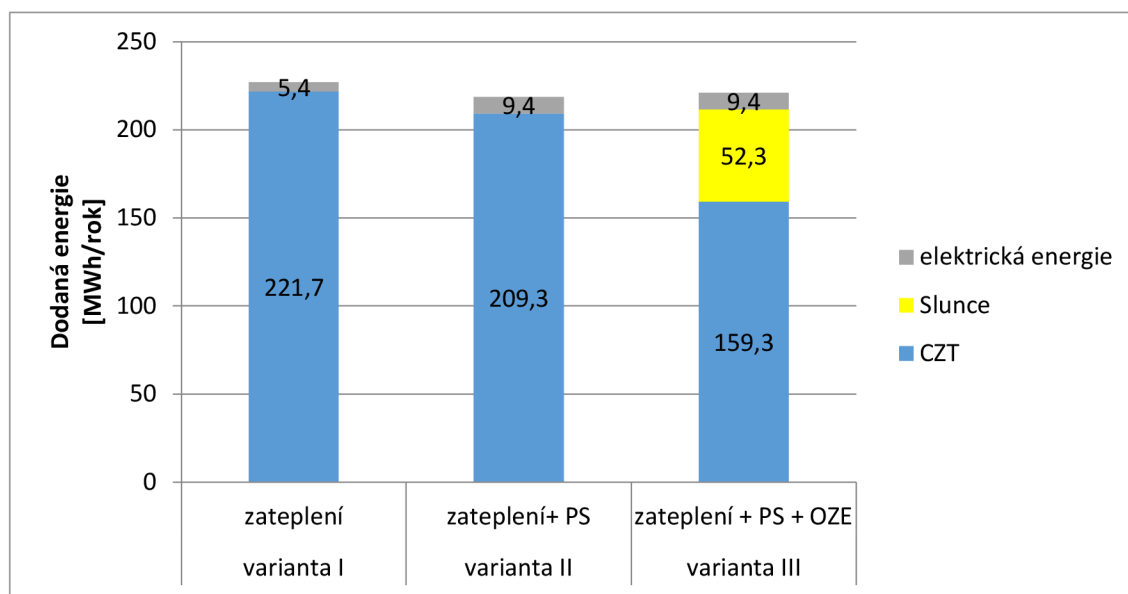
Graf 8 Porovnání dílčí dodané energie

7.2.3 Porovnání energonositelů

Celková dodaná energie klesla přibližně o 60 % oproti původnímu stavu a ve variantách I, II a III je přibližně srovnatelná. Výrazně se ale liší podíl energonositelů. Ve variantě II činí podíl CZT 95 % a ve variantě III činí podíl CZT pouze 75 % a dalších 20 % spotřeby energie pokrývá Slunce. Zbývajících 5 % v obou variantách pokrývá elektrická energie. V následující tabulce lze opět vidět zvýšení spotřeby elektrické energie, jelikož byla instalována předávací stanice.

Tabulka 19 Podíl energonositelů na dodané energii

	Podíl energonositelů na dodané energii [MWh/rok]			
	původní stav	varianta I	varianta II	varianta III
		zateplení	Zateplení + PS	zateplení + PS + OZE
CZT	561,1	221,7	209,3	159,3
Slunce	0	0	0	52,3
elektrická energie	19	5,4	9,4	9,4
Celková dodaná energie	580,1	227,1	218,7	221



Graf 9 Podíl energonositelů na dodané energii

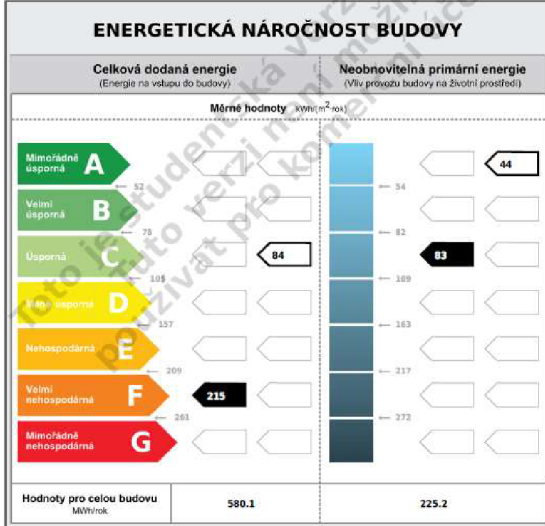
8 Průkazy energetické náročnosti budovy

Na následujících dvou stranách jsou výstupy z Deksoftu pro původní stav a 3 varianty, které byly v předešlých kapitolách porovnávány.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932
PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **2750.47** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.34** m²/m³
Celková energeticky vztázná plocha: **2703.65** m²

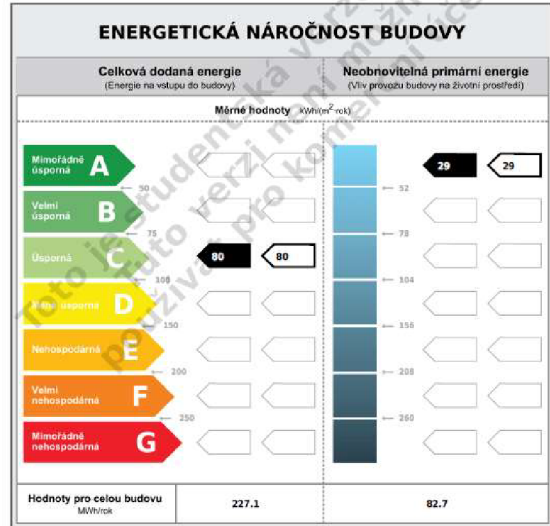



Obrázek 47 PENB – původní stav (část 1)

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932
PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **2750.47** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.33** m²/m³
Celková energeticky vztázná plocha: **2826.15** m²

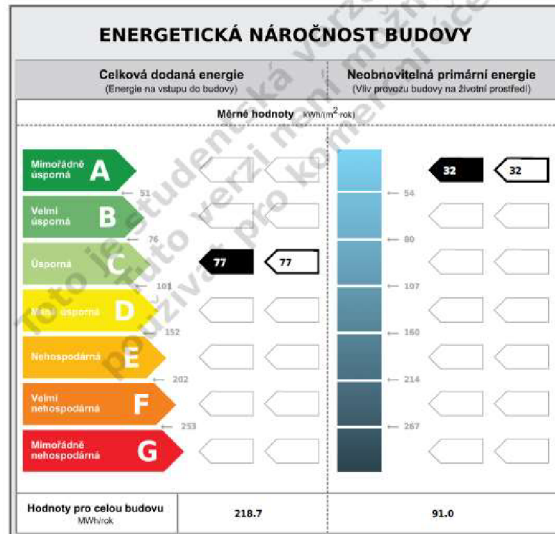



Obrázek 48 PENB – varianta 1 (část 1)

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932
PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **2750.47** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.33** m²/m³
Celková energeticky vztázná plocha: **2826.15** m²

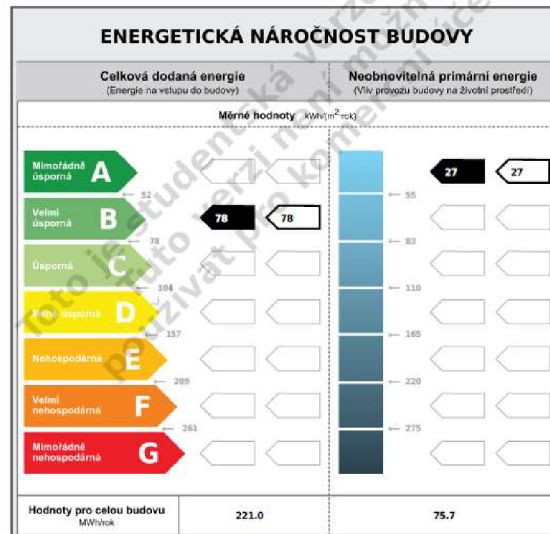



Obrázek 45 PENB – varianta 2 (část 1)

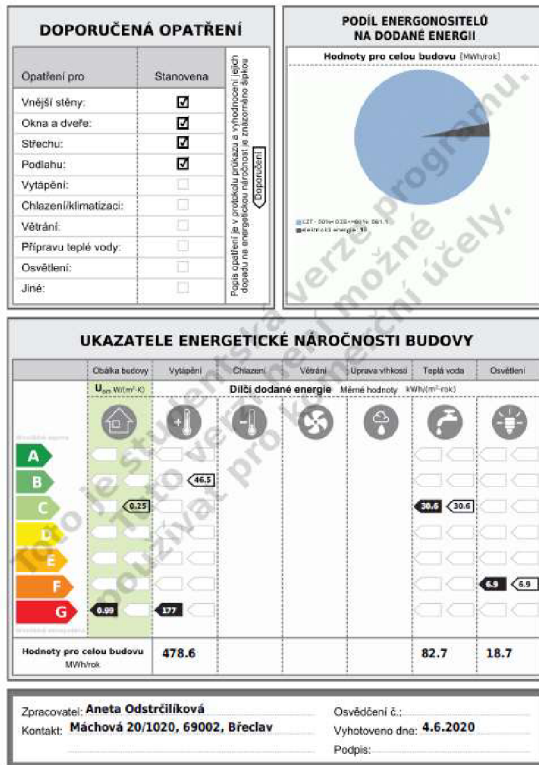
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

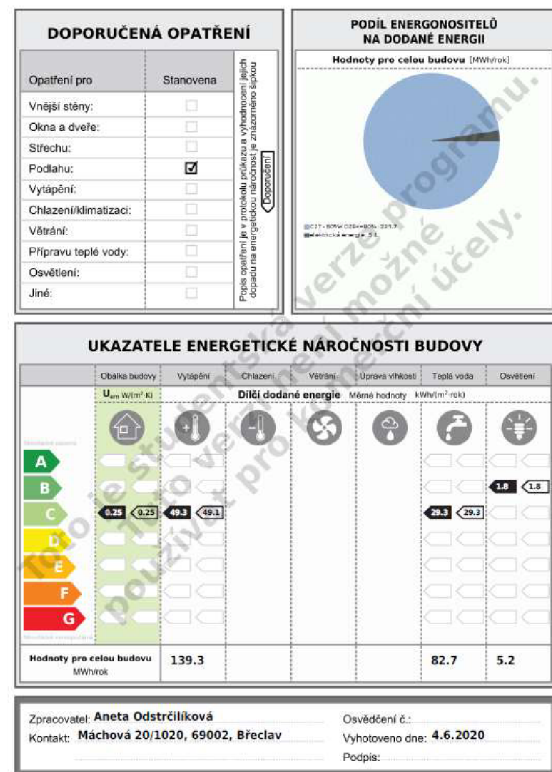
Ulice, číslo: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932
PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **2750.47** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.33** m²/m³
Celková energeticky vztázná plocha: **2826.15** m²

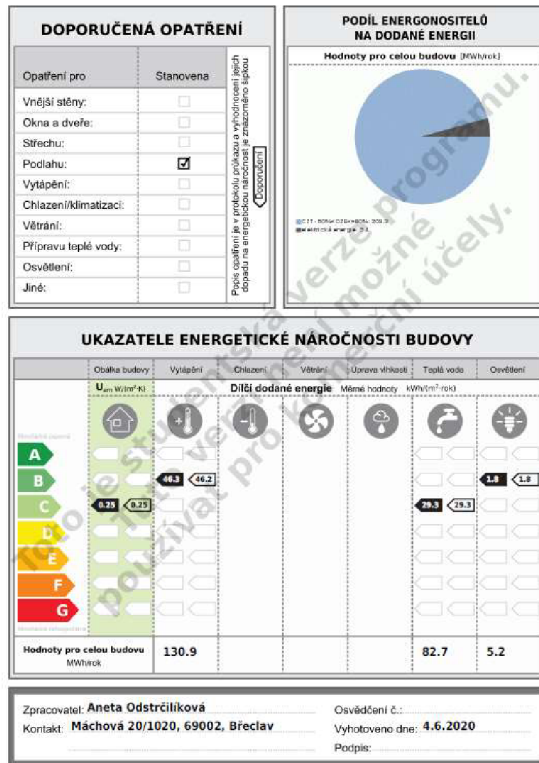
Obrázek 46 PENB – varianta 3 (část 1)



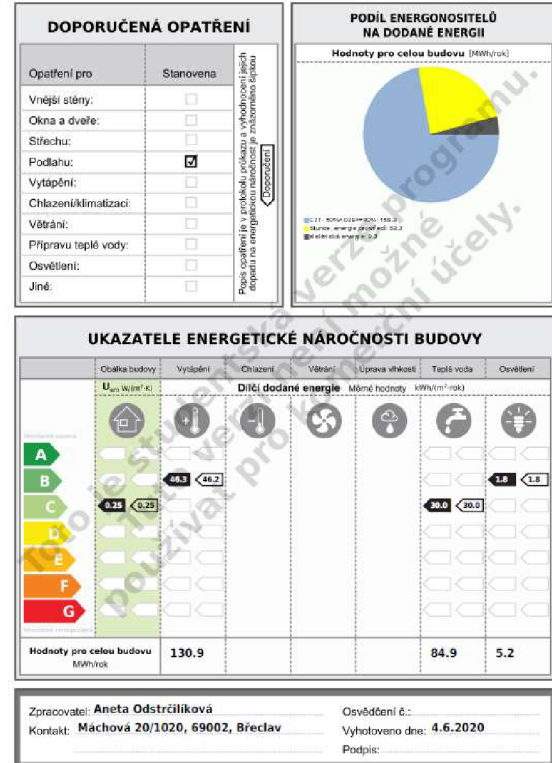
Obrázek 51 PENB – původní stav (část 2)



Obrázek 49 PENB – varianta 1 (část 2)



Obrázek 50 PENB – varianta 2 (část 2)

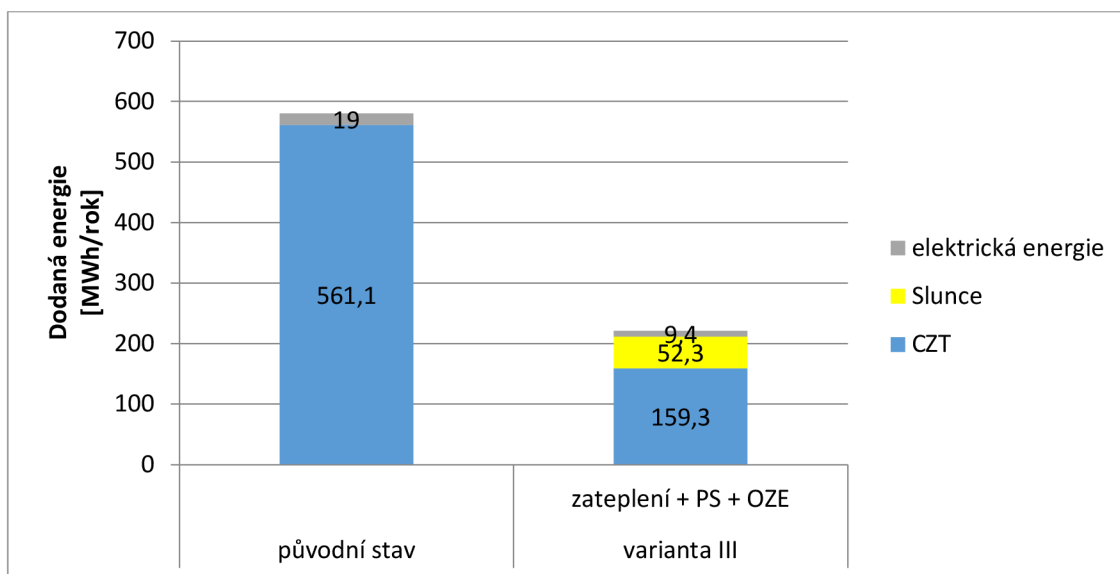


Obrázek 52 PENB – varianta 3 (část 2)

9 Porovnání stávajícího stavu a navržené varianty

9.1 Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB

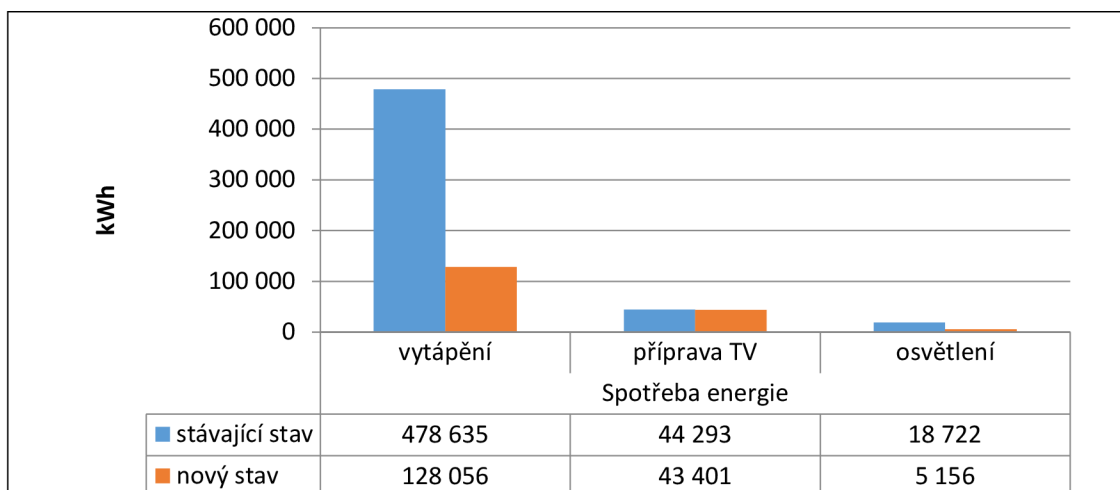
Jako nejvhodnější možná varianta z hlediska neobnovitelné primární energie byla zvolena poslední varianta III (dále označována jako nový stav). V této variantě se uvažovalo zateplení, výměna osvětlení předávací stanice a solární kolektory pro přípravu TV. Celková dodaná energie klesla o 62 % oproti původnímu nezateplenému stavu.



Graf 10 Porovnání dodané energie

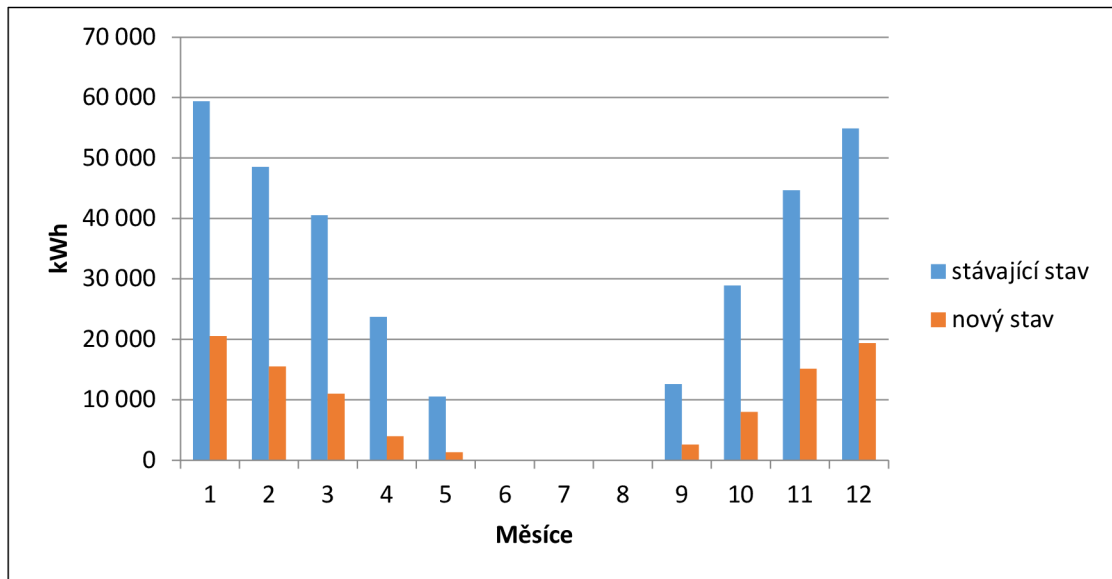
9.2 Dodaná energie na vytápění, přípravu TV, osvětlení

V následujícím grafu porovnávám dodanou energii na vytápění, přípravu TV a osvětlení stávajícího stavu a nového stavu. Z grafu je patrné, že nejvýraznější úspora energií bude u vytápění. V novém stavu klesla potřeba energie na vytápění o 73 %. Výrazný pokles energie je patrný také u osvětlení, protože byla navržena úsporná LED světla. Pokles energie u osvětlení činí zhruba 72 %.



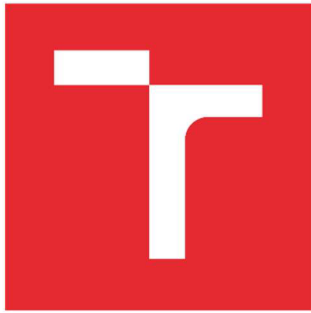
Graf 11 Dodaná energie na spotřebu – porovnání stávajícího a nového stavu

V předchozím grafu dominovala spotřeba elektrické energie na vytápění, proto jsem se rozhodla vytvořit graf, který ukazuje spotřebu energie na vytápění pro stávající stav a nový stav.



Graf 12 Spotřeba energie na vytápění – porovnání stávajícího a nového stavu

Zavedením všech výše uvedených úsporných opatření výrazně klesla energetická náročnost budovy.



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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Odstrčilíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

C POJEKT PENB

Celkově jsem zhotovila 4 průkazy PENB. Do této části vkládám pouze 2 průkazy – pro stávající stav a nově navržený stav. Pro vypracování průkazů jsem použila program Deksoft.

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: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932

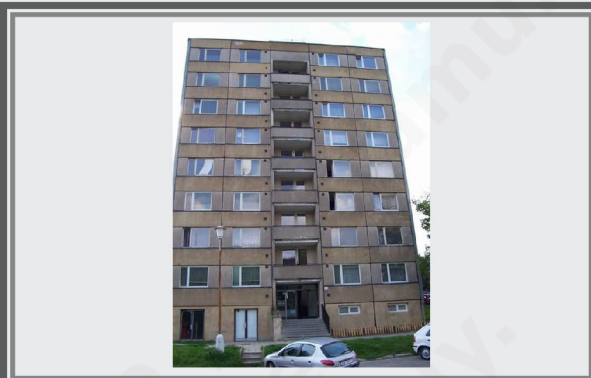
PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **2750.47** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.34** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **2703.65** m²

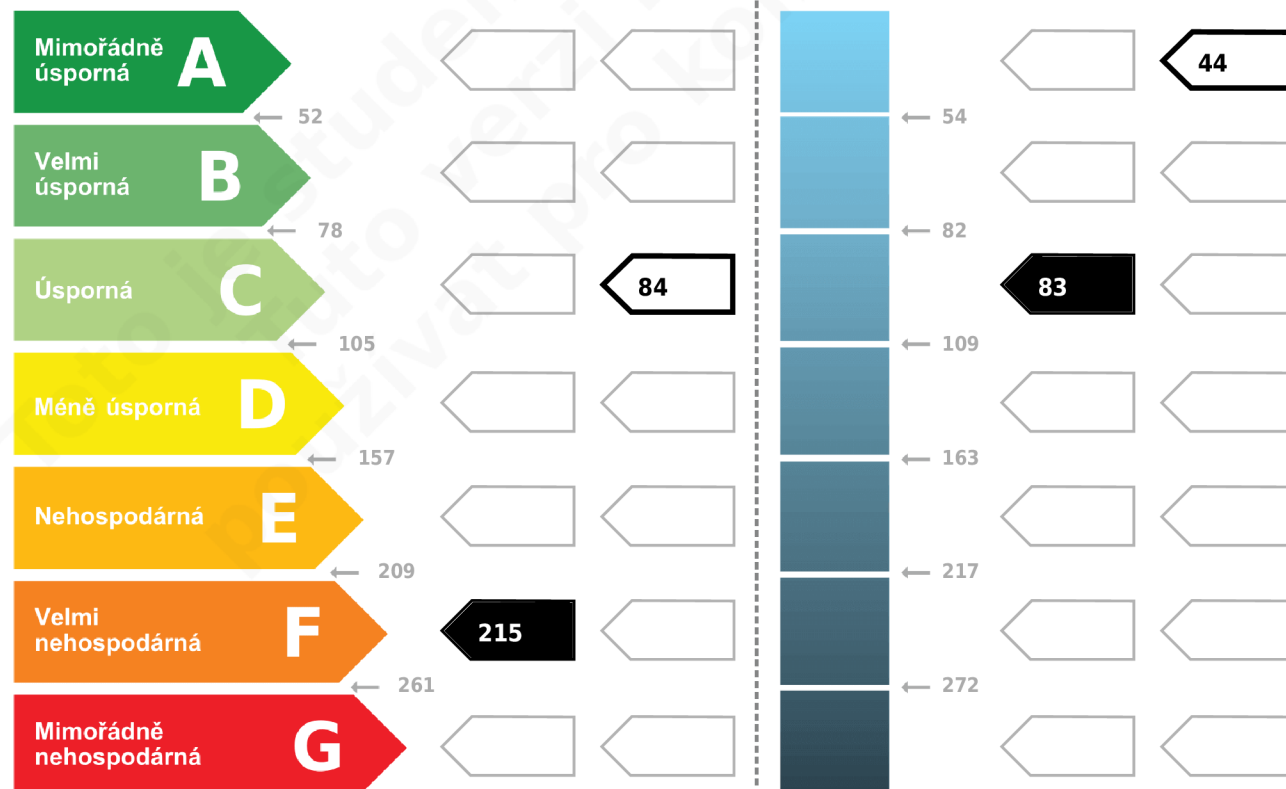


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

580.1

225.2

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

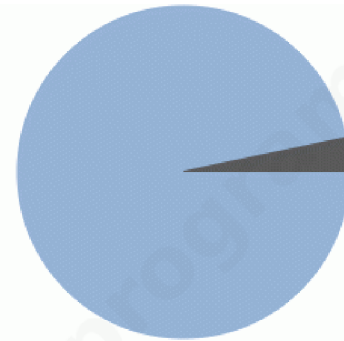
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<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

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ CZT - 50% < OZE <= 80%: 561.1
■ elektrická energie: 19

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie				Měrné hodnoty	kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná	A							
	B	0.24	46.1					
	C					30.6	30.6	
	D							
	E							
	F						6.9	
	G	0.99	177				6.9	
Mimořádně neekonomická								
Hodnoty pro celou budovu		478.6				82.7	18.7	
MWh/rok								

Zpracovatel: **Aneta Odstrčilíková**

Kontakt: **Máchova 20/1020, 69002, Břeclav**

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: **4. 6. 2020**

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

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

Typ nastaveného požadavku (referenční budovy)

typ referenční budovy:	období referenční budovy:
<input checked="" type="checkbox"/> dokončená budova a její změna <input type="checkbox"/> nová budova <input type="checkbox"/> budova s téměř nulovou spotřebou energie	<input type="checkbox"/> do 31.12.2014 <input checked="" type="checkbox"/> po 1.1.2015

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno-Bystrc, Černého 781/7, 63500
Katastrální území:	611778
Parcelní číslo:	5932
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	Bytové družstvo
Adresa:	Černého 781/7 63500 Brno-Bystrc
IČ:	-
Tel./e-mail:	/

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]	8 029,3
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	2 750,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,34
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	2 703,7

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 type="checkbox"/> do 50% včetně, <input checked="" 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 $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Stěna venkovní - 1 (štít)	606,9	0,69	0,25	NE	1,00	417,57
STN-2 1-EXT Stěna venkovní - 2 (průčelí, lodžie)	921,9	1,46	0,25	NE	1,00	1 345,08
STR-5 1-EXT Střecha	344,9	0,81	0,16	NE	1,00	279,68
VYP-11 1-EXT Okno-V	107,5	2,40	1,20	NE	1,00	258,05
VYP-14 1-EXT Okno-Z	107,5	2,40	1,20	NE	1,00	258,05
VYP-15 1-EXT Balkónové dveře-Z	15,4	2,40	1,20	NE	1,00	37,06
VYP-16 1-EXT Okno (balkón)-Z	15,4	2,40	1,20	NE	1,00	36,86
VYP-17 1-EXT Balkónové dveře-S	30,7	2,40	1,20	NE	1,00	73,73
VYP-18 1-EXT Okno (balkón)-S	30,9	2,40	1,20	NE	1,00	74,14
VYP-19 1-EXT Balkónové dveře-J	30,7	2,40	1,20	NE	1,00	73,73
VYP-20 1-EXT Okno (balkón)-J	30,9	2,40	1,20	NE	1,00	74,14
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	224,28
PDL-4 1-3 Strop nad nevytápěným prostorem-obytné a suterén	300,3	1,21	-	-	0,29	104,36

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	8,62
STN-6 1-2 Konstrukce dělicí obytnou zónu a komunikace	564,7	3,60	-	-	0,11	232,33
VYP-10 1-2 Dveře vnitřní	63,0	3,50	-	-	0,11	25,22
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	7,17
Celkem	3 170,8	-	-	-	-	3 530,07

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 Z2)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{t,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN-2 2-EXT Stěna venkovní - 2 (průčelí, lodžie)	86,1	1,46	0,33	NE	1,00	125,56
STR-5 2-EXT Střecha	17,4	0,81	0,21	NE	1,00	14,08
VYP-8 2-EXT Dveře-výlez	1,8	5,65	2,30	NE	1,00	10,17
VYP-9 2-EXT Okno malé (výlez)	1,0	2,40	2,30	NE	1,00	2,30
VYP-12 2-EXT Balkónové dveře-V	20,9	2,40	2,30	NE	1,00	50,16
VYP-13 2-EXT Okno (balkón)-V	14,2	2,40	2,30	NE	1,00	34,18
VYP-26 2-EXT Dveře vchodové-ocelové prosklené	7,5	5,65	2,30	NE	1,00	42,23
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	14,88
STN-7 2-3 Konstrukce dělicí suterén a komunikace	37,6	3,60	-	-	0,20	26,44

VYP-10 Dveře vnitřní	2-3	3,2	3,50	-	-	0,20	2,15
PDL-27 Strop nad nevytápěným prostorem- komunikace a suterén	2-3	17,8	1,21	-	-	0,20	4,21
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	1,14
STN-6 Konstrukce dělící obytnou zónu a komunikace	2-1	564,7	3,60	-	-	-0,11	-232,33
VYP-10 Dveře vnitřní	2-1	63,0	3,50	-	-	-0,11	-25,22
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-7,17
Celkem		835,1	-	-	-	-	62,79

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 [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN-1 Stěna venkovní - 1 (štít)	3-EXT 87,8	0,69	-	-	1,00	60,39
VYP-21 sklepní okna-V	3-EXT 2,0	2,40	-	-	1,00	4,80
VYP-22 sklepní okna-Z	3-EXT 4,8	2,40	-	-	1,00	11,52
VYP-23 sklepní okna-S	3-EXT 1,9	2,40	-	-	1,00	4,61
VYP-24 sklepní okna-J	3-EXT 1,9	2,40	-	-	1,00	4,61
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	9,84

STN(z)-3 Stěna venkovní- styk se zemínou	3-ZEM	102,5	1,37	-	-	0,16	27,28
PDL(z)-25 podlaha sklep	3-ZEM	10,0	3,06	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		1,00
PDL-4 Strop nad nevytápěným prostorem-obytné a suterén	3-1	300,3	1,21	-	-	-0,29	-104,36
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-8,62
STN-7 Konstrukce dělicí suterén a komunikace	3-2	37,6	3,60	-	-	-0,20	-26,44
VYP-10 Dveře vnitřní	3-2	3,2	3,50	-	-	-0,20	-2,15
PDL-27 Strop nad nevytápěným prostorem- komunikace a suterén	3-2	17,8	1,21	-	-	-0,20	-4,21
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-1,14
Celkem		569,8	-	-	-	-	-22,88

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]		[m ³]
zóna 1 - Zóna č.1 - OBYTNÁ ZÓNA	20,0	7067,13	0,42
zóna 2 - Zóna č.2 - SPOLEČNÉ KOMUNIKACE	16,0	962,16	0,14

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,99	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 - 50%<OZE<=80%	100	-	- / -	85	83
Z2	CZT 1	CZT - 50%<OZE<=80%	100	-	- / -	85	83

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 $\eta_{H,gen,rg}$ 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	Energonositel	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 $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[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	Energonositel	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 _{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	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 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/(lден)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV _{sys} 1	CZT - 50%<OZE<=80%	100	CZT-1 [-]	625.00	CZT-1 [-- -]	0.0100	0.1643 -

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 vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	žárovky	89,9	$P_n = 9,940$	0,027
	zářivky	10,1	$P_n = 0,278$	0,027
Zóna 2	žárovky	100,0	$P_n = 0,546$	0,026
Zóna 3	žárovky	100,0	$P_n = 0,222$	0,050

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 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"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.			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]	124 419	334 300	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	57 714	57 714	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	228 712	478 635	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93 945	82 444	7 939,5	18 722
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	211,16	252,47	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	228 712	478 635	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94 156	82 697	7 939,5	18 722
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	84,59	177,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,83	30,59	2,94	6,92

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

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená 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} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	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

Energonositel	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	18 974,73	3,2	3,0	60 719,12	56 924,18
CZT - 50% <OZE <= 80%	561 079,46	1,1	0,3	617 187,41	168 323,84
Celkem	580 054,19	x	x	677 906,53	225 248,01

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	330 807,15	Splněno (ANO/NE)	NE
(7)	Hodnocená budova		580 054,19		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	122,36		
(9)	Hodnocená budova		214,54		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	367 992,87	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		225 248,01		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	136,11		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		83,31		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	677 906,53
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	452 658,51
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	66,77

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	ANO	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Budova již byla osazena alternativní systém - CZT. Vhodným opatřením jsou navrženy solární kolektory. Ostatní systémy alternativních zdrojů nejsou vhodné technicky, ekologicky nebo ekologicky.			
Datum zpracování analýzy	4. 6. 2020			
Zpracovatel analýzy	Aneta Odstrčilíková			
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

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 konstrukcí	-	354 088,45	106 226,54
<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	225,97	354 088,5	106 226,5

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	-	-	-
Funkční vhodnost	ANO	-	-	-
Ekonomická vhodnost	ANO	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Jako vhodné opatření je navrženo zateplení stěn, střechy, stropu nad suterénem a výměna oken za nová. Dále doporučuji instalaci solárních kolektorů a regulaci otopného systému.			
Datum vypracování doporučených opatření	4.6.2020			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Aneta Odstrčilíková			
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)	NE
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	F
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	Aneta Odstrčilíková
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	4. 6. 2020
---------------------------	------------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-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: **Černého 781/7, k.ú. 611778,**
p.č. 5932

PSČ, místo: **63500, Brno-Bystrc**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **2750.47** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.33** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **2826.15** m²

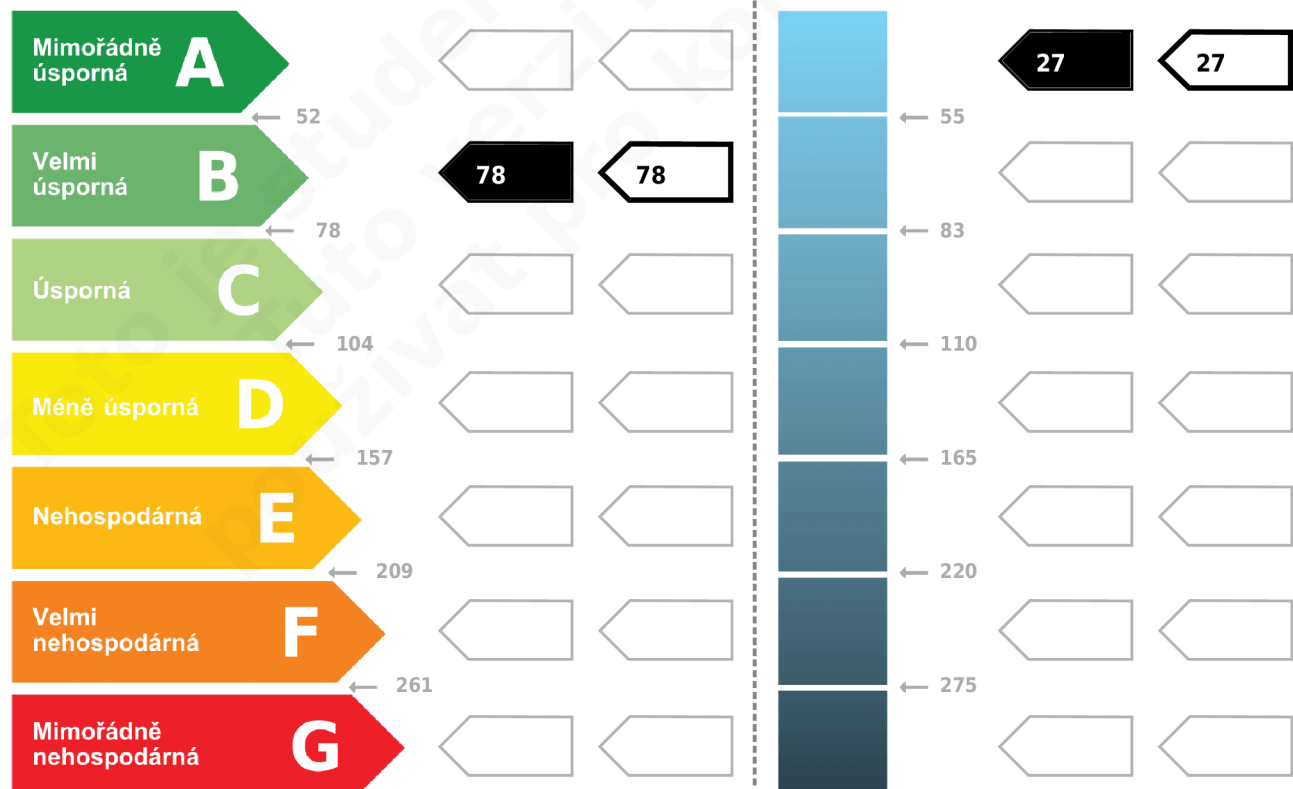


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

221.0

75.7

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

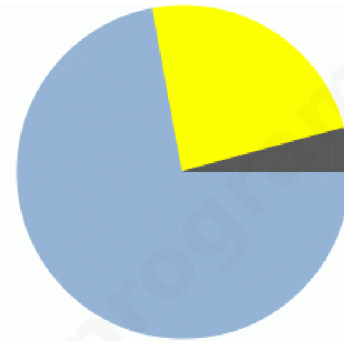
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu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

PODÍL ENERGOZDANOSTI NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ CZT - 50% < OZE <= 80%: 159.3
■ Slunce, energie prostředí: 52.3
■ elektrická energie: 9.3

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie				Měrné hodnoty	kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná	A							
	B	46.3	46.2				1.8	
	C	0.25	0.25			30.0	30.0	
	D							
	E							
	F							
	G							
Mimořádně neekonomická								
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		130.9				84.9	5.2	

Zpracovatel: **Aneta Odstrčilíková**

Kontakt: **Máchova 20/1020, 69002, Břeclav**

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: **4. 6. 2020**

Podpis:

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:	

Typ nastaveného požadavku (referenční budovy)

typ referenční budovy:	období referenční budovy:
<input type="checkbox"/> dokončená budova a její změna	<input type="checkbox"/> do 31.12.2014
<input type="checkbox"/> nová budova	<input checked="" type="checkbox"/> po 1.1.2015
<input checked="" type="checkbox"/> budova s téměř nulovou spotřebou energie	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno-Bystrc, Černého 781/7, 63500
Katastrální území:	611778
Parcelní číslo:	5932
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	Bytové družstvo
Adresa:	Černého 781/7 63500 Brno-Bystrc
IČ:	-
Tel./e-mail:	/

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]	8 389,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	2 750,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,33
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	2 826,2

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 type="checkbox"/> do 50% včetně, <input checked="" type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" 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 $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Stěna venkovní - 1 (štít)	606,9	0,18	-	-	1,00	111,07
STN-2 1-EXT Stěna venkovní - 2 (průčelí, lodžie)	921,9	0,18	-	-	1,00	168,71
STR-5 1-EXT Střecha	344,9	0,13	-	-	1,00	45,18
VYP-11 1-EXT Okno-V	107,5	0,79	-	-	1,00	84,94
VYP-14 1-EXT Okno-Z	107,5	0,79	-	-	1,00	84,94
VYP-15 1-EXT Balkónové dveře-Z	15,4	0,79	-	-	1,00	12,20
VYP-16 1-EXT Okno (balkón)-Z	15,4	0,79	-	-	1,00	12,13
VYP-17 1-EXT Balkónové dveře-S	30,7	0,79	-	-	1,00	24,27
VYP-18 1-EXT Okno (balkón)-S	30,9	0,79	-	-	1,00	24,40
VYP-19 1-EXT Balkónové dveře-J	30,7	0,79	-	-	1,00	24,27
VYP-20 1-EXT Okno (balkón)-J	30,9	0,79	-	-	1,00	24,40
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	44,86
PDL-4 1-3 Strop nad nevytápěným prostorem-obytné a suterén	300,3	0,29	-	-	0,41	35,58

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	2,45
STN-6 1-2 Konstrukce dělicí obytnou zónu a komunikace	564,7	3,60	-	-	0,11	232,33
VYP-10 1-2 Dveře vnitřní	63,0	3,50	-	-	0,11	25,22
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	1,43
Celkem	3 170,8	-	-	-	-	958,38

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 Z2)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Číselník 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]
STN-2 2-EXT Stěna venkovní - 2 (průčelí, lodžie)	86,1	0,18	-	-	1,00	15,75
STR-5 2-EXT Střecha	17,4	0,13	-	-	1,00	2,27
VYP-8 2-EXT Dveře-výlez	1,8	1,50	-	-	1,00	2,70
VYP-9 2-EXT Okno malé (výlez)	1,0	0,79	-	-	1,00	0,76
VYP-12 2-EXT Balkónové dveře-V	20,9	0,79	-	-	1,00	16,51
VYP-13 2-EXT Okno (balkón)-V	14,2	0,79	-	-	1,00	11,25
VYP-26 2-EXT Dveře vchodové-ocelové prosklené	7,5	1,50	-	-	1,00	11,21
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	2,98
STN-7 2-3 Konstrukce dělicí suterén a komunikace	37,6	3,60	-	-	0,33	44,78

VYP-10 Dveře vnitřní	2-3	3,2	3,50	-	-	0,33	3,65
PDL-27 Strop nad nevytápěným prostorem- komunikace a suterén	2-3	17,8	1,21	-	-	0,33	7,12
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,39
STN-6 Konstrukce dělicí obytnou zónu a komunikace	2-1	564,7	3,60	-	-	-0,11	-232,33
VYP-10 Dveře vnitřní	2-1	63,0	3,50	-	-	-0,11	-25,22
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-1,43
Celkem		835,1	-	-	-	-	-139,62

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 [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN-1 Stěna venkovní - 1 (štít)	3-EXT 87,8	0,18	-	-	1,00	16,06
VYP-21 sklepní okna-V	3-EXT 2,0	2,40	-	-	1,00	4,80
VYP-22 sklepní okna-Z	3-EXT 4,8	2,40	-	-	1,00	11,52
VYP-23 sklepní okna-S	3-EXT 1,9	2,40	-	-	1,00	4,61
VYP-24 sklepní okna-J	3-EXT 1,9	2,40	-	-	1,00	4,61
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	1,97

STN(z)-3 Stěna venkovní- styk se zemínou	3-ZEM	102,5	1,37	-	-	0,16	27,28
PDL(z)-25 podlaha na zemině	3-ZEM	10,0	3,06	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		0,20
PDL-4 Strop nad nevytápěným prostorem-obytné a suterén	3-1	300,3	0,29	-	-	-0,41	-35,58
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-2,45
STN-7 Konstrukce dělicí suterén a komunikace	3-2	37,6	3,60	-	-	-0,33	-44,78
VYP-10 Dveře vnitřní	3-2	3,2	3,50	-	-	-0,33	-3,65
PDL-27 Strop nad nevytápěným prostorem- komunikace a suterén	3-2	17,8	1,21	-	-	-0,33	-7,12
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-0,39
Celkem		569,8	-	-	-	-	-22,91

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]		[m ³]
zóna 1 - Zóna č.1 - OBYTNÁ ZÓNA	20,0	7411,43	0,29
zóna 2 - Zóna č.2 - SPOLEČNÉ KOMUNIKACE	16,0	977,69	0,10

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,25	0,27	ANO

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 - 50%<OZE<=80%	100	100	- / -	87	89
Z2	CZT 1	CZT - 50%<OZE<=80%	100	100	- / -	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 $\eta_{H,gen,rg}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1, Z2	CZT 1 - CZT (předávací stanice)	-	-	-

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	Energonositel	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 $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[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	Energonositel	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 _{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	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 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/(lден)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV _{sys} 1	CZT - 50% < OZE <= 80%	100 - 1 * STS ₁	CZT-1 [100]	5000.00	CZT-1 [-- -]	0.0028	0.1643
		Slunce, energie prostředí	STS ₁	STS ₁ [-]		STS ₁ [-]		

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 (předávací stanice)	-	-	-

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 vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	LED žárovky	89,9	$P_n = 2,485$	0,027
	zářivky	10,1	$P_n = 0,278$	0,027
Zóna 2	LED žárovky	100,0	$P_n = 0,136$	0,026
Zóna 3	LED žárovky	100,0	$P_n = 0,222$	0,050

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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.			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]	85 312	97 270	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	57 714	57 714	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	156 824	126 892	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103 338	84 773	7 939,4	5 155,8
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	3 146,0	3 988,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,08	146,00	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	159 970	130 881	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	103 419	84 919	7 939,4	5 155,8
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	56,60	46,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,59	30,05	2,81	1,82

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} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,SC,sys} teplo: STS 1	Budova	52 321	1,0	0,0	52 321	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

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

Energonositel	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	9 290,57	3,2	3,0	29 729,84	27 871,72
Slunce, energie prostředí	52 321,35	1,0	0,0	52 321,35	0,00
CZT - 50%<OZE<=80%	159 344,18	1,1	0,3	175 278,60	47 803,25
Celkem	220 956,10	x	x	257 329,79	75 674,98

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	271 328,41	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		220 956,10		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	96,01		
(9)	Hodnocená budova		78,18		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	255 782,05	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		75 674,98		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	90,51		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		26,78		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	257 329,79
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	181 654,81
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	70,59

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	ANO	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Budova již byla osazena alternativním systémem - CZT a dále jsou zde navrženy kolektory. Ostatní systémy alternativních zdrojů nejsou vhodné technicky, ekologicky nebo ekonomicky.			
Datum zpracování analýzy	4. 6. 2020			
Zpracovatel analýzy	Aneta Odstrčilíková			
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

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 stropu nad nevytápěným prostorem	-	426,46	143,43
<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	220,53	426,5	143,4

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	-	-	-
Funkční vhodnost	ANO	-	-	-
Ekonomická vhodnost	ANO	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Navrhla jsem zateplení stropu nad suterénem (větší tloušťku izolace). Dále doporučuji zaizolovat rozvody teplé vody a cirkulace, aby se předešlo ztrátám potrubím.			
Datum vypracování doporučených opatření	4.6.2020			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Aneta Odstrčilíková			
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	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
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	Aneta Odstrčilíková
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	4. 6. 2020
---------------------------	------------

Zdroj informací

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

ZÁVĚR

Teoretickou část jsem věnovala solárním kolektorům. Popsala jsem jednotlivé druhy kolektorů a využití jednotlivých druhů kolektorů v ČR a ve světě.

Ve výpočtové části jsem specifikovala energetické systémy budovy a popsala stavební řešení bytového domu. Vypočítala jsem součinitele prostupu tepla a jelikož nesplnily normou požadované hodnoty, navrhla jsem zateplení konstrukcí a výměnu oken. Postupně jsem přidávala další možná opatření a porovnávala jsem celkovou dodanou energii, neobnovitelnou primární energii a podíl energonositelů. Nakonec jsem určila jako nejvýhodnější kombinaci zateplení, výměnu stávajících žárovek za nové LED světla, předávací stanici a solární kolektory pro přípravu teplé vody.

Do poslední části jsem vložila dva vypracované průkazy energetické náročnosti bytového domu s téměř nulovou spotřebou energie. PENB byly zhotoveny dle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Hodnocení stávajícího stavu spadlo do klasifikační třídy F – velmi nevhodná. Nově navrženým opatřením jsme dosáhli klasifikace B – velmi úsporná.

ZDROJE

- (1) MATUŠKA, Tomáš. Solární zařízení v příkladech. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247-3525-2.
- (2) MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. Fotovoltaika: elektrická energie ze slunce. Praha: EkoWATT, 2009. ISBN 978-80-87333-01-3.
- (3) CIHELKA, Jaromír. Solární tepelná technika. Praha: T. Malina, 1994. ISBN 80-900759-5-9.
- (4) MATUŠKA, Tomáš. Typy solárních kolektorů [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/154-typy-solarnich-kolektoru>
- (5) MATUŠKA, Tomáš. Účinnost vakuových trubkových solárních kolektorů (I) In: Tzbinfo [online]. 9.6.2008 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/4903-ucinnost-vakuovych-trubkovych-solarnich-kolektoru-i>
- (6) ENTLER, Slavomír. Je jaderná fúze obnovitelný zdroj energie? In: Tzbinfo [online]. 20.2.2014 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/10877-je-jaderna-fuze-obnovitelny-zdroj-energie>
- (7) ŠOUREK, Bořivoj. Navrhování solárních soustav. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6811805-Navrhovani-solarnich-soustav.html>
- (8) MATUŠKA, Tomáš. Solární tepelné soustavy. In: Profesis [online]. 2012. Dostupné z: <https://www.profesis.cz/parser/go/4c7a692f314e32397039526c33697a556875744258744330445973666552797a443368416b4b48446c727834746d6550734c44437132374d4b53526761504f59>
- (9) Vitosol 100-FM. In: WIESSMANN [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/solarni-systemy/ploche-kolektory/vitosol-100fm.html?_ga=2.124239370.1492026319.1590747713-102032342.1590747713
- (10) Odolnost a bezpečnost vakuových solárních kolektorů WESTECH. In: Tzbinfo [online]. 18.7.2012 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/8831-odolnost-a-bezpecnost-vakuovych-solarnich-kolektoru-westech>
- (11) MATUŠKA, Tomáš Zdeněk, REINBERK. Návratnost solární tepelné soustavy. In: Tzbinfo [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/134-navratnost-solarni-tepelne-soustavy>

- (12) Projekční příručka – Solární termické systémy. In: WIESSMANN [online]. [cit. 2020-06-03] Dostupné z: https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/Prirucka_Solarni_termicke_systemy.pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/Prirucka_Solarni_termicke_systemy.pdf
- (13) MATUŠKA, Tomáš. Parametry solárních kolektorů [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/155-parametry-solarnich-kolektoru>
- (14) SHEMELIN, Viacheslav a Tomáš MATUŠKA. Analýza využití solárních vzduchových kolektorů pro vytápění rodinného domu. [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplovzdušne-vytapani/17641-analyza-vyuziti-solarnich-vzduchovych-kolektoru-pro-vytapani-rodinneho-domu>
- (15) Obnovitelné zdroje energie v roce 2018. In: Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/11/Obnovitelne-zdroje-energie-2018_1.pdf
- (16) SHEMELIN, Viacheslav a Tomáš MATUŠKA. Statistika tepelných solárních kolektorů. In: Tzbinfo [online]. 2.12.2019. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/19943-statistika-teplnych-solarnich-kolektoru>
- (17) Statistika na trhu se solárními kolektory v ČR. [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://solarni-ohrev-vody.cz/o-solarnich-systemech?start=3>
- (18) Výpočetní nástroj pro bilancování solárních termických systémů. In: Nová zelená úsporám [online]. [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://archiv.novazelenausporam.cz/vypocetni-nastroj-pro-bilancovani-solarnich-termickych-systemu-v1-0/index.htm>

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK

1. Zákon č. 406/2000Sb. o hospodaření energií
2. Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
3. ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – část 2
4. Vyhláška č. 194/2007 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ZKRATKY

CZT – centrální zásobování tepla

PENB – průkaz energetické náročnosti budovy

NP – nadzemní podlaží

PP – podzemní podlaží

TV – teplá voda

TZB – technická zařízení budov

PS – předávací stanice

OZE – obnovitelné zdroje energie

SYMBOLY

d – tloušťka jedné vrstvy konstrukce	[m]
λ – součinitel tepelné vodivosti jednotlivé vrstvy konstrukce	[W/(m·K)]
R – tepelný odpor konstrukce	[(m ² ·K)/W]
R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce	[(m ² ·K)/W]
R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí	[(m ² ·K)/W]
U – součinitel prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
ΔU – přírážka na lineární tepelné vazby (vliv tepelných mostů)	[W/(m ² ·K)]
$U_{rec,20}$ – doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
$U_{N,20}$ – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla	[W/(m ² ·K)]
C_f – roční úspora nákladů	[Kč]
IN – počáteční investice	[Kč]
T_s – doba návratnosti	

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Obnovitelné zdroje přeměňující energii jaderné fúze [6]	13
Obrázek 2 Geometrické charakteristiky pohybu Slunce [8]	14
Obrázek 3 Znázornění přímého a difúzního záření [7]	14
Obrázek 4 Podíl přímého (tmavá) a difuzního (světlá) záření – typický rok, Praha [1]	15
Obrázek 5 Hodnoty celkového slunečního záření [1]	15
Obrázek 6 Plocha apertury a absorberu solárních kolektorů: [13]	16
Obrázek 7 Křivka tepelného výkonu solárního kolektoru [1]	16
Obrázek 8 Účinnost solárního kolektoru v závislosti na teplotním rozdílu mezi teplotou kapaliny a okolím. [1]	17
Obrázek 9 Konstrukce vzduchového solárního kolektoru [14]	18
Obrázek 10 Rozdělení solárních kolektorů [4]	18
Obrázek 11 Plastová bazénová rohož [1]	19
Obrázek 12 Plochý selektivní kolektor [9]	19
Obrázek 13 Konstrukce plochého vakuového kolektoru [1]	20
Obrázek 14 Solární vakuové trubicové kolektory [10]	20
Obrázek 15 Jednostěnný trubkový vakuový kolektor s přímo protékanou U-smyčkou [5]	21
Obrázek 16 Jednostěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí [5].	21
Obrázek 17 Dvoustěnný trubkový vakuový kolektor s tepelnou trubicí [1]..	21
Obrázek 18 Dvoustěnný trubkový vakuový kolektor s přímo protékanou U-smyčkou [1]	21
Obrázek 19 Trubkové jednostěnné vakuových kolektory: s přímo protékaným koncentrickým potrubím (vlevo), s tepelnou trubicí (vpravo) [1]	22
Obrázek 20 Vakuová skleněná Sydney trubka (vlevo), U-registr z měděného potrubí s hliníkovou lamelou (vpravo) [1]	22
Obrázek 22 Koncentrační solární kolektory pro aplikace v budovách: trubkový Sydney kolektor s reflektorem [4]	23
Obrázek 21 Paraboloidní reflektor [1]	23
Obrázek 23 Podíl solárních kolektorů v provozu podle oblasti světa [16]....	24
Obrázek 24 Vývoj dodávek solárních kolektorů na český trh [15]	25
Obrázek 25 Vývoj plochy činných solárních kolektorů [15]	25
Obrázek 26 Trh se solárními kolektory v České republice [16]	26
Obrázek 27 Výkon nezasklených solárních kolektorů na 1000 obyvatel [16]	26
Obrázek 28 Východní pohled na fasádu	28
Obrázek 29 Mapa - umístění bytového domu	28
Obrázek 30 Bytový dům – 1. NP – 8. NP	29
Obrázek 31 Bytový dům – řez	29

Obrázek 32 Bytový dům – 1. PP	29
Obrázek 34 Rozvody v suterénu	30
Obrázek 33 Regulační bod	30
Obrázek 35 Otopné těleso v bytě.....	31
Obrázek 36 Ohříváč teplé vody	31
Obrázek 37 Měřicí zařízení	32
Obrázek 38 Západní pohled	33
Obrázek 39 Jižní pohled	33
Obrázek 40 Severní pohled	33
Obrázek 41 Štítek obálky budovy – nový stav.....	41
Obrázek 43 Schéma rozmístění solárních kolektorů na střeše	43
Obrázek 42 Stínění kolektorů [12]	43
Obrázek 44 Výpočet návratnosti solárních kolektorů.....	45
Obrázek 45 PENB – varianta 3 (část 1).....	49
Obrázek 46 PENB – varianta 2 (část 1).....	49
Obrázek 47 PENB – varianta 1 (část 1).....	49
Obrázek 48 PENB – původní stav (část 1).....	49
Obrázek 49 PENB – varianta 3 (část 2).....	50
Obrázek 50 PENB – varianta 2 (část 2).....	50
Obrázek 51 PENB – varianta 1 (část 2).....	50
Obrázek 52 PENB – původní stav (část 2).....	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Střecha – stávající stav	34
Tabulka 2 Obvodová stěna, částečně zateplená – stávající stav	34
Tabulka 3 Obvodová stěna – stávající stav	35
Tabulka 4 Podlaha v 1.NP – stávající stav	35
Tabulka 5 Porovnání součinitelů prostupů tepla – stávající stav	36
Tabulka 6 Střecha – nový stav	39
Tabulka 7 Obvodová stěna – nový stav	39
Tabulka 8 Strop nad nevytápěným prostorem	40
Tabulka 9 Porovnání součinitelů prostupu tepla – stávající stav	40
Tabulka 10 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla	41
Tabulka 11 Investice do obvodových konstrukcí	42
Tabulka 12 Solární systém a počet osob	44
Tabulka 13 Příprava teplé vody	44
Tabulka 14 Parametry solárních kolektorů	44
Tabulka 15 Vyhodnocení	44
Tabulka 16 Tabulka navržených variant	46
Tabulka 17 Porovnání celkové dodané a neobnovitelné energie ve všech variantách	46
Tabulka 18 Dílčí dodaná energie	47
Tabulka 19 Podíl energonositelů na dodané energii	48

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Tepelné ztráty prostupem konstrukcí a větráním v zóně 1 – stávající stav	36
Graf 2 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním v zóně 2 – stávající stav	36
Graf 3 Dílčí dodaná energie	37
Graf 4 Potřeba tepla na vytápění – původní stav	37
Graf 5 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla	41
Graf 6 Bilance solárních termických systémů a potřeba tepla na přípravu TV	45
Graf 7 Porovnání celkové dodané a neobnovitelné energie ve všech variantách	47
Graf 8 Dílčí dodaná energie ve všech variantách	47
Graf 9 Podíl energonositelů na dodané energii	48
Graf 10 Porovnání dodané energie	51
Graf 11 Dodaná energie na spotřebu – porovnání stávajícího a nového stavu	51
Graf 12 Spotřeba energie na vytápění – porovnání stávajícího a nového stavu	52

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Půdorys 1.PP – stávající stav
- P2 Půdorys 1.NP – stávající stav
- P3 Řez – stávající stav
- P4 Pohled západní a východní – stávající stav
- P5 Pohled jižní s severní – stávající stav
- P6 Rozdělení do zón – 1.PP
- P7 Rozdělení do zón – 1.NP
- P8 Rozdělení do zón – řez
- P9 Schéma předávací stanice – nový stav
- P10 Schéma zapojení solární soustavy – nový stav
- P11 Schéma rozmístění solárních kolektorů
- P12 Bilance solární soustavy