



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
BYTOVÉHO DOMU**

ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATE OF RESIDENTIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Němcová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019



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 Němcová
Název	Průkaz energetické náročnosti bytového domu
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019
V Brně dne 30. 11. 2018	

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 legislativa 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

C. Projekt – PENB

o) závěr,

p) seznam použitých zdrojů,

q) seznam použitých zkratek 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 VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá hodnocením energetické náročnosti bytového domu v Letovicích. Teoretická část pojednává o tepelných soustavách, zejména o soustavě s centrálním zásobováním tepla. Ve výpočtové části porovnává energetické potřeby a toky budovy výchozího stavu se stavem nově navrženým. Výsledkem jsou dva průkazy obou stavů vložených do části C – projektu PENB.

PREFACE

The bachelor thesis deals with the evaluation of the energy performance of the residential building in Letovice. The theoretical part is about thermal systems, especially the district heating. In the computational part, it compares the energy needs and flows of the baseline building with the newly designed state. The result is two passes of both states inserted into part C – the PENB project.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetická náročnost budovy, průkaz energetické náročnosti budovy, bytový dům, centrální zásobování tepla

KEY WORDS

Energy performance of building, building energy performance certificate, residential building, district heating

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Aneta Němcová *Průkaz energetické náročnosti bytového domu*. Brno, 2019. 88 s., 13 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 bytového domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Aneta Němcová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Průkaz energetické náročnosti bytového domu* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Aneta Němcová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za odborné vedení.

OBSAH

ÚVOD	11
A TEORETICKÁ ČÁST	13
A.1 Tepelné soustavy	13
A.1.1 Druhy tepelných soustav.....	13
A.2 Centrální zásobování teplem	13
A.2.1 Tepelné zdroje	14
A.2.1.1 Základní zdroje	14
A.2.1.2 Špičkové zdroje.....	14
A.2.2 Teplonosné látky	14
A.2.2.1 Vodní sítě.....	15
A.2.2.2 Parní sítě.....	15
A.2.3 Tepelná síť.....	15
A.2.3.1 Půdorysné uspořádání sítí.....	15
A.2.3.2 Rozdělení dle počtu trubek.....	17
A.2.3.3 Rozdělení dle způsobu uložení	18
A.2.3.4 Materiály rozvodů.....	20
A.2.4 Předávací stanice.....	21
A.2.4.1 Rozdělení podle tlakové závislosti	22
B VÝPOČTOVÁ ČÁST	25
B.1 Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obálkových konstrukcí	25
B.1.1 Základní informace o budově	25
B.1.2 Rozdělení do zón.....	25
B.1.2.1 Zóna č.1 – Obytné prostory	25
B.1.2.2 Zóna č.2 – Společné komunikace.....	25
B.1.2.3 Zóna č.3 – Suterén.....	25
B.1.3 Rozměrová charakteristika budovy	27
B.1.4 Stavební řešení budovy	27
B.1.5 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí	27
B.1.5.1 Výpočet součinitele prostupu tepla	27

B.1.5.2	Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou	31
B.1.5.3	Štítek obálky stávajícího stavu bytového domu	32
B.1.5.4	Štítek obálky nového stavu bytového domu	33
B.2	Specifikace technických systémů	34
B.2.1	Vytápění.....	34
B.2.2	Příprava TV.....	35
B.2.3	Vzduchotechnika	36
B.2.4	Chlazení.....	36
B.2.5	Úprava vlhkosti.....	36
B.2.6	Osvětlení	36
B.3	Analýza energetických potřeb a toků budovy	37
B.3.1	Tepelné ztráty a zisky.....	37
B.3.2	Dodaná energie pro spotřebu	38
B.3.3	Rozdělení dodané energie.....	39
B.4	Návrh úsporných opatření	40
B.4.1	Stávající stav.....	40
B.4.1.1	Zateplení obvodových konstrukcí.....	40
B.4.1.2	Výměna výplní otvorů	41
B.4.1.3	Zateplení střechy	41
B.4.1.4	Zateplení podlahy 1.NP.....	41
B.4.1.5	Investice celkem	42
B.4.2	Další povinné opatření.....	42
B.4.2.1	Výměna výplní otvorů z dvojskla na trojsklo.....	42
B.4.3	Opatření na alternativní zdroje energie.....	43
B.4.3.1	Solární ohřev TV.....	43
C	PROJEKT PENB	46
	ZÁVĚR.....	81
	CITACE.....	82
	SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK.....	84
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK	87
	SEZNAM GRAFŮ	87

SEZNAM PŘÍLOH	88
---------------------	----

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je vyhotovení průkazu energetické náročnosti bytového domu ve stávajícím stavu. Následné navržení doporučených opatření, která povedou ke snížení spotřeb energií a zpracování průkazu pro nově navržený stav. Práce obsahuje tři části.

Teoretická část pojednává o problematice tepelných soustav, se zaměřením na soustavy s centrálním zásobováním tepla a předávací stanice, z důvodu jejich užití pro vytápění a přípravu teplé vody v daném bytovém domě.

Ve výpočtové části charakterizují stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí. Specifikují energetické systémy, analyzují energetické potřeby a toky budovy. Součástí je také porovnání stávajícího a nově navrženého stavu z hlediska ekonomického a navržení opatření pro snížení energetické náročnosti.

Do poslední projektové části jsou vloženy dva průkazy energetické náročnosti bytového domu ve stavu stávajícím a nově navrženým, které 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 Němcová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019

A TEORETICKÁ ČÁST

A.1 Tepelné soustavy

Tepelnou soustavou se rozumí soustava, která pomocí tekutiny v potrubí vede teplo ke spotřebičům. Soustavu tvoří zdroje tepla, rozvody tepla a odběry tepla. [1]

A.1.1 Druhy tepelných soustav

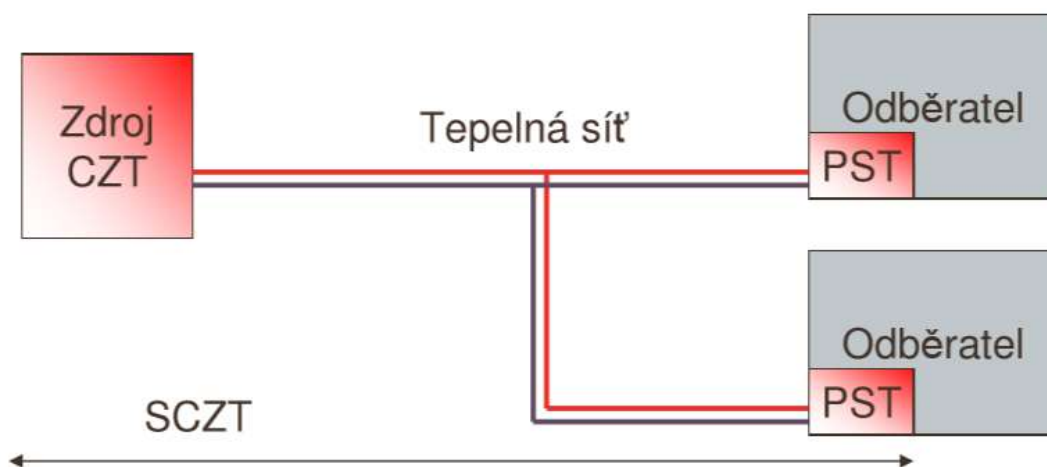
Tepelné soustavy rozdělujeme dle rozsahu území, do kterého dodávají teplo

- Meziměstské
- Městské
- Okrskové a podnikové
- Domovní
- Etážové a bytové.

První tři typy tepelných soustav spadají pod centrální zásobování teplem s jedním nebo více zdroji tepla, zbytek soustav je řešen pomocí lokálních zdrojů tepla. [1]

A.2 Centrální zásobování teplem

Soustavy, které jsou tvořeny ústředními zdroji tepla základními a špičkovými, tepelnými sítěmi, předávacími stanicemi a odběratelskými soustavami. [2]



Obrázek 1 Základní schéma soustavy CZT [3]

Mezi výhody CZT patří centrálně řízený zdroj, menší znečištění ovzduší v místě zástavby, vyšší tepelná účinnost, možnost kontroly a regulace spalovacího procesu. Nevýhodami jsou velké tepelné ztráty, vysoké investiční náklady a neefektivní provoz při nízkém nebo nerovnoměrném vytížení soustavy. [4]

A.2.1 Tepelné zdroje

Zdroje CZT dělíme na základní a špičkové.

A.2.1.1 Základní zdroje

Základní zdroje mají vysokou účinnost, nízké provozní náklady a dosahují maximálního využití instalovaného příkonu. Mezi základní zdroje řadíme okrskové kotelny, výtopy, teplárny, elektrárny a spalovny. [4]

U takto velkých zdrojů tepla se většinou využívá tzv. kogenerace. Principem kogenerace je kombinovaná výroba elektřiny a tepla, které se využívá k vytápění. Docílí se tedy maximálního využití paliva. [5]

A.2.1.2 Špičkové zdroje

Špičkové zdroje pokrývají pouze odběrové špičky a jejich využitelný výkon je nízký. Mohou být umístěny jak u základního zdroje tepla, tak samostatně. Nejčastěji se používá kotel a zásobníky tepla. [2]

A.2.2 Teplonosné látky

Za teplonosnou látku se užívá zejména voda nebo pára. S párou se můžeme setkat ve spoustě průmyslových podniků. [1]

Základní výhody a nevýhody využití vody ve srovnání s párou [2]

Výhody:

- Vyšší účinnost
- Vyšší akumulační schopnost vodní soustavy
- Možnost delších rozvodů
- Zachování kondenzátu v teplárně.

Nevýhody:

- Větší sklon k poruchám
- Velká hmotnost teplonosné látky
- Nemůže krýt technologické potřeby jako pára.

A.2.2.1 Vodní sítě

Přívodní voda dosahuje teplot 130-80 °C a teploty zpětné vody se pohybují v rozmezí 60-80 °C ve výpočtových podmínkách. Voda ve vnějších sítích proudí rychlostí 1-2 m/s, dynamické tlaky se pohybují v desítkách kPa. Statické tlaky jsou závislé na členění terénu a většinou nepřesahují 2 Mpa. K pohybu vody je vždy nutné použít oběhová čerpadla, která se umísťují ve zdrojích. Průměry přívodních i zpětných potrubí jsou obvykle shodné. [2]

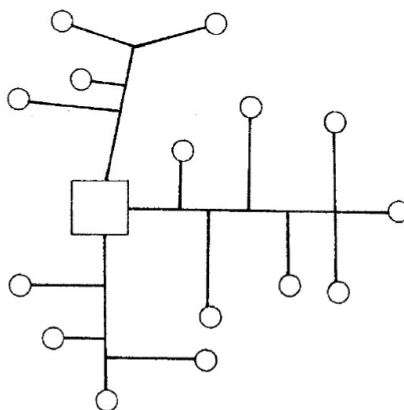
A.2.2.2 Parní sítě

V parních sítích koluje pára sytá nebo mírně přehřátá. Tlaky se obvykle pohybují v rozmezí 0,2-1,5 Mpa. K pohybu páry není nutné pomocných zařízení, pohybuje se pomocí vlastní tlaku rychlostí 25-60 m/s. Statické tlaky jsou stejně jako u vodních sítí závislé na členitosti terénu a nepřevyšují 2 Mpa. Parní sítě mají větší průměr potrubí než sítě vodní při stejné dodávce tepla. Vratné potrubí je běžně 1/2 až 1/3 průměru parního potrubí. Teplota vraceného kondenzátu klesne na 60-80 °C a je nutné jej do zdroje tepla dopravit pomocí čerpadla. [2]

A.2.3 Tepelná síť

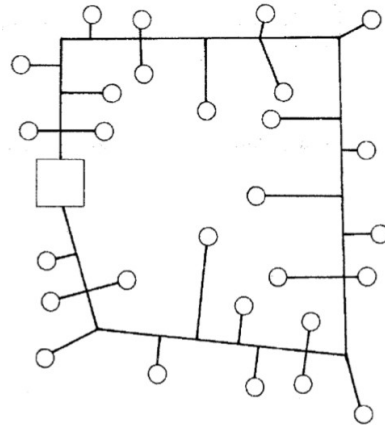
A.2.3.1 Půdorysné uspořádání sítí

Paprskovitá síť též radiální či větvená rozvádí teplonosnou látku pomocí jednoho nebo více napáječů nejkratší cestou k jednotlivým odběratelským skupinám. Paprskovitá síť se využívá ve vodních tepelných sítích díky své hydraulické stabilitě. [2]



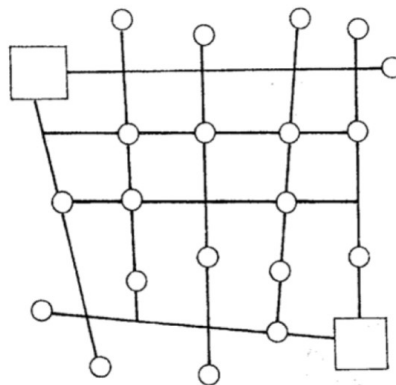
Obrázek 2 Paprskovitá síť [9]

Okružní síť tvoří okruh ze sítí se zásobovaným teplem. Dílčí předávací stanice je možné napájet ze dvou nebo více směrů. Pokud tomu tak je, rozdělí se okruh pomocí uzávěrů na jednotlivé celky. Tyto sítě se využívají především u parovodů, přičemž umožňují snadné připojení dalšího zdroje. [2]



Obrázek 3 Okružní síť [9]

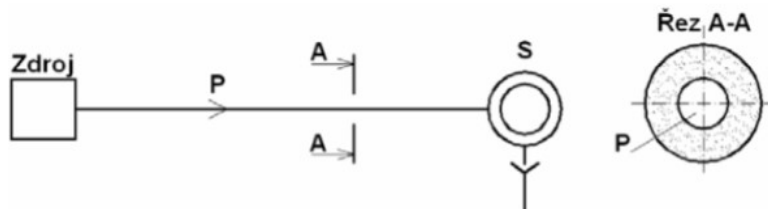
Mřížová síť je složena z více vzájemně propojených okruhů umístěných vedle sebe. Většinou bývá napojena na více zdrojů. Z důvodu vysokých investičních nákladů se v teplárenství téměř nepoužívá. [2]



Obrázek 4 Mřížová síť [9]

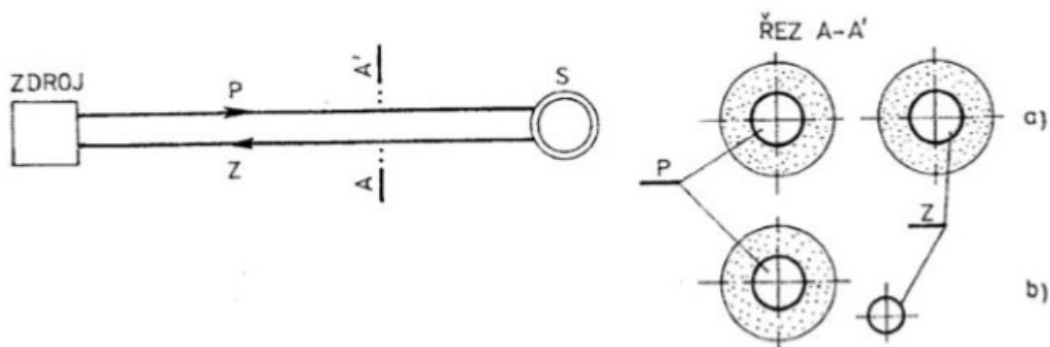
A.2.3.2 Rozdělení dle počtu trubek

Jednotrubkový systém se používá výhradně tam, kde se teplotní médium nevrací do zdroje. Tento typ tepelné sítě se užívá u parovodů, kde se pára využívá v technologických procesech. V tomto případě jsou náklady nejnižší. [2]



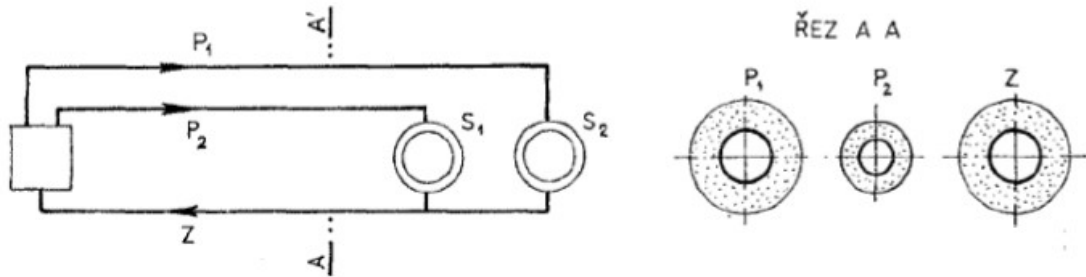
Obrázek 5 Schéma jednotrubkové tepelné sítě [10]

Dvoutrubkový systém je nejrozšířenější, sestaven přívodním a vratným potrubím. Pokud teplotní látku tvoří voda, průměry přívodního i vratného potrubí jsou stejné a obě se tepelně izolují. V případě páry se izoluje pouze potrubí přívodní. Vratné potrubí s kondenzátem se izoluje pouze v místě, kde může nastat jeho zamrznutí. Investice na dvoutrubkovou tepelnou síť jsou vyšší než na síť jednotrubkovou. [2]



Obrázek 6 Schéma dvoutrubkové tepelné sítě [9]

Třítrubkový systém lze využít pouze v případech, kdy je nutné dodávat teplo spotřebičům ve dvou teplotních nebo tlakových úrovních, nebo pokud dochází během roku ke značným výkyvům odběru tepla. Vratné potrubí je pro obě možnosti společné. Investiční náklady jsou přirozeně vyšší. [2]



Obrázek 7 Schéma třítrubkové tepelné sítě [9]

Čtyřtrubkový systém se používá výjimečně kvůli vysokých investičních nákladům. Od třítrubkového systému se odlišuje tím, že vratné potrubí pro kondenzát je pro obě varianty samostatné. [2]

A.2.3.3 Rozdělení dle způsobu uložení

Vedení tepelných sítí je řešeno jako nadzemní, pozemní a podzemní.

Nadzemní vedení předchází komplikacím spojeným se zabíráním a nevyužitím pásu půdy za cenu vyšších nákladů. Ovšem velkým nedostatkem je značný zásah do krajiny. Z toho důvodu je využití nadzemních sítí doporučeno pouze v průmyslových zónách. [12]

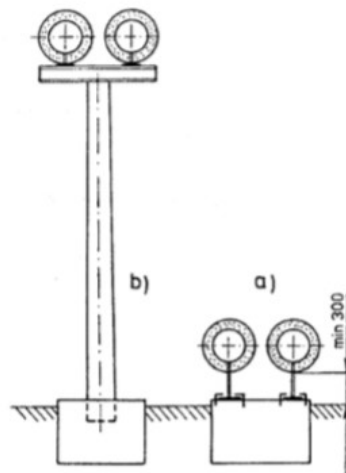


Obrázek 8 Nadzemní vedení [13]

Pozemní vedení je ekonomicky méně náročné než nadzemní. Tepelné sítě se osazují na betonové základy nebo zděné podstavce. [2] Kvůli problému s křížením komunikací a zabírání spojitého pásu půdy se méně užívá v obytné zástavbě. [12]

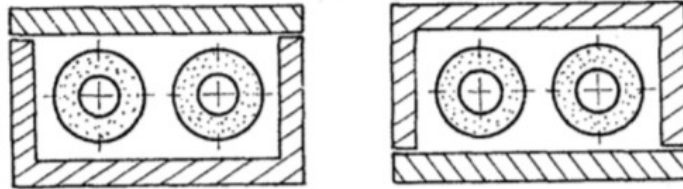


Obrázek 9 Pozemní vedení [9]



Obrázek 10 Tepelná síť a) pozemní vedení, b) nadzemní vedení [9]

Podzemní vedení má více možností řešení. Nejčastěji je potrubí vedeno v topných kanálech – neprůlezné, průlezné a průchozí. Mezi další varianty patří stále více užívané bezkanálové uložení. V tomto uložení používáme předizolované potrubí nebo izolační zásyp. [12]



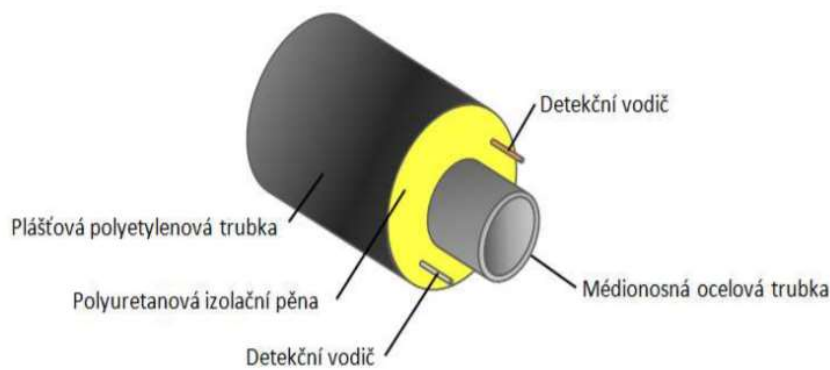
Obrázek 11 Žlabový kanál a příklopový kanál [9]



Obrázek 12 Bezkanálové uložení tepelné sítě [14]

A.2.3.4 Materiály rozvodů

Nejčastěji používaným materiálem pro tepelné sítě jsou ocelové svařované trubky, které v podzemním bezkanálovém vedení nahrazují plastové rozvody z polybutenu nebo síťovaného polyetylenu. Podmínkou použití plastového potrubí je odolnost vůči teplotě a tlaku.



Obrázek 13 Předizolované potrubí [9]

A.2.4 Předávací stanice

Odběratelskou síť napojujeme pomocí předávací stanice na síť distribuční. [4]

Předávací členíme do dvou hlavních skupin podle tlakové závislosti:

- Předávací stanice s teplosměnnou plochou – tlakově nezávislá
- Předávací stanice bez teplosměnné plochy – tlakově závislá

Další možné rozdělení předávacích stanic:

- Podle teplotnosné látky
 - Parní předávací stanice
 - Vodní předávací stanice
- Podle začlenění do soustavy dodávky tepla
 - Okrskové předávací stanice
 - Objektové předávací stanice
- Podle účelu
 - Pro vytápění
 - Pro ohřev teplé vody
 - Pro vytápění a ohřev teplé vody
 - Pro ostatní účely (technologie, vzduchotechnika). [3]

A.2.4.1 Rozdělení podle tlakové závislosti

Tlakově nezávislé předávací stanice, tzv. výměňkové stanice, slouží k výměně tepla s vyšší teplotní a tlakovou hladinou v primárním médiu do sekundární teplotnosné látky, která se nejčastěji používá k vytápění budov. Výměnu tepla provádíme pomocí rekuperačních či směšovacích výměníků.

Tyto stanice charakterizujeme jako odběrná místa, ve kterých dochází k přenosu tepla z primárního média do sekundární topné látky tvořenou nejčastěji vodou pomocí teplosměnných ploch. Teplosměnné plochy jsou tvořeny zejména deskovými výměníky.

Podle druhu primárního média členíme stanice na:

- Horkovodní výměňkové stanice se napojují na distribuční síť CZT s teplotou vody nad 120 °C. Jsou tvořeny obvykle deskovými výměníky. Slouží k vytápění, případně ohřevu TUV.
- Teplovodní výměňkové stanice napojené na síť CZT o teplotě primárního média do 120 °C, které tvoří pouze deskové výměníky pro průtočný nebo smíšený ohřev TV.
- Parní výměňkové stanice připojené na parní síť CZT. Využívá se trubkových výměníků, které pomocí skupenských změn a teplotnosné plochy předávají teplo do sekundární topné vody využívající se k vytápění a přípravě TUV. Součástí parní výměňkové stanice je vratné potrubí k odvodu kondenzátu zpět do CZT.

Tlakově nezávislé předávací stanice a sestavy stanic se technicky řeší v provedení klasickém, kompaktním nebo blokovém. Blokované kompaktní stanice jsou ucelené sestavy tvořené deskovými výměníky. [15]



Obrázek 14 Tlakově nezávislá předávací stanice [16]

Tlakově závislé předávací stanice, tzv. redukční stanice, fungují na principu redukce primárního média na požadované teplotní a tlakové parametry pro ústřední vytápění či technologie. Pro redukci primárního média využíváme redukční armatury. Stanice lze charakterizovat jako přímá odběrná místa, která umožňují vstup upraveného primárního média do sekundární sítě.

Podle druhu distribuované teplotnosné látky dělíme stanice na:

- Vodní směšovací stanice zajišťují smíšení primární teplotnosné látky se sekundární topnou vodou na požadované parametry. Dále tyto stanice dělíme podle teploty přiváděného primárního média na:
 - Horkovodní směšovací stanice, jejichž primární voda dosahuje teplot nad 120 °C. Nejprve dochází k mísení primární vody a vratné sekundární vody, aby teplota klesla na požadovanou a následně ji využíváme k vytápění a ohřevu TUV. Obvykle se navrhují individuálně z důvodů užití směšovacích ventilů nebo regulovatelných ejektorů.
 - Teplovodní směšovací stanice pracují s teplotou primární vody pod 120 °C. Nejčastěji se sestavují do kompaktních směšovacích uzlů nebo směšovacích stanic připravujících i TUV.
- Parní redukční stanice redukuje přiváděnou páru o tlaku vyšším než 70 kPa na středotlaké i nízkotlaké parametry. Následně umožní její distribuci pro přímé vytápění výrobních provozů nebo pro účely technologie. Stanice obsahuje vratné potrubí pro odvod kondenzátu do systému CZT. [15]



Obrázek 15 Tlakově závislá předávací stanice [17]



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 Němcová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obálkových konstrukcí

B.1.1 Základní informace o budově

V bakalářské práci se zabývám bytovým domem, který byl postaven v Letovicích v roce 1969. Má 4 nadzemní a 1 podzemní podlaží. Budova je rozdělena do 4 celků s vlastními vchody. V budově se nachází celkem 18 bytů různých velikostí.

B.1.2 Rozdělení do zón

Objekt je rozdělen do 3 zón. Každá zóna má předdefinovaný profil užívání. Hranice mezi jednotlivými zónami prochází osou dělicí konstrukce. Ohraničení zóny je na vnějším líci konstrukce.

B.1.2.1 Zóna č.1 – Obytné prostory

V této zóně se nachází bytové jednotky, které jsou vytápěny. Celková rozloha činí 2691,79 m². Provoz zóny je definován 24 hodin denně a 365 dní v roce. Požadovaný objem čerstvého vzduchu je 6703,55 m³/h. Vnitřní tepelné zisky od osob tvoří 2 W/m².

B.1.2.2 Zóna č.2 – Společné komunikace

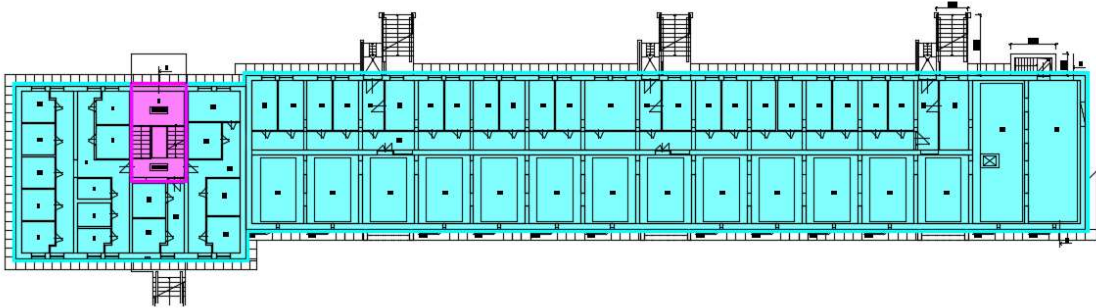
Zóna prochází všemi podlažími, zahrnuje vstupy do budovy, chodby a schodiště. Je vytápěna. Rozloha je 436,69 m². Provoz zóny je definován 24 hodin denně po dobu 365 dní v roce. Požadovaný objem čerstvého vzduchu je 477,27 m³/h.

B.1.2.3 Zóna č.3 – Suterén

Do zóny č.3 spadají nevytápěné prostory suterénu.

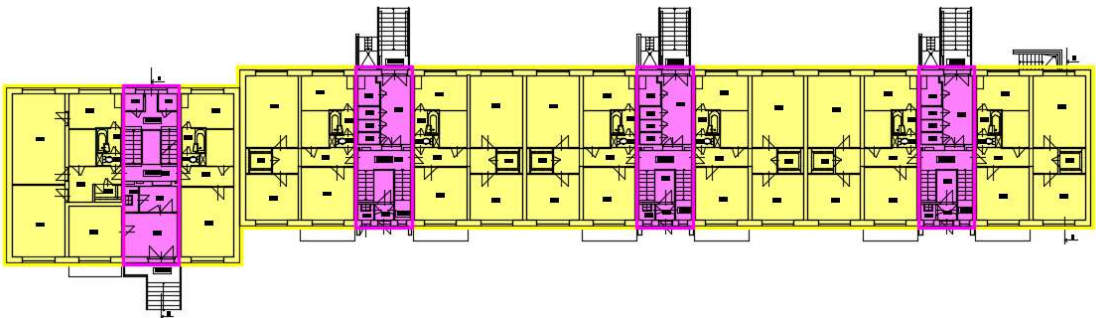
1.PP

- Zóna č.3 – Suterén
- Zóna č.2 – Společné komunikace



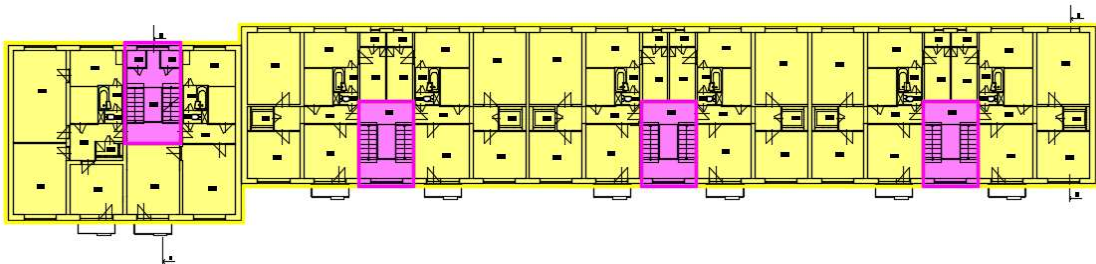
1.NP

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



2.NP – 4.NP

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



B.1.3 Rozměrová charakteristika budovy

Tabulka 1 Rozměrová charakteristika budovy nového stavu

Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	36 919,4 m ³
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	3 282,2 m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,09 m ² /m ³

B.1.4 Stavební řešení budovy

Obvodové a vnitřní nosné zdivo původní budovy je tvořeno zdívem CDm tl. 375 mm. Stropní konstrukce tvoří železobetonové desky. Zateplení spodního líce, pěnovým polystyrenem tl. 50 mm a heraklitem, se nachází pouze nad nevytápěným podzemním podlažím. Původní okenní konstrukce jsou zdvojené dřevěné. Zastřešení tvoří jednoplášťová plochá střecha s nosnou železobetonovou konstrukcí tl. 120 mm, spádovou vrstvou z písku, tepelně-izolační vrstvou z plynosilikátových tvárnic tl. 200 mm a hydroizolace z asfaltových pásů.

V novém stavu jsem navrhla zateplení obvodových konstrukcí, stropu nad suterénem a střechy tak, aby bylo dosaženo doporučeného součinitele prostupu tepla. Součástí byla celková výměna oken a dveří.

B.1.5 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

B.1.5.1 Výpočet součinitele prostupu tepla

Tabulka 2 Obvodová stěna – stávající stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,990	0,010	0,13	0,04	0,719	0,020	1,360
2	zdivo CDm	0,375	0,69	0,543					
3	omítka vápenná	0,020	0,88	0,023					
				UN,20=0,3 [W/(m ² *K)]	Urec,20=0,25 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 3 Obvodová stěna – nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010	0,13	0,04	4,83	0,02	0,227
2	zdivo CDm	0,375	0,69	0,543					
3	tepelná izolace EPS 100 F	0,15	0,037	4,054					
4	lehčená jádrová omítka	0,02	0,37	0,054					
5	šlechtěná omítka	0,002	0,57	0,004					
UN,20=0,3 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,25 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 4 Obvodová stěna suterénu – nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010	0,13	0,04	3,55	0,02	0,30
2	zdivo CDm	0,375	0,69	0,543					
3	tepelná izolace XPS	0,1	0,036	2,778					
4	lehčená jádrová omítka	0,02	0,37	0,054					
5	šlechtěná omítka	0,002	0,57	0,004					
UN,20=0,3 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,25 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 5 Obvodová stěna pod terénem – nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010	0,13	0	3,48	0,02	0,31
2	zdivo CDm	0,375	0,69	0,543					
3	asfaltový pás	0,004	0,21	0,017					
4	tepelná izolace XPS	0,1	0,036	2,778					
UN,20=0,85 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,6 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 6 Plochá střecha – stávající stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010	0,1	0,04	2,36	0,02	0,44
2	ŽB nosná kce	0,12	0,18	0,667					
3	písek	0,5	0,95	0,526					
4	plynosilikátové tvárnice	0,2	0,2	1					
5	asfaltový pás	0,004	0,21	0,017					
UN,20=0,24 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,16 [W/(m ² *K)]				

Tabulka Plochá střecha – nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010	0,1	0,04	7,50	0,02	0,15
2	ŽB nosná kce	0,12	0,18	0,667					
3	PVC fólie	0,002	0,16	0,009					
4	tepelně izolační desky	0,3	0,045	6,667					
5	PVC fólie	0,002	0,16	0,009					
UN,20=0,24 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,16 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 7 Podlaha 1.NP – stávající stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	keramická dlažba	0,012	1,01	0,012	0,17	0,17	3,22	0,02	0,33
2	cementová malta	0,008	1,16	0,007					
3	beton hutný	0,065	1,3	0,050					
4	železobeton	0,1	0,044	2,273					
5	pěnový polystyren a heraklit	0,05	0,093	0,538					
UN,20=0,75 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,5 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 8 Podlaha 1.NP – nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	keramická dlažba	0,012	1,01	0,012	0,17	0,17	3,93	0,02	0,27
2	cementová malta	0,008	1,16	0,007					
3	beton hutný	0,065	1,3	0,050					
4	železobeton	0,1	0,044	2,273					
5	tepelná izolace čedičová vlna	0,05	0,04	1,250					
UN,20=0,75 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,5 [W/(m ² *K)]				

Tabulka 9 Podlaha na terénu – stávající i nový stav

č.v.	materiál	d [m]	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	R _{si} [m ² *K/W]	R _{se} [m ² *K/W]	ΣR [m ² *K/W]	Δt_{bk}	U [W/(m ² *K)]
1	keramická dlažba	0,012	1,01	0,012	0,17	0	4,92	0,02	0,22
2	cementová malta	0,01	1,16	0,009					
3	betonová mazanina	0,08	1,3	0,062					
4	tepelná izolace XPS	0,15	0,033	4,545					
5	asfaltový pás	0,004	0,21	0,017					
6	železobeton	0,15	1,43	0,105					
UN,20=0,45 [W/(m ² *K)]					Urec,20=0,3 [W/(m ² *K)]				

Výplně otvorů – stávající stav

Dřevěná okna zdvojená	2,40 W/(m ² *K)
Dřevěné balkonové dveře	2,40 W/(m ² *K)
Dřevěné hlavní vchodové dveře	2,90 W/(m ² *K)
Dřevěné dveře suterénu	2,90 W/(m ² *K)

Výplně otvorů – nový stav

Plastová okna s dvojsklem	1,10 W/(m ² *K)
Plastové balkonové dveře s dvojsklem	1,10 W/(m ² *K)
Plastové hlavní vchodové dveře	1,30 W/(m ² *K)
Plastové dveře suterénu	1,30 W/(m ² *K)

B.1.5.2 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanou a doporučenou hodnotou

Ve stávajícím stavu bylo dosaženo požadovaných i doporučených hodnot pouze u podlahy 1.NP a na terénu. Z toho důvodu byla zanechána původní podlaha na terénu. Podlahu 1.NP bylo třeba vyměnit kvůli jejímu špatnému stavu.

V novém stavu všechny konstrukce splňují požadavky na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla.

Tabulka 10 Porovnání součinitelů prostupu tepla

konstrukce	U _{ryp}	U _{N,20}	U _{rec,20}	vyhodnocení	
	[W/(m ² *K)]				
stávající stav					
Obvodová stěna	1,36	0,30	0,25	nevyhovuje	nevyhovuje
Plochá střecha	0,44	0,24	0,16	nevyhovuje	nevyhovuje
Podlaha 1.NP	0,33	0,75	0,50	vyhovuje	vyhovuje
Podlaha na terénu	0,22	0,45	0,30	vyhovuje	vyhovuje
Dřevěná okna zdvojená	2,40	1,50	1,20	nevyhovuje	nevyhovuje
Dřevěné balkonové dveře	2,40	1,50	1,20	nevyhovuje	nevyhovuje
Dřevěné hlavní vchodové dveře	2,90	1,70	1,20	nevyhovuje	nevyhovuje
Dřevěné dveře suterénu	2,90	1,70	1,20	nevyhovuje	nevyhovuje
nový stav					
Obvodová stěna	0,23	0,3	0,25	vyhovuje	vyhovuje
Obvodová stěna suterénu	0,30	0,3	0,25	vyhovuje	vyhovuje
Obvodová stěna pod terénem	0,31	0,85	0,60	vyhovuje	vyhovuje
Plochá střecha	0,15	0,24	0,16	vyhovuje	vyhovuje
Podlaha 1.NP	0,27	0,75	0,50	vyhovuje	vyhovuje
Plastová okna s dvojsklem	1,10	1,50	1,20	vyhovuje	vyhovuje
Plastové balkonové dveře s dvojsklem	1,10	1,50	1,20	vyhovuje	vyhovuje
Plastové hlavní vchodové dveře	1,30	1,70	1,20	vyhovuje	nevyhovuje
Plastové dveře suterénu	1,30	1,70	1,20	vyhovuje	nevyhovuje

B.1.5.3 Štítek obálky stávajícího stavu bytového domu

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		Bytový dům			Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		Dlouhá 79 67961, Letovice				
Katastrální území:		680711				
Parcelní číslo:		570				
Celková podlahová plocha $A_c = 3012,49$ [m ²]					stávající	doporučení
<p>CI velmi úsporná</p> <p>0,50</p> <p>0,75</p> <p>1,00</p> <p>1,50</p> <p>2,00</p> <p>2,50</p> <p>mimořádně neekonomická</p>						
KLASIFIKACE					F	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$					1,12	0,33
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ [W/(m ² K)]					0,46	0,46
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,23	0,34	0,46	0,69	0,92	1,15
Platnost štítku do (datum):				24.5.2029 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Aneta Němcová		

B.1.5.4 Štítek obálky nového stavu bytového domu

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		Bytový dům			Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		Dlouhá 79 67961, Letovice				
Katastrální území:		680711				
Parcelní číslo:		570				
Celková podlahová plocha $A_c = 3128,48$ [m ²]					stávající	doporučení
<p>CI velmi úsporná</p> <p>0,50</p> <p>0,75</p> <p>1,00</p> <p>1,50</p> <p>2,00</p> <p>2,50</p> <p>mimořádně neekonomická</p>						
					0,72	0,60
KLASIFIKACE					B	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$					0,33	0,28
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ [W/(m ² K)]					0,46	0,46
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,23	0,34	0,46	0,69	0,92	1,15
Platnost štítku do (datum):				24.5.2029 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Aneta Němcová		

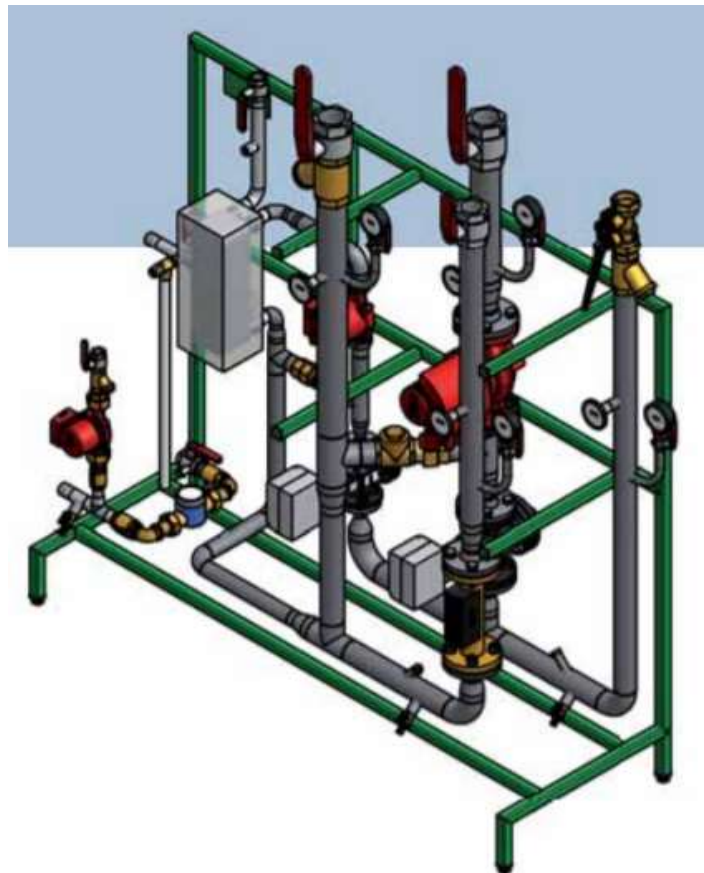
B.2 Specifikace technických systémů

Veškeré technické systémy vyjma osvětlení jsou stejné pro oba vypočtené průkazy energetické náročnosti daného bytového domu.

B.2.1 Vytápění

Budova je osazena kompaktní tlakově závislou předávací stanicí, která je napojena na rozvody centrálního zásobování tepla. Teplovodní předávací stanice je určena pro systém s primárním topným médiem o teplotě do 100 °C a tlaku do 0,6 MPa. [6] Předávací stanice je umístěna v technické místnosti suterénu.

Systém vytápění je teplovodní, dvoutrubkový, s nuceným oběhem. Byly navrženy 4 hlavní větve rozvodů otopné vody pro jednotlivé vchody do bytového domu. Vhodné teploty vody je dosaženo pomocí směšování na základě ekvitermní křivky s vratnou vodou okruhu UT. Potrubí je zde ocelové o převažujícím průměru 1". Budova je osazena deskovými otopnými tělesy opatřenými ventily s termostatickou hlavicí.



Obrázek 16 Kompaktní předávací stanice [6]

B.2.2 Příprava TV

Příprava teplé vody je taktéž řešena pomocí CZT. Primární topná voda se v předávací stanici rozděljuje na vodu topnou a vodu pro ohřev TV. Před výměník teplé vody je vložen směšovací okruh, díky kterému docílíme snížení teploty vody vstupující do výměníku. Teplá voda je připravována přímým ohřevem v deskovém výměníku, kde se studená voda smíšená s cirkulační vodou ohřívá na požadovanou teplotu. [6]

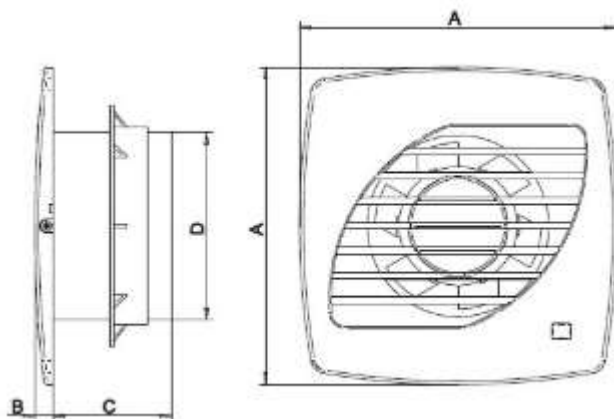
Dále je nainstalován akumulční zásobník o objemu 120 l na pokrytí odběrových špiček.



Obrázek 17 Akumulační nádrž [7]

B.2.3 Vzduchotechnika

V zóně č. 1 jsou nainstalovány nástěnné axiální ventilátory pro odvod vzduchu z koupelen a toalet. Ostatní místnosti jsou větrány přirozeně pomocí oken.



Obrázek 18 Ventilátor [11]

B.2.4 Chlazení

V objektu není instalován žádný systém chlazení.

B.2.5 Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti v budově je řešena pouze přirozeným větráním.

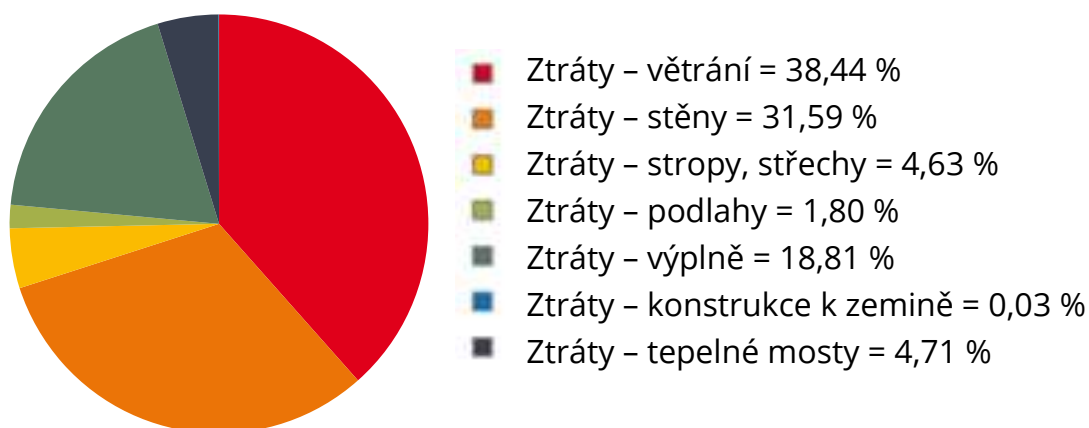
B.2.6 Osvětlení

Ve stávajícím stavu byly v bytovém domě nainstalovány převážně klasické žárovky v kombinaci se zářivkami, které jsem v rámci úsporného opatření v novém stavu vyměnila za LED světla, která podstatně sníží spotřebu elektrické energie.

B.3 Analýza energetických potřeb a toků budovy

B.3.1 Tepelné ztráty a zisky

Následující grafy ukazují, jak se změnilы poměry tepelných ztrát a zisků prostupem konstrukcí a větráním v původním a novém stavu. Největší tepelné ztráty tvoří ztráty větráním¹, jak ve stávajícím stavu, tak ve stavu novém. Druhým největším podílem ztrát ve stávajícím stavu jsou ztráty přes stěny, které po zateplení klesly téměř o čtyřnásobek původní hodnoty.



Graf 1 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním pro hodnocenou budovu - stávající stav

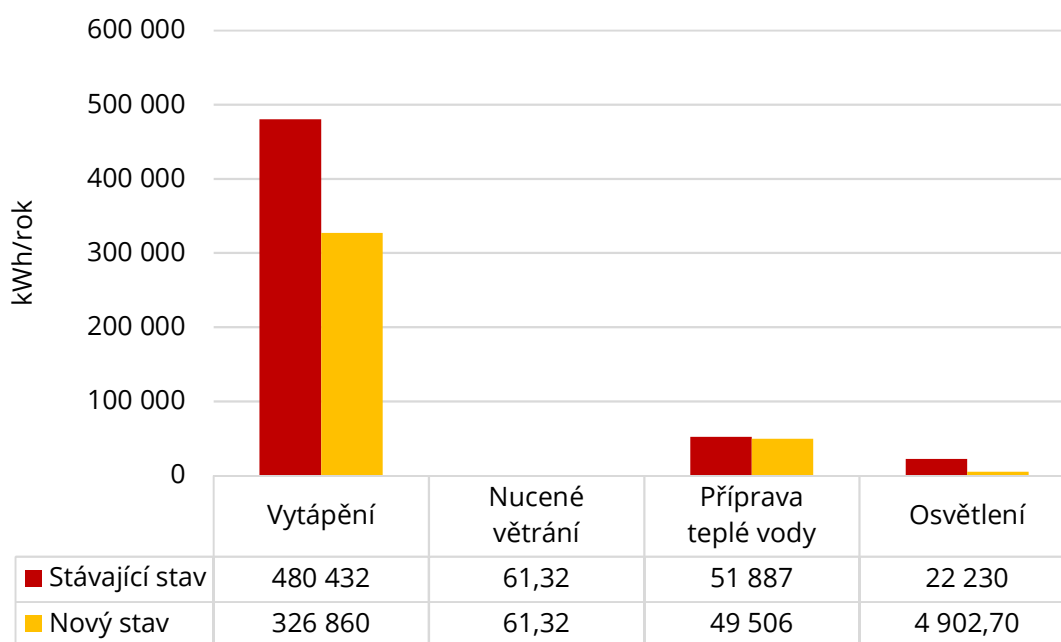


Graf 2 tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním pro hodnocenou budovu - nový stav

¹ Ztráty větráním se rozumí vyšší z hodnot požadované hygienické výměny vzduchu v zóně nebo nežádoucí infiltračí vzduchu do zóny.

B.3.2 Dodaná energie pro spotřebu

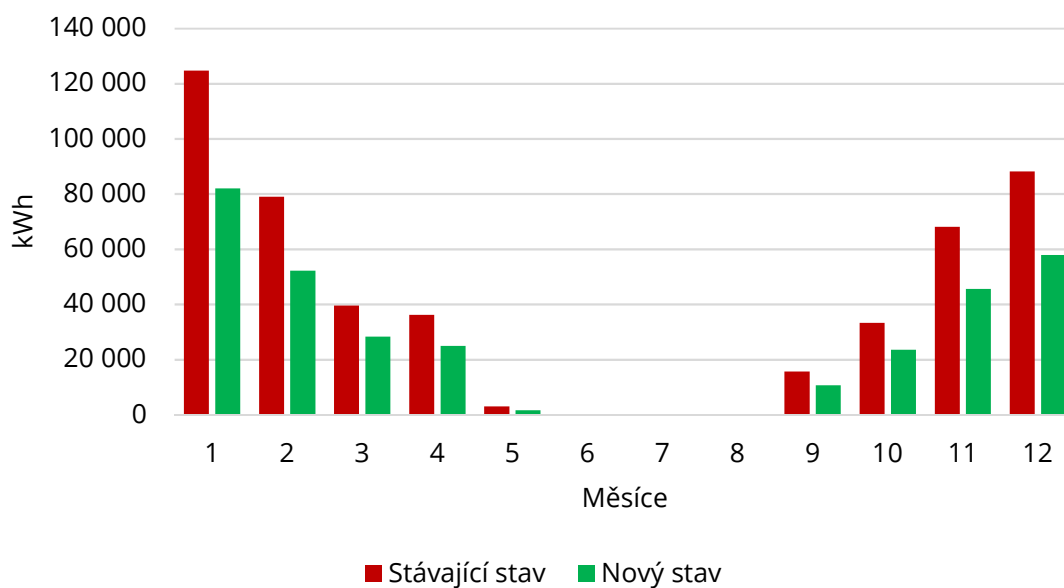
Nyní porovnávám dodanou energii pro spotřebu na vytápění, nucené větrání, přípravu teplé vody a osvětlení stávajícího stavu a nového stavu. Z grafu je patrné, že nejvíce energie je nutné dodat na vytápění bytového domu. V novém stavu potřeba energie na vytápění klesla o zhruba 30 %. K velkému poklesu potřebné energie došlo u osvětlení díky navrženým opatřením, které se týkaly výměny žárovek a zářivek za úsporná LED světla. Pokles činí téměř 80 % původní energie.



Graf 3 Dodaná energie pro spotřebu

Jelikož v předchozím grafu dominovala spotřeba dodané energie na vytápění, rozhodla jsem se vytvořit graf, který ukazuje spotřebu energie v jednotlivých měsících pro oba stavy. Největších spotřeb energie budova dosahuje v otopném období². Mezi nejkritičtější měsíce patří prosinec a leden, během kterých spotřeba energie přesahuje 80 MWh a v lednu dokonce stávající stav nabývá hodnot větších než 120 MWh. V letních měsících naopak spotřeba energie na vytápění dosahuje nulových hodnot.

² Otopné období začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku. [8]

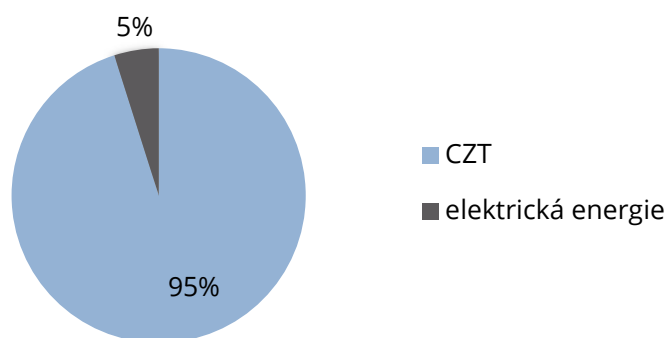


Graf 4 Spotřeba energie na vytápění

B.3.3 Rozdělení dodané energie

Tabulka 11 Rozdělení dodané energie – stávající stav

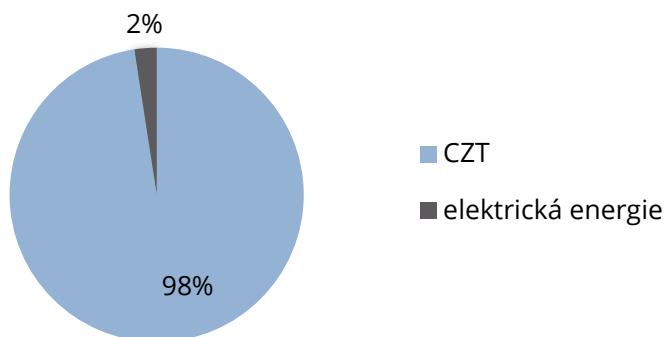
Účel spotřeby energie	Energonositel	Energie [kWh/rok]
Vytápění	CZT	480 432
	Elektrická energie	3 582,7
Nucené větrání	Elektrická energie	61,32
Příprava teplé vody	CZT	51 887
	Elektrická energie	890,39
Osvětlení	Elektrická energie	22 230
Elektrická energie celkem		26 764,1
CZT celkem		532 319,1
Celkem		559 083



Graf 5 Podíl energonositelů na dodané energii – stávající stav

Tabulka 4 Rozdělení dodané energie – nový stav

Účel spotřeby energie	Energonositel	Energie [kWh/rok]
Vytápění	CZT	326 860
	Elektrická energie	3 759,8
Nucené větrání	Elektrická energie	61,32
Příprava teplé vody	CZT	49 506
	Elektrická energie	593,96
Osvětlení	Elektrická energie	4 902,7
Elektrická energie celkem		9 317,75
CZT celkem		376 366
Celkem		385 684



Graf 6 Podíl energonositelů na dodané energii – nový stav

B.4 Návrh úsporných opatření

B.4.1 Stávající stav

B.4.1.1 Zateplení obvodových konstrukcí

Z důvodů velkých tepelných ztrát stěn, navrhuji jejich zateplení kontaktním zateplovacím systémem za použití polystyrenu EPS 100 F (deklarovaná hodnota $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) o tloušťce 150 mm. Součinitel prostupu tepla po úpravě bude mít hodnotu $0,227 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Pro konstrukci suterénu doporučuji použít extrudovaný polystyren XPS tloušťky 100 mm s deklarovanou hodnotou $\lambda = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Součinitel prostupu tepla po úpravě bude mít hodnotu $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Tabulka 12 Prostá návratnost zateplení obvodových konstrukcí

Investice na m ²	1 000 Kč
Celková investice (IN)	1 832 260 Kč
Úspora (Cf)	38,7 MWh/rok, tj. cca 84 921 Kč
Prostá návratnost (Ts)	Ts = IN/Cf = 1 832 260/84 921 Ts = 21,6 let

B.4.1.2 Výměna výplní otvorů

Jedná se o výměnu dřevěných zdvojených oken za plastová okna s izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla 1,10 W/(m²*K) a dveří se součinitelem prostupu tepla 1,30 W/(m²*K).

Tabulka 13 Prostá návratnost výměny výplní otvorů

Investice na m ²	4 000–5 000 Kč
Celková investice (IN)	1 944 760 Kč
Úspora (Cf)	63,516 MWh/rok, tj. cca 145 153,4 Kč
Prostá návratnost (Ts)	Ts = IN/Cf = 1 944 760/145 153,4 Ts = 13,4 let

B.4.1.3 Zateplení střechy

Z grafu jsou zřejmé velké tepelné ztráty prostupem střešní konstrukcí, proto jsem za další opatření zvolila rekonstrukci a zateplení ploché střechy pomocí tepelně izolačních desek. Výsledný součinitel prostupu tepla je 0,15 W/(m²*K).

Tabulka 14 Prostá návratnost zateplení střechy

Investice na m ²	2 200 Kč
Celková investice (IN)	1 398 650 Kč
Úspora (Cf)	19,143 MWh/rok, tj. cca 43 750,4 Kč
Prostá návratnost (Ts)	Ts = IN/Cf = 1 398 650/43 750,4 Ts = 32 let

B.4.1.4 Zateplení podlahy 1.NP

Podlaha 1.NP byla ve špatném stavu, tudíž došlo k její rekonstrukci a byl vyměněn pěnový polystyren s heraklitem za tepelné desky z čedičové vlny deklarovanou hodnotou $\lambda = 0,04$ W/(m*K).

Tabulka 15 Prostá návratnost zateplení podlahy 1.NP

Investice na m ²	800 Kč
Celková investice (IN)	125 747 Kč
Úspora (Cf)	2,917 MWh/rok, tj. cca 6 665,4 Kč
Prostá návratnost (Ts)	$Ts = IN/Cf = 125\ 747/6\ 665,4$ Ts = 18,9 let

B.4.1.5 Investice celkem

Do celkové investice jsem započítala všechny předchozí, přičemž dle vzorce vyšla prostá návratnost za necelých 19 let. Životnost investic je 30 let, a můžeme je tedy označit za výhodné.

Tabulka 16 Prostá návratnost celkové investice

Celková investice (IN)	5 301 417 Kč
Úspora (Cf)	124,28 MWh/rok, tj. cca 284 005,5 Kč
Prostá návratnost (Ts)	$Ts = IN/Cf = 5\ 301\ 417/284\ 005,5$ Ts = 18,7 let

B.4.2 Další povinné opatření

B.4.2.1 Výměna výplní otvorů z dvojskla na trojsklo

V novém stavu jsou již osazena plastová okna s izolačním dvojsklem, tudíž jako opatření navrhuji pouze výměnu izolačního dvojskla za izolační trojsklo u oken a balkonových dveří.

Tabulka 17 Prostá návratnost výměny výplní otvorů

Investice na m ²	700 Kč
Celková investice (IN)	319 368 Kč
Úspora (Cf)	15,714 MWh/rok, tj. cca 35 910,6 Kč
Prostá návratnost (Ts)	$Ts = IN/Cf = 319\ 368/35\ 910,6$ Ts = 8,9 let

B.4.3 Opatření na alternativní zdroje energie

Jediným vhodným opatřením pro využití alternativního zdroje energie je realizace návrhu solárních kolektorů pro přípravu teplé vody.

B.4.3.1 Solární ohřev TV

Opatření zahrnuje instalaci 56 kusů solárních kolektorů na střechu budovy a napojení akumulčního zásobníku se stratifikací o objemu 5000 l. Kolektory budou orientovány na jižní stranu pod úhlem 45°.

Výpočet je uveden v příloze č. 13.

Tabulka 18 Solární systém pro přípravu teplé vody

Počet osob:	100	osob
Spotřeba na osobu:	40	l/os.den (při 55 °C)

Tabulka 19 Příprava teplé vody a vytápění

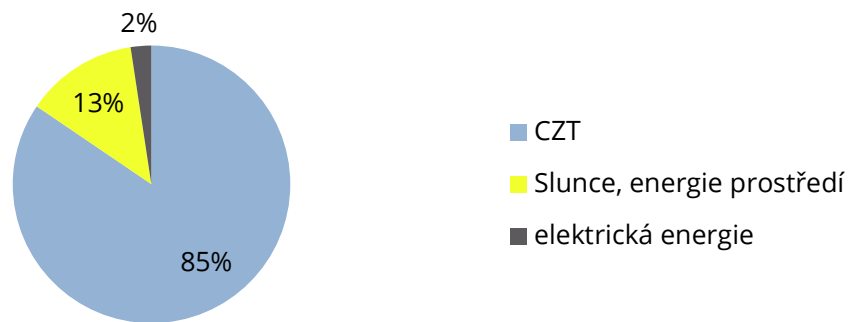
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	4000	l/den
Teplota studené vody t_{sv}	10	°C
Teplota teplé vody t_{TV}	55	°C
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,110	
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	0,3	Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací
Typ solárního zásobníku (uvedte podle projektu)	Stratifikační zásobník	
Objem solárního zásobníku (uvedte podle projektu)	5000	l

Tabulka 20 Parametry solárních kolektorů

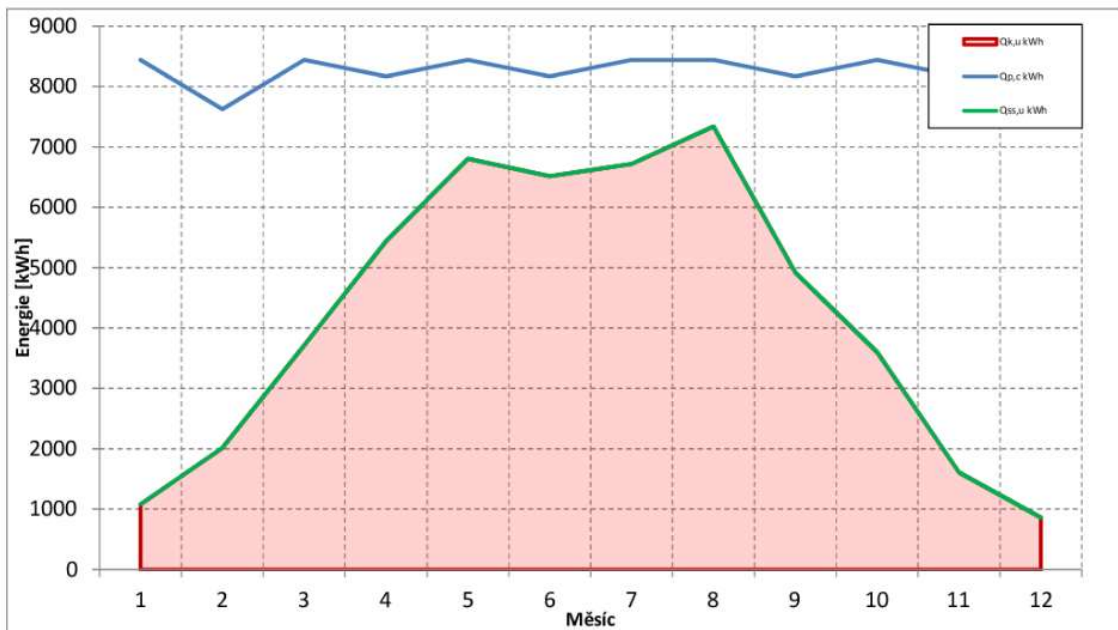
Optická účinnost h_0	0,702	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,93	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0066	W/m ² .K ²
Počet kolektorů	56	ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	1,907	m ²
Celková plocha apertury solárních kolektorů A_k	106,79	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	36,8	°C
Sklon solárního kolektoru b	45	°
Azimut solárního kolektoru g (jih = 0°)	0	°

Tabulka 21 Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	99337	kWh/rok
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$	473	kWh/m ² .rok
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$	50568	kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	50	%
Minimální požadovaný objem solárního zásobníku	4805	l



Graf 6 Podíl energonositelů na dodané energii s využitím solárního systému



Graf 7 Měsíční využitelný zisk a měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody



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 PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Aneta Němcová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019

C PROJEKT PENB

Do této části jsem vložila průkazy energetické náročnosti bytového domu stávajícího stavu a nového stavu. Průkazy jsem zhotovila v programu Energetika od společnosti Deksoft.

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Bytový dům - LETOVICE
Dlouhá 79/8
67961, Letovice
katastrální území Letovice [680711]
parc. č. 570



Energetický specialista

Aneta Němcová
Číslo oprávnění: 1192

Evidenční číslo

PENB - Stávající stav

Datum vydání

24.5.2019

Verze dokumentu

Průkaz energetické náročnosti bytového domu - stávající stav

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: **Dlouhá 79/8, k.ú. 680711,**
p.č. 570
PSČ, místo: **67961, Letovice**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **3282.22** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.12** m²/m³
Celková energeticky vztažná plocha: **3012.49** m²

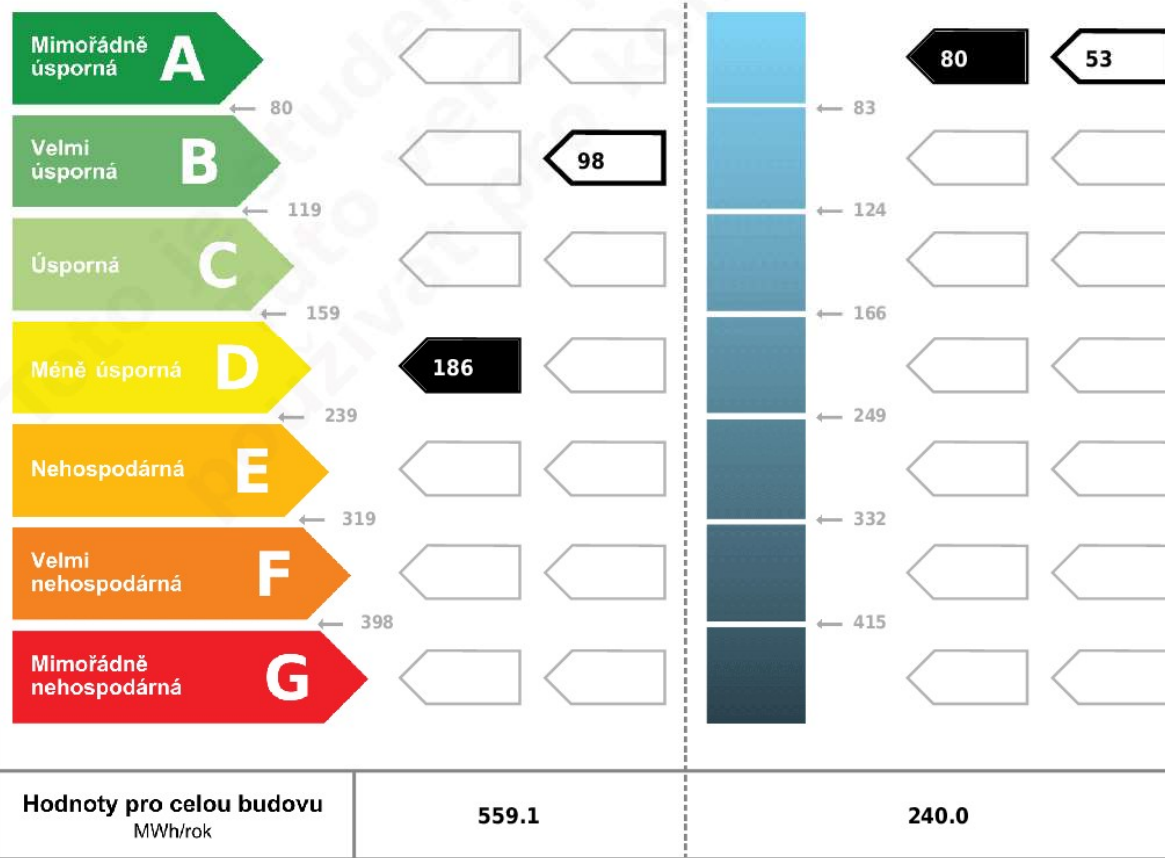


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



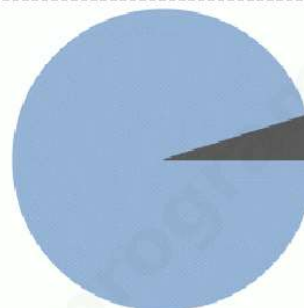
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input 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 ENERGOŠETELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ CZE - 50% OZE <= 80%: 532.3
■ elektrická energie: 26.8

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{om} W/(m ² ·K)	Dílní dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)					
Mimořádně úsporná							
A				0.02			
B		72.8					
C	0.33					17.5	
D		161					
E							
F							7.4
G	1.12						
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		484.0		0.1		52.8	22.2

Zpracovatel: **Aneta Němcová**

Kontakt: **Hájkova 16, 78901, Zábřeh**

aneta.nemcova@email.cz

Osvědčení č.: **1192**

Vyhotoveno dne: **24.5.2019**

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

PENB - Stávající stav

Evidenční číslo z databáze ENEX:

PENB - Stávající stav

Účel zpracování průkazu

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

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Letovice, Dlouhá 79/8, 67961
Katastrální území:	680711
Parcelní číslo:	570
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1969
Vlastník nebo stavebník:	Karel Novotný
Adresa:	Příční 7 67963 Velké Opatovice
IČ:	26748519
Tel./e-mail:	Karel Novotný / karel.novotny@email.cz

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

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	27 494,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	3 282,2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,12
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	3 012,5

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input 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			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-1 1-EXT Obvodová stěna	1 244,7	1,36	0,25	NE	1,00	1 692,85
STR-3 1-EXT Plochá střecha	554,0	0,44	0,16	NE	1,00	243,77
VYP-7 1-EXT Okna - sever	224,3	2,40	1,20	NE	1,00	538,27
VYP-10 1-EXT Okna - jih	173,8	2,40	1,20	NE	1,00	417,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	219,68
PDL-5 1-3 Podlaha 1.NP	594,6	0,33	0,40	ANO	0,46	89,35
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	27,07
Celkem	2 791,4	-	-	-	-	3 228,02

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-1 2-EXT Obvodová stěna	156,8	1,36	0,33	NE	1,00	213,27
STR-3 2-EXT Plochá střecha	81,7	0,44	0,21	NE	1,00	35,96
VYP-8 2-EXT Okna - sever	13,4	2,40	1,60	NE	1,00	32,26

VYP-11 Okna - jih	2-EXT	33,6	2,40	1,60	NE	1,00	80,64
VYP-12 Okna - jih	2-EXT	1,4	2,40	1,60	NE	1,00	3,46
VYP-13 hlavní vchodové dveře S	2-EXT	11,1	2,90	1,60	NE	1,00	32,28
VYP-14 hlavní vchodové dveře J	2-EXT	3,7	2,90	1,60	NE	1,00	10,76
VYP-15 dveře suterén S	2-EXT	4,8	2,90	1,60	NE	1,00	13,92
VYP-16 vedlejší vchodové dveře J	2-EXT	4,3	2,90	1,60	NE	1,00	12,53
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	31,10
PDL(z)-18 podlaha na terénu	2-ZEM	23,4	0,22	0,60	ANO	0,33	1,72
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,78
PDL-6 Podlaha 1.NP	2-3	156,4	0,33	0,55	ANO	0,39	20,10
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	6,09
Celkem		490,8	-	-	-	-	494,85

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

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			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 Obvodová stěna: suterén - vzduch	3-EXT 87,0	1,41	-	ANO	1,00	122,71
VYP-9 Okna - sever	3-EXT 7,8	2,40	-	ANO	1,00	18,79
VYP-12 Okna - jih	3-EXT 1,9	2,40	-	ANO	1,00	4,54

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	9,68
STN(z)-4 3-ZEM Obvodová stěna: suterén - zemina	343,7	1,41	-	ANO	-0,09	-44,46
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-3,15
PDL(z)-17 3-ZEM podlaha na terénu	727,6	0,22	-	-	-0,09	-14,69
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-6,68
PDL-5 3-1 Podlaha 1.NP	594,6	0,33	-	ANO	-0,46	-89,35
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-27,07
PDL-6 3-2 Podlaha 1.NP	156,4	0,33	-	ANO	-0,39	-20,10
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	-6,09
Celkem	1 919,0	-	-	-	-	-55,87

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]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Obytné prostory	20,0	21477,94	0,46
zóna 2 - Společné prostory	16,0	6016,15	0,46

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	1,12	0,46	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	230	- / -	85	93
Z2	CZT 1	CZT - 50%<OZE<=80%	100	230	- / -	85	93

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

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

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

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

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

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[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
Z1	VZT 1 - odvodní	elektrina			100	0,336	3 120	388

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/(l den)]	[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 [230]	120.00	CZT-1 [-]	0.0079	0.1500

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 vztahovaný k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Osvětlení bytů	100	$P_n = 7,852$	0,12
Zóna 2	Osvětlení komunikací	100	$P_n = 0,122$	0,03
Zóna 3	Osvětlení suterénu	-	-	0,00

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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]	246 987	375 984	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	32 058	32 058	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	454 021	480 432	0,00	0,00	209,99	61,32	0,00	0,00	60 387	51 887	9 805,4	22 230
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	3 582,7	3 582,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	890,39	890,39	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	457 603	484 015	0,00	0,00	209,99	61,32	0,00	0,00	61 277	52 777	9 805,4	22 230
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	151,90	160,67	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	20,34	17,52	3,25	7,38

c) výrobní 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	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	26 764,10	3,20	3,00	85 645,12	80 292,30
CZT - 50%<OZE<=80%	532 319,14	1,10	0,30	585 551,05	159 695,74
Celkem	559 083,24	x	x	671 196,17	239 988,04

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	528 895,84	Splněno (ANO/NE)	NE
(7)	Hodnocená budova		559 083,24		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	175,57		
(9)	Hodnocená budova		185,59		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	591 034,13	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		239 988,04		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	196,19		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		79,66		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	671 196,17
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	431 208,13
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	64,24

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	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Budova již byla osazena alternativním systémem - CZT. Vhodným opatřením je instalace solárních panelů.			
Datum zpracování analýzy	24.5.2019			
Zpracovatel analýzy	Aneta Němcová			
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, výměna oken a dveří	-	264 802,10	79 440,63
<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	294,28	264 802,1	79 440,6

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 úsporné opatření bylo navrženo zateplení následujících konstrukcí: obvodová stěna, střecha, strop nad suterénem. Dále je vhodná výměna oken a dveří.			
Datum vypracování doporučených opatření	24.5.2019			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Aneta Němcová			
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	D
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	D
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Aneta Němcová
Číslo oprávnění MPO	1192
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	24.5.2019
---------------------------	-----------

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
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Bytový dům - LETOVICE
Dlouhá 79/8
67961, Letovice
katastrální území Letovice [680711]
parc. č. 570



Energetický specialista

Aneta Němcová
Číslo oprávnění: 1192

Evidenční číslo

PENB - Nový stav

Datum vydání

24.5.2019

Verze dokumentu

Průkaz energetické náročnosti bytového domu - nový stav

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: **Dlouhá 79/8, k.ú. 680711,**
p.č. 570
PSČ, místo: **67961, Letovice**
Typ budovy: **Bytový dům**
Plocha obálky budovy: **3282.22** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.09** m²/m³
Celková energeticky vztažná plocha: **3128.48** m²

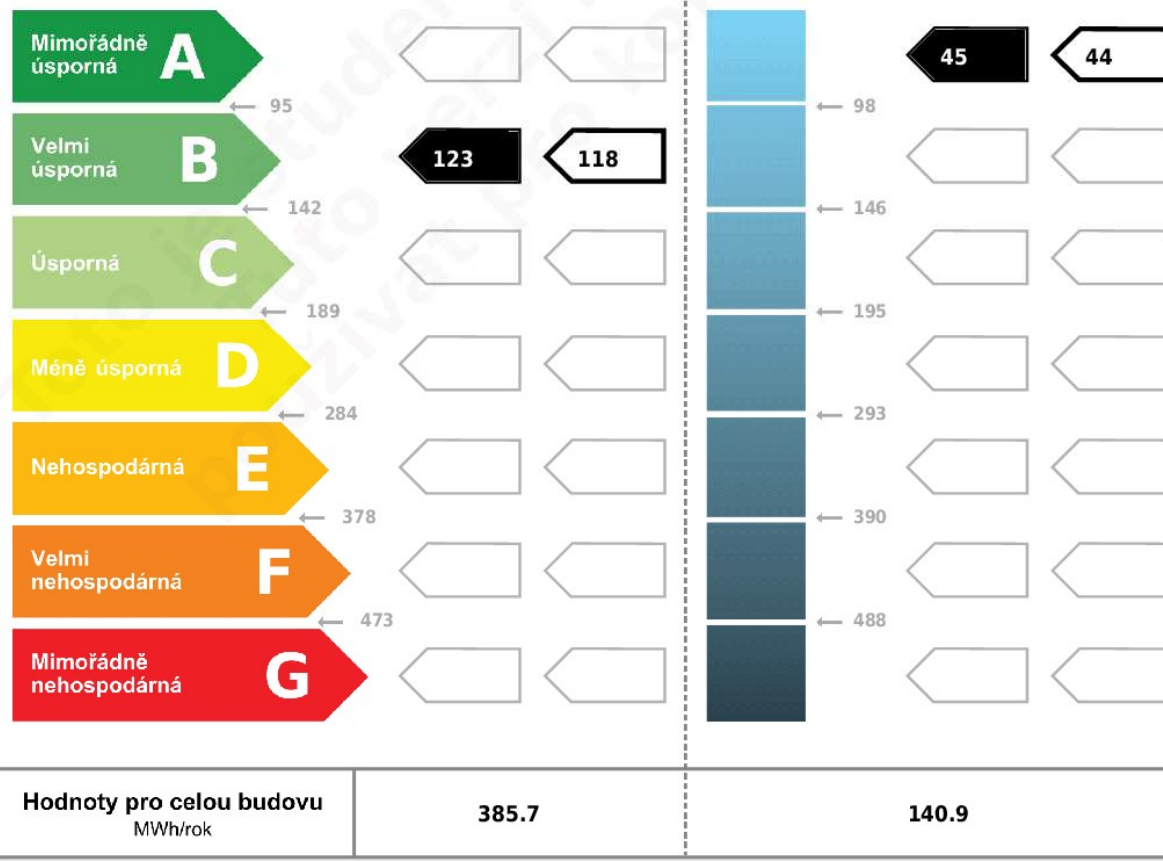


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

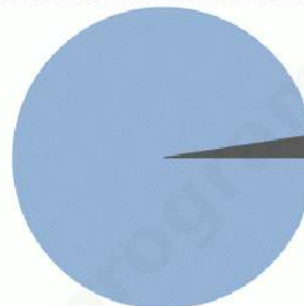
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu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

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ CZT - 50% ≤ OZE ≤ 80%: 376.4
■ elektrická energie: 9.3

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{om} W/(m ² ·K)	Dílní dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)
Mimořádně úsporná							
A				0.02	0.02		
B	0.28	106	101				1.6
C	0.33					16.0	16.0
D							
E							
F							
G							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		331.0		0.1		50.1	4.9

Zpracovatel: **Aneta Němcová**

Kontakt: **Hájkova 16, 78901, Zábřeh**

aneta.nemcova@email.cz

Osvědčení č.: **1192**

Vyhotoveno dne: **24.5.2019**

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

PENB - Nový stav

Evidenční číslo z databáze ENEX:

PENB - Nový stav

Účel zpracování průkazu

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

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Letovice, Dlouhá 79/8, 67961
Katastrální území:	680711
Parcelní číslo:	570
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	1969
Vlastník nebo stavebník:	Karel Novotný
Adresa:	Příční 7 67963 Velké Opatovice
IČ:	26748519
Tel./e-mail:	Karel Novotný / karel.novotny@email.cz

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

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	36 919,4
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	3 282,2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,09
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	3 128,5

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input 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			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-1 1-EXT Obvodová stěna	1 244,7	0,23	0,25	ANO	1,00	286,29
STR-4 1-EXT Plochá střecha	554,0	0,15	0,16	ANO	1,00	83,10
VYP-5 1-EXT Okna - sever	224,3	1,10	1,20	ANO	1,00	246,71
VYP-8 1-EXT Okna - jih	173,8	1,10	1,20	ANO	1,00	191,14
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	43,94
PDL-11 1-3 Podlaha 1.NP	594,6	0,27	0,40	ANO	0,46	73,27
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	5,43
Celkem	2 791,4	-	-	-	-	929,87

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

Konstrukce 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-1 2-EXT Obvodová stěna	156,8	0,23	0,33	ANO	1,00	36,07
STR-4 2-EXT Plochá střecha	81,7	0,15	0,21	ANO	1,00	12,26
VYP-6 2-EXT Okna - sever	13,4	1,10	1,60	ANO	1,00	14,78

VYP-9 Okna - jih	2-EXT	33,6	1,10	1,60	ANO	1,00	36,96
VYP-10 Okna - jih	2-EXT	1,4	1,10	1,60	ANO	1,00	1,58
VYP-13 hlavní vchodové dveře S	2-EXT	11,1	1,30	1,60	ANO	1,00	14,47
VYP-14 hlavní vchodové dveře J	2-EXT	3,7	1,30	1,60	ANO	1,00	4,82
VYP-15 dveře suterén S	2-EXT	4,8	1,30	1,60	ANO	1,00	6,24
VYP-16 vedlejší vchodové dveře J	2-EXT	4,3	1,30	1,60	ANO	1,00	5,62
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	6,22
PDL(z)-18 Podlaha na terénu	2-ZEM	23,4	0,22	0,60	ANO	0,33	1,72
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,16
PDL-12 Podlaha 1.NP	2-3	156,4	0,27	0,55	ANO	0,39	16,50
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	1,22
Celkem		490,8	-	-	-	-	158,61

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

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z3)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			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 Obvodová stěna: suterén - vzduch	3-EXT 87,0	0,30	-	ANO	1,00	26,11
VYP-7 Okna - sever	3-EXT 7,8	1,10	-	ANO	1,00	8,61

VYP-10 Okna - jih	3-EXT	1,9	1,10	-	ANO	1,00	2,08
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	1,94
STN(z)-3 Obvodová stěna: suterén - zemina	3-ZEM	343,7	0,31	-	ANO	-0,09	-10,00
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-0,64
PDL(z)-17 Podlaha na terénu	3-ZEM	727,6	0,22	-	ANO	-0,09	-15,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-1,37
PDL-11 Podlaha 1.NP	3-1	594,6	0,27	-	ANO	-0,46	-73,27
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-5,43
PDL-12 Podlaha 1.NP	3-2	156,4	0,27	-	ANO	-0,39	-16,50
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	-1,22
Celkem		1 919,0	-	-	-	-	-84,71

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]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Obytné prostory	20,0	30740,24	0,46
zóna 2 - Společné prostory	16,0	6179,16	0,45

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	0,33	0,46	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	230	- / -	85	93
Z2	CZT 1	CZT - 50%<OZE<=80%	100	230	- / -	85	93

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

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

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

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

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

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[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
Z1	VZT 1 - odvodní	elektrina			100	0,336	3 120	388

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/(l den)]	[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 [230]	120.00	CZT-1 [-]	0.0079	0.1500

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 vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Osvětlení bytů	100	$P_n = 1,685$	0,03
Zóna 2	Osvětlení komunikací	100	$P_n = 0,092$	0,03
Zóna 3	Osvětlení suterénu	-	-	0,00

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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]	307 835	255 799	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	32 058	32 058	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	565 873	326 860	0,00	0,00	263,63	61,32	0,00	0,00	57 614	49 506	9 805,4	4 902,7
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	3 759,8	3 759,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	593,96	593,96	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	569 632	330 620	0,00	0,00	263,63	61,32	0,00	0,00	58 208	50 100	9 805,4	4 902,7
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztáznou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	182,08	105,68	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	18,61	16,01	3,13	1,57

c) výrobní 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	9 317,75	3,20	3,00	29 816,80	27 953,25
CZT - 50%<OZE<=80%	376 366,00	1,10	0,30	414 002,60	112 909,80
Celkem	385 683,75	x	x	443 819,40	140 863,05

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	637 909,11	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		385 683,75		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	203,90		
(9)	Hodnocená budova		123,28		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	707 230,18	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		140 863,05		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	226,06		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		45,03		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	443 819,40
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	302 956,35
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	68,26

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	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Budova již byla osazena alternativním systémem - CZT. K realizaci vhodného opatření doporučuji solární panely, které pokryjí alespoň 30% potřeby teplé vody z důvodů dobré ekonomické proveditelnosti.			
Datum zpracování analýzy	24.5.2019			
Zpracovatel analýzy	Aneta Němcová			
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 ₅ 1 - Výměna výplní otvorů	-	15 794,93	4 738,48
<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	369,89	15 794,9	4 738,5

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 úsporná opatření byla navržena výměna zasklení z dvojskla na trojsklo se součinitelem prostupu tepla 0,7 W/m ² K.			
Datum vypracování doporučených opatření	24.5.2019			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Aneta Němcová			
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)	ANO
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	ANO
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	ANO
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
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	B
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Aneta Němcová
Číslo oprávnění MPO	1192
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	24.5.2019
---------------------------	-----------

Zdroj informací

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

ZÁVĚR

V teoretické části jsem nastínila problematiku tepelných soustav. Nejvíce jsem se zabírala tepelnou soustavou s centrálním zásobováním tepla, jejího rozdělení a užití.

Ve výpočtové části jsem specifikovala stávající stav bytového domu a navrhla opatření, která snížila energetickou náročnost. K porovnání stávajícího a nového stavu jsou použita data z vypočtených průkazů. Doporučila jsem optimální variantu pro využití alternativních zdrojů energie, kterou se stala instalace solárních kolektorů pro přípravu teplé vody.

Do poslední části jsem vložila zpracované průkazy energetické náročnosti bytového domu obou stavů, které byly stanoveny dle zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Hodnocení stávajícího stavu spadlo do klasifikační třídy D – méně úsporná a nově navrženým opatřením jsme dosáhli klasifikace B – velmi úsporná.

CITACE

- [1] BAŠTA, Jiří. *Topenářská příručka: 120 let topenářství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 2001. ISBN 80-86176-82-7.
- [2] BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. *Technická zařízení budov - B*. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03450-x.
- [3] *Zdroje tepla - předávací stanice* [online] [cit. 2019-05-21] Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P9.pdf
- [4] VYORALOVÁ, Zuzana. *Technická zařízení budov a infrastruktura sídel I*. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06095-7.
- [5] Kogenerace. In: *Tzbinfo* [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/kogenerace>
- [6] *Kompaktní předávací stanice TENZA: AQTZ - tlakově závislá předávací stanice* [online]. Brno: Tenza, 2019 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <http://www.tenza.cz/cz/katalogy/kompaktni-predavaci-stance-tenza-a-s/>
- [7] *AKUMULAČNÍ NÁDRŽE NAD A UKV* [online]. Dražice: Družstevní závody Dražice-strojírna, 2019 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/akumulacni-nadrze/bez-pripravy-tuv#typy>
- [8] *Vyhláška č. 194/2007 Sb.* [online]. b.r. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-194>
- [9] MATUŠKA, Tomáš. *Tepelné sítě – hydraulické výpočty* [online] [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/tomas.matuska/wordpress/wp-content/uploads/2015/10/ZZT-P3-hydraulika.pdf>
- [10] BROŽ, Karel. 1997. *Zásobování teplem*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 217 s. ISBN 80-01-01587-4.

- [11] *Vzduchotechnika-ventilace.cz* [online]. Hradec Králové: UNITRADE HK [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.vzduchotechnika-ventilace.cz/5079-ventilator-e-vent-ultra-ewd-100-mm.html>
- [12] JELÍNEK, Vladimír a Karel KABELE. *Technická zařízení budov II: vytápění, přednášky*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01938-1.
- [13] *Thermoplus* [online]. Brno: Thermoplus [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <http://www.thermoplus.cz/tepelne-site>
- [14] SLÁMA, Pavel. Analýza termodynamických jevů v potrubních sítích – numerický model teplotního pole v okolí teplotrenského potrubí – 1. část. In: *Tzbinfo* [online]. 2.10.2017 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/teplarenstvi/16342-analyza-termodynamicky-jevu-v-potrubnich-sitich-numericky-model-teplotniho-pole-v-okoli-teplarenskeho-potrubi-1-cast>
- [15] CIHLÁŘ, Jiří, Marcela POČINKOVÁ a Günter GEBAUER. *Technická zařízení budov: Ústřední vytápění I: cvičení, ateliérová tvorba*. Brno: CERM, 1998. ISBN 80-214-1142-2.
- [16] Tlakově nezávislá předávací stanice se směšovacím čerpadlem v ohřevu TV – OPS TNKT. In: *AVOS VYŠKOV měřící a regulační technika* [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.avos.cz/soubory/ke-stazeni/objektove-predavaci-stanice/OPS%20TNKT.pdf>
- [17] Tlakově závislá předávací stanice PARALELNÍ – OPS TZKT. In: *AVOS VYŠKOV měřící a regulační technika* [online]. [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.avos.cz/soubory/ke-stazeni/objektove-predavaci-stance/OPS%20TZKTP.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK

1. Vyhláška č. 194/2007 Sb., 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
2. ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2
3. Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
4. Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SCZT – soustava centrálního zásobování tepla

CZT – centrální zásobování tepla

PST – předávací stanice tepla

NP – nadzemní podlaží

PP – podzemní podlaží

UT – ústřední topení

TV – teplá voda

TUV – teplá užitková voda

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Základní schéma soustavy CZT [3]	13
Obrázek 2 Paprskovitá síť [9].....	15
Obrázek 3 Okružní síť [9]	16
Obrázek 4 Mřížová síť [9]	16
Obrázek 5 Schéma jednotrubkové tepelné sítě [10].....	17
Obrázek 6 Schéma dvoutrubkové tepelné sítě [9]	17
Obrázek 7 Schéma třítrubkové tepelné sítě [9]	18
Obrázek 8 Nadzemní vedení [13].....	18
Obrázek 9 Pozemní vedení [9]	19
Obrázek 10 Tepelná síť a) pozemní vedení, b) nadzemní vedení [9].....	19
Obrázek 11 Žlabový kanál a příklopový kanál [9].....	20
Obrázek 12 Bezkanálové uložení tepelné sítě [14]	20
Obrázek 13 Předizolované potrubí [9].....	21
Obrázek 14 Tlakově nezávislá předávací stanice [16].....	22
Obrázek 15 Tlakově závislá předávací stanice [17]	23
Obrázek 16 Kompaktní předávací stanice [6]	34
Obrázek 17 Akumulační nádrž [7].....	35
Obrázek 18 Ventilátor [11].....	36

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozměrová charakteristika budovy nového stavu.....	27
Tabulka 2 Obvodová stěna – stávající stav.....	27
Tabulka 3 Obvodová stěna – nový stav	28
Tabulka 4 Obvodová stěna suterénu – nový stav.....	28
Tabulka 5 Obvodová stěna pod terénem – nový stav.....	28
Tabulka 6 Plochá střecha – stávající stav.....	29
Tabulka 7 Podlaha 1.NP – stávající stav.....	29
Tabulka 8 Podlaha 1.NP – nový stav	30
Tabulka 9 Podlaha na terénu – stávající i nový stav	30
Tabulka 10 Porovnání součinitelů prostupu tepla	31
Tabulka 11 Rozdělení dodané energie – stávající stav	39
Tabulka 12 Prostá návratnost zateplení obvodových konstrukcí	41
Tabulka 13 Prostá návratnost výměny výplní otvorů.....	41
Tabulka 14 Prostá návratnost zateplení střechy	41
Tabulka 15 Prostá návratnost zateplení podlahy 1.NP	42
Tabulka 16 Prostá návratnost celkové investice.....	42
Tabulka 17 Prostá návratnost výměny výplní otvorů.....	42
Tabulka 18 Solární systém pro přípravu teplé vody	43
Tabulka 19 Příprava teplé vody a vytápění	43
Tabulka 20 Parametry solárních kolektorů	43
Tabulka 21 Vyhodnocení.....	44

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním pro hodnocenou budovu – stávající stav	37
Graf 2 tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním pro hodnocenou budovu – nový stav	37
Graf 3 Dodaná energie pro spotřebu	38
Graf 4 Spotřeba energie na vytápění.....	39
Graf 5 Podíl energonositelů na dodané energii – stávající stav	39
Graf 6 Podíl energonositelů na dodané energii s využitím solárního systému	44
Graf 7 Měsíční využitelný zisk a měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody	44

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 – Půdorys instalačního podlaží – 1.PP
- P2 – Půdorys 1.NP
- P3 – Půdorys 2.NP – 4.NP
- P4 – Půdorys střechy
- P5 – Řezy
- P6 – Pohledy
- P7 – Rozdělení do zón 1.PP
- P8 – Rozdělení do zón 1.NP
- P9 – Rozdělení do zón 2.NP – 4.NP
- P10 – Schéma kotelny
- P11 – Štítek obálky stávajícího stavu bytového domu
- P12 – Štítek obálky nového stavu bytového domu
- P13 – Bilance solárních termických systémů